# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

**ปริญญา**

พืชสวน | พืชสวน

**สาขา** | **ภาควิชา**

**เรื่อง** ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วง

Effects of Low Temperature on Postharvest Changes and Storage Life of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit

**นามผู้วิจัย** นายอุกฤษฎ์ จงจตุพร

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก** .....

( ศาสตราจารย์สายชล เกตุษา, Ph.D. )

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลพ ภวภูตานนท์, Ph.D. )

**หัวหน้าภาควิชา** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐ พิชกรรม, Ph.D. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

.....

( รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr. )

**คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**

**วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

# ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วง

# Effects of Low Temperature on Postharvest Changes and Storage Life of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit


โดย

นายอุกฤษฎ์ จงจตุพร


เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2557


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุกฤษฎ์ จงจตุพร 2557: ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์สายชล เกตุษา, Ph.D. 164 หน้า

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 และ 12 °ซ (ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%) แล้วนำผลมะม่วงออกมาวางที่ 25 °ซ เป็นเวลา 3 วัน พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกมากกว่ามะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ ขณะที่การเก็บรักษาที่ 12 °ซ ไม่พบอาการสะท้านหนาว เมื่อนำมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมาวางไว้ที่ 25 °ซ พบว่าอาการสะท้านหนาวมีความรุนแรงมากขึ้น อาการที่ปรากฏให้เห็นคือ มีการยุบตัวที่ผิวผลบริเวณที่เกิดอาการและมีการพัฒนาสีที่ผิดปกติทั้งเปลือกและเนื้อติดเมล็ด อาการสะท้านหนาวของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับพันธุ์มะม่วง และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและพันธุ์มะม่วงกับการเกิดอาการสะท้านหนาว การรั่วไหลของประจุ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการสะท้านหนาว มะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่าเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มีกิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) และ guaiacol peroxidase (POX) สูงกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของกิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT) และ superoxide dismutase (SOD) กับการเกิดอาการสะท้านหนาว การศึกษาการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวโดยให้มะม่วงทั้งสองพันธุ์ได้รับอุณหภูมิสูง 38 °ซ นาน 3 วัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่าสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ได้เป็นเวลา 5 วัน แต่ไม่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้งที่ไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูงมีอาการสะท้านหนาวใกล้เคียงกันในวันที่ 10 จนกระทั่งวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่ 4 และ 12 °ซ มีอายุการเก็บรักษานาน 5, 30, 10 และ 30 วัน ตามลำดับ ขณะที่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษาที่ 4 °ซ มีอายุการเก็บรักษา 10 วันแต่ไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของมะม่วงโชคอนันต์

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ukrit Chongchatuporn 2014: Effects of Low Temperature on Postharvest Changes and Storage Life of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Professor Saichol Ketsa, Ph.D. 164 pages.

A study on the postharvest physiological and biochemical changes of mango cvs. Nam Dok Mai #4 and Choke Anan fruits stored at 4 and 12°C (85-90 %RH) and transferred at 3-day interval to 25 °C (63-65 % RH). It was found that the 'Nam Dok Mai #4' mango stored at 4°C showed more sensitive to chilling injury (CI) than 'Choke Anan' mango but no CI was found in mangoes stored at 12°C. Severity of CI symptoms was aggravated after transfer to 25°C. The visible symptoms of CI were pitting and discoloration of the peel and the pulp discoloration adjacent to the endocarp. CI symptoms had relationship with temperature but not with mango cultivar. There was no interaction between temperature and cultivar in relation to CI. Electrolyte leakage, vitamin C content and total antioxidant capacity (TAC) were not correlated with CI. At 4°C, 'Choke Anan' mango peel contained higher ascorbate peroxidase (APX) and guaiacol peroxidase (POX) activities and lower superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities than that of 'Nam Dok Mai #4' mango peel. The results suggest that APX and POX activities may involve in CI of mangoes. Storage life of 'Nam Dok Mai #4' and Choke Anan' mangoes stored at 4 and 12°C was 5, 30, 10 and 30 days, respectively. Heat treatment (HT) of both 'Nam Dok Mai #4' and 'Choke Anan' mangoes at 38°C (60 %RH) for 3 days before storage at 4°C was conducted to alleviate CI. HT of mangoes delayed CI symptom development in 'Nam Dok Mai #4' mango stored at 4°C for 5 days but had no effect on 'Choke Anan' mango. However, CI symptoms of 'Nam Dok Mai #4' mango with and without HT were not much different from day 10 until the end of storage period.

_____ _____ ____/____/____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.สายชล เกตุษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลพ ภวภูตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการวางแผนการวิจัย ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้อย่างดียิ่ง และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ ดร.วชิรญา อิ่มสบาย และผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ น้อยจินดา ที่ช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณพี่สุทิน กันยะมี และพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกท่านที่มิได้กล่าวนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานทดลอง และศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับปฏิบัติงานวิจัย ตลอดทั้งเจ้าหน้าที่งานวิจัยพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่กรุณาสนับสนุนงบประมาณวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อผู้ล่วงลับ และคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีมาตลอด

อุกฤษฏ์ จงจตุพร

พฤศจิกายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญ

หน้า


| | |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (10) |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 18 |
| ผลและวิจารณ์ | 28 |
| ผล | 28 |
| วิจารณ์ | 77 |
| สรุป | 87 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 89 |
| ภาคผนวก | 108 |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 164 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส | 34 |
| 2 | อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน | 34 |
| 3 | อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส | 66 |
| 4 | อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่ไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูง หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน | 66 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 116 |
| 2 | คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 117 |
| 3 | คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 118 |
| 4 | คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 119 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


5 ค่า L* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 120

6 ค่า L* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 121

7 ค่า L* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 122

8 ค่า L* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 123

9 ค่า a* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 124

10 ค่า a* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 125

11 ค่า a* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 126

12 ค่า a* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 127


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


13 ค่า b* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 128

14 ค่า b* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 129

15 ค่า b* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 130

16 ค่า b* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 131

17 ความแน่นเนื้อ ($N/cm^2$) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 132

18 ความแน่นเนื้อ ($N/cm^2$) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 133

19 อัตราส่วน TSS/TA ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 134

20 อัตราส่วน TSS/TA ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 135

21 ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml น้ำคั้น) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 136


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


22 ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml น้ำคั้น) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 137

23 การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 138

24 การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 139

25 การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 140

26 การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 141

27 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 142

28 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 143


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


29 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$ unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 144

30 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$ unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 145

31 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 146

32 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 147

33 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 148

34 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 149

35 ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP Value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 150


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


36 ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP Value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน 151

37 คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 152

38 คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 153

39 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 154

40 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 155

41 กิจกรรมเอนไซม์ catalase ($x10^3$ unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 156


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**


42 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$ unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 157

43 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 158

44 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 159

45 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 160

46 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 161

47 ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP Value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่วัดค่าทันทีระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 162


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางผนวกที่** **หน้า**

48 ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP Value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 163

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | อาการสะท้านหนาวที่เปลือก, เนื้อ, เนื้อติดเมล็ด และเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 (A) และพันธุ์โชคอนันต์ (B) หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน | 30 |
| 2 | อาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 31 |
| 3 | อาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 32 |
| 4 | ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 38 |
| 5 | ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เปลือกผลมะม่วงหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 39 |
| 6 | ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 40 |
| 7 | ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 41 |
| 8 | ความแน่นเนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 43 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 9 | อัตราส่วน TSS/TA ที่เนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 45 |
| 10 | ปริมาณวิตามินซีที่เนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 47 |
| 11 | การรั่วไหลของประจุที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 50 |
| 12 | การรั่วไหลของประจุที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 51 |
| 13 | กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 54 |
| 14 | กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 56 |
| 15 | กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 58 |
| 16 | กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 60 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 17 | ปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน | 62 |
| 18 | อาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน | 65 |
| 19 | กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน | 68 |
| 20 | กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน | 70 |
| 21 | กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน | 72 |
| 22 | กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน | 74 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**

23 ปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน 76

**ภาพผนวกที่**

1 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณวิตามินซีที่เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 109

2 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณวิตามินซีที่เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 109

3 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับการรั่วไหลของประจุที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 110

4 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับการรั่วไหลของประจุที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 110

5 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ SOD ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 111

6 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ SOD ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 111

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพผนวกที่** **หน้า**


7 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 112

8 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 112

9 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ POX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 113

10 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ POX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 113

11 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ APX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 114

12 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ APX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 114

13 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณ TAC ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 115

14 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณ TACที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา) 115


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของมะม่วง

# Effects of Low Temperature on Postharvest Changes and Storage Life of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit

## คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) เป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ประเทศไทยได้มีการปลูกมะม่วงกันมาช้านานแล้ว (ธนะชัย, 2533) การปลูกมะม่วงในอดีตมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันมะม่วงได้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางและชาวต่างประเทศนิยมบริโภคกันมากขึ้น จึงมีการผลิตมะม่วงเป็นการค้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้มะม่วงกลายเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย (ประเสริฐ, ม.ป.ป.) ในปี พ.ศ. 2556 ไทยส่งออกมะม่วงสดประมาณ 33,035 ตัน เป็นมูลค่าประมาณ 853 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ส่วนใหญ่การส่งออกมะม่วงสดไปยังต่างประเทศเป็นประเภทรับประทานสุก พันธุ์ที่นิยมได้แก่ น้ำดอกไม้ มหาชนก อกร่อง และโชคอนันต์ เป็นต้น (สถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงโตเกียว, 2553) แต่เนื่องด้วยมะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อน ช่วงอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้นจึงทำให้เน่าเสียได้ง่าย โดยเฉพาะตลาดที่อยู่ไกลซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง การขนส่งทางอากาศต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง จึงจำเป็นต้องขนส่งทางเรือซึ่งประหยัดกว่าแต่ต้องใช้เวลานาน (มาโนชญ์, 2534) วิธีการที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพในการคงคุณภาพที่ดีและเกิดการสูญเสียน้อยคือ การใช้อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นช้าลง (สายชล, 2530) เช่น การหายใจ การคายน้ำ การเข้าทำลายจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ อัตราการเสื่อมสลาย จึงเป็นการลดการสูญเสีย ทำให้เพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (ดนัย และนิธิยา, 2548)

การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องพิจารณาการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมด้วย เนื่องจากการใช้อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็งที่ไม่เหมาะสมกับผักและผลไม้ที่มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนหรือกึ่งร้อนจะทำให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury,CI) ได้ (สายชล, 2528) ผลไม้ที่รับอันตรายจากอุณหภูมิต่ำอาจมีลักษณะต่างๆปรากฏให้เห็นเพียงอย่างเดียวหรือหลายอย่างรวมกันและอาการของ CI มักจะรุนแรงขึ้นเมื่อย้ายผลไม้ไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่า (Morris, 1982)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเกิด CI ของผักและผลไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ช่วงเวลาการเก็บรักษา วัยของผลิตผล และพันธุ์ เป็นต้น มีรายงานว่ามะม่วงพันธุ์ต่างๆ มีการตอบสนองต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวแตกต่างกัน (Kader *et al*., 2002; Phakawatmongkol *et al*., 2004) Chidtragool *et al*. (2011) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการเสนอสมมติฐานอธิบายการเกิดอาการสะท้านหนาว เช่น การเปลี่ยนแปลงสถานะของกรดไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ การเกิดสารอนุมูลอิสระ และการเพิ่มขึ้นของไอออนในไซโตพลาสซึม (ธิติมา, 2551) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษากลไกการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงยังไม่เป็นที่แน่ชัด ด้วยสาเหตุนี้จึงสมควรมีการศึกษาและทดลองเพื่อทราบถึงกลไกและลักษณะการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงที่ปลูกในประเทศไทย รวมทั้งการหาวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาใช้เพื่อลดอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นกับมะม่วงในประเทศไทย เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการส่งออกผลมะม่วงไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้กว้างขวางมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และพันธุ์โชคอนันต์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

3. เพื่อศึกษาการใช้อุณหภูมิสูงในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# การตรวจเอกสาร

## ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์

มะม่วงเป็นไม้ผลที่มีถิ่นกำเนิดในแถบอินเดีย – พม่า โดยมีศูนย์กระจายพันธุ์อยู่ในอินโดจีน มาเลเซีย และอินโดนีเซีย แต่การกระจายพันธุ์เป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากมะม่วงขาดการปรับตัวเพื่อการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ คือ ผลมีขนาดใหญ่ มีเนื้อผลมาก ผลมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่จะกระจายพันธุ์โดยลม และไม่สามารถปรับตัวให้ลอยไปตามน้ำได้ นอกจากนี้เมล็ดก็มีชีวิต อยู่ในระยะเวลาอันสั้นเพียงประมาณ 1 เดือน และเมล็ดยังไม่สามารถทนต่อสภาพแล้งได้อีกด้วย แต่เนื่องจากผลมะม่วงมีรสชาติดี มนุษย์จึงเป็นพาหะที่สำคัญในการกระจายพันธุ์จากแหล่งกำเนิดไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของโลก (ธนะชัย, 2533)

## ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะม่วงเป็นไม้ผลยืนต้น มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* Linn. อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ลำต้นตรง มีกิ่งก้านแผ่ออกเป็นทรงพุ่มที่แน่นทึบ ลักษณะทรงพุ่มเป็นรูปครึ่งวงกลมหรือรูปไข่หรือรูปไข่ค่อนข้างยาว ไม่ผลัดใบ มีอายุยืน พืชที่อยู่ในวงศ์นี้นอกจากมะม่วงแล้วยังมีมะปราง มะกอก และมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีลักษณะเด่นคือมีท่อน้ำยางทุกส่วนของพืช สำหรับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะม่วงพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1. มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันทั่วไป การเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มโปร่ง ลักษณะใบใหญ่ ขอบใบเป็นคลื่น เป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่ายและดก ออกดอกทุกปีไม่ค่อยเว้น ติดผลปานกลางประมาณ 250 – 300 ผลต่อต้น ออกดอกต้นฤดูแต่ใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนผลแก่นานประมาณ 115 วัน เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส ทำให้เกิดแผลหรือเน่าได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาหรือขนส่ง

ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ยยาว 16 เซนติเมตร กว้าง 7.2 เซนติเมตร และหนา 6.9 เซนติเมตร น้ำหนักต่อผลประมาณ 400 กรัม ทรงผลค่อนข้างกลมยาว ด้านขั้วผลอูมค่อยๆ สอบเข้าสู่ปลายผล ปลายผลแหลม ไหล่ผลด้านท้องมน ไหล่ผลด้านหลังลาดลง จะงอยผลเล็กมาก ไซนัสตื้นมากจนถึงไม่มี ผิวผลเรียบ เปลือกบางเปราะ มีต่อมกระจายห่างๆ ทั่วผล ผลดิบผิวเปลือกสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขียวนวล เห็นท่อน้ำยางบริเวณผิวชัดเจน เนื้อแน่นหนา เนื้อมีสีขาวและรสเปรี้ยวจัด เมื่อแก่จัดรสชาติมัน เมื่อผลสุกเปลือกจะมีสีเหลืองอมเขียวถึงเหลือง เปลือกค่อนข้างบาง ชอกช้ำได้ง่ายและมักเป็นโรคแอนแทรกโนส ดังนั้น ในขั้นตอนการเก็บรักษาและการขนส่งต้องทำด้วยความระมัดระวังมาก เนื้อสีเหลือง เนื้อแน่นหนา เนื้อละเอียดฉ่ำน้ำ มีเสี้ยนค่อนข้างน้อย รสหวาน กลิ่นหอมอร่อยมาก เมล็ดแบนยาว เนื้อเปลือกหุ้มเมล็ดเล็ก เมื่อนำเมล็ดไปเพาะจะได้ต้นอ่อนหลายต้นจากเมล็ดเดียว (polyembryo)

2. มะม่วงโชคอนันต์ เป็นพันธุ์ที่มีกำเนิดมาจากการกลายพันธุ์ของมะม่วงสามปี ยังคงกลิ่นหอมของมะม่วงสามปีเอาไว้ ตลอดจนการติดผลก็เหมือนสามปี คือมีลักษณะเป็นพวง พบครั้งแรกที่จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะเด่นของมะม่วงกลายพันธุ์นี้คือ การออกดอกทะวาย สามารถออกดอกได้ตลอดปี ติดผลง่าย สามารถทำให้ติดผลนอกฤดูได้ง่ายกว่าพันธุ์อื่น ๆ ผลมีเปลือกหนาและเนื้อแน่น หลังจากผลสุกแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานหลายวัน จึงเหมาะในการเก็บรักษานานๆ และการขนส่งไกล ๆ เป็นพันธุ์ที่ไม่กลัวฝน

มะม่วงโชคอนันต์มีการเจริญเติบโตปานกลาง ผลดิบเปลือกมีสีเขียวอ่อน ผิวเรียบและรสชาติจืด เมื่อผลสุก เปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองส้ม เปลือกหนา เนื้อผลสีเหลืองเข้ม เนื้อแน่น รสหวานและมีเสี้ยนน้อย ผลมีน้ำหนักต่อผลประมาณ 300 กรัม ระยะตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อทำให้ออกนอกฤดู (ประเสริฐ, ม.ป.ป.)

**การเปลี่ยนแปลงของผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว**

ผลมะม่วงหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทางสรีรวิทยา ทางเคมี และทางกายภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลมะม่วง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้แก่ การหายใจ การคายน้ำ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงสารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน กรดอินทรีย์ ความแน่นเนื้อผล การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ และการเกิดกลิ่นและรสชาติ (สุรพงษ์, 2529)

เนื่องจากผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการหายใจอยู่ ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง โดยมะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric กล่าวคือ เมื่อผลมะม่วงแก่จัดหรือเริ่มสุกจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528) ผลมะม่วงที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการหายใจสูงจะใช้อาหารสะสมหมดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้สูญเสียคุณภาพเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้น (ช. ณิฏฐ์ศิริ, 2526)

**การเก็บรักษาผลมะม่วง**

มะม่วงเป็นผลไม้ที่เน่าเสียง่ายในสภาพอากาศเขตร้อน (วิจิตร, 2523) การเก็บรักษาผลมะม่วง คือการทำให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาแล้วมีอายุนานขึ้น และที่สำคัญคือหลังจากเก็บรักษาแล้ว เมื่อนำผลมะม่วงดิบไปบ่มจะต้องสุกเป็นปกติ การใช้อุณหภูมิต่ำในการยืดอายุการเก็บรักษาหรือการชะลอการสุกของผลมะม่วงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิต่ำลดการหายใจและกระบวนการเมตาบอลิซึมอื่น ๆ ที่จะนำไปสู่การสุก ลดการสูญเสียน้ำ ลดการสร้างและการทำงานของเอทิลีน และลดการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อโรค (สุมาลี, 2530; สายชล, 2533; Wills *et al*., 1981) ผลไม้แต่ละชนิดมีอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาแตกต่างกัน อุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลมะม่วงโดยทั่วไป ประมาณ 12–13 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จะมีอายุการเก็บรักษานานประมาณ 2–4 สัปดาห์ (Lutz and Hardenburg, 1968) ผลมะม่วงดิบและสุก และมะม่วงแต่ละพันธุ์ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่างกัน (สายชล, 2537) เช่น มะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีอายุเก็บรักษา 20 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พันธุ์หนังกลางวันมีอายุเก็บรักษา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พันธุ์อกร่องมีอายุเก็บรักษา 20 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พันธุ์พิมเสนมันและแรดมีอายุเก็บรักษา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และพันธุ์ทองดำมีอายุเก็บรักษา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 9-10 องศาเซลเซียส (สายชล, 2533) พันธุ์แก้วจุกเก็บรักษาได้ 24 วัน ที่อุณหภูมิ 9 และ 12 องศาเซลเซียส (กาญจนา, 2537) พันธุ์น้ำดอกไม้เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น โดยที่ผลอายุมาก อายุการเก็บรักษาก็สั้นลง (เกศศิณี, 2525) สำหรับมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ระยะกึ่งบริบูรณ์ (half-mature) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าระยะบริบูรณ์ โดยเก็บได้นาน 18 วัน (Mohammed and Brecht, 2002)

นอกจากนี้ยังได้มีการใช้อุณหภูมิต่ำร่วมกับการดัดแปลงสภาพบรรยากาศมาใช้ในการเก็บรักษาผลมะม่วง พบว่า การเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 90-93%) ในถุงโพลิโพรพิลีน (polypropylene, PP) และถุงโพลิเอทิลีน (polyethylene, PE) เจาะรูเข็มหมุด 8 รู ทั้งที่มีและไม่มีตัวดูดซับเอทิลีน สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดการเหี่ยว ชะลอกระบวนการสุกได้ (มาโนชญ์, 2534 ) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกพีวีซีและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียว (ทวี, 2533)

ถึงแม้ว่าการเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงได้ แต่ถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมและเก็บรักษาเป็นเวลานานสามารถทำให้เกิดอันตรายจากความเย็นที่เรียกว่า สะท้านหนาว (สายชล, 2533)

**การสะท้านหนาว**

การสะท้านหนาว (chilling injury, low temperature injury, cold injury; CI) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเมื่อพืชได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤต แต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง โดยทั่วไปมักเกิดขึ้นกับพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Morris, 1982) ซึ่งส่วนใหญ่อาการผิดปกติทางสรีรวิทยานี้เกิดขึ้นได้กับพืชเขตร้อนเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12-15 องศาเซลเซียส และเกิดในพืชเขตหนาวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0-2 องศาเซลเซียส (จริงแท้, 2546) ผลไม้หลายชนิดไวต่อการสะท้านหนาวระหว่างเก็บรักษาในที่เย็น ซึ่งการสะท้านหนาวมักจะเป็นสิ่งแรกที่ปรากฏให้เห็นในเนื้อเยื่อส่วน pericarp (pericarp หมายถึง เนื้อเยื่อพืชที่เจริญเปลี่ยนแปลงจากผนังรังไข่ไปเป็นผล) ทำให้ผลิตผลสูญเสียคุณภาพในทางการค้า (Watkins, 2006)

อุณหภูมิวิกฤต (threshold temperature) คืออุณหภูมิต่ำสุดที่เมื่อเก็บรักษาพืชนั้นแล้วจะไม่เกิดอาการสะท้านหนาว โดยอุณหภูมิวิกฤตสามารถใช้บอกถึงระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาของพืชนั้น ๆ ที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาพืชที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตเป็นเวลานาน ทำให้อาการสะท้านหนาวปรากฏขึ้น นอกจากนั้นอุณหภูมิวิกฤตจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช พันธุ์และวัย โดยทั่วไปแล้วผลิตผลที่อายุน้อยจะไวต่ออุณหภูมิต่ำ มากกว่าผลิตผลอายุมาก (Paull, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**อาการสะท้านหนาว**

อาการสะท้านหนาวที่แสดงออกมาของพืชแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เนื้อเยื่อของพืช อายุ อุณหภูมิ ระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (Lyons and Breidenbach, 1987) และยังพบว่าอาการสะท้านหนาวจะแสดงออกชัดเจนขึ้นภายหลังจากที่ย้ายผลิตผลมาที่อุณหภูมิสูงกว่า (Whitaker, 1995) เช่น การเก็บรักษามะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน ทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้นได้ (ธเนศวร์ และ ดนัย, 2541) มะม่วงโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ปรากฏอาการฉ่ำน้ำซึ่งเป็นลักษณะอาการหนึ่งของอาการสะท้านหนาวในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (เพ็ญวิภา, 2541) การเกิดอาการสะท้านหนาวในมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18 วัน และย้ายมาเก็บที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าผลมะม่วงวัยอ่อน เกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลมะม่วงระยะกึ่งบริบูรณ์ ในขณะที่ผลระยะบริบูรณ์ไม่เกิดอาการสะท้านหนาวเลย (Mohammed and Brecht, 2002) ผลไม้เมืองหนาวมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว ต่ำกว่าผลไม้เมืองร้อน (สายชล, 2528) อุณหภูมิต่ำแสดงอาการ CI รุนแรงกว่าอุณหภูมิสูง (Paull and Rohrbach, 1985) เมื่อนำมะม่วงพันธุ์อกร่องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน ปรากฏว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการ CI รุนแรงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส (ดวงตรา, 2526) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนานขึ้น ทำให้อาการ CI รุนแรงมากขึ้น (Chaplin *et al*., 1986) เมื่อทำการเก็บรักษามะม่วงทั้ง 8 พันธุ์ ที่อุณหภูมิ 4 และ 9 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า มะม่วงพันธุ์ทองดำ น้ำดอกไม้เบอร์4 และน้ำดอกไม้สีทอง เกิดอาการสะท้านหนาวระดับมาก พันธุ์โชคอนันต์ หนังกลางวัน แรด และอกร่องทอง เกิดอาการระดับปานกลาง ส่วนพันธุ์หงสาวดีเกิดอาการน้อยมาก (สุทิน, 2548)

Morris (1982) ได้สรุปอาการสะท้านหนาวที่สามารถพบได้ในพืชทั่วไป ดังนี้

1. มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิวผล โดยผิวมีรอยบุ๋ม เนื่องจากมีการยุบตัวของเนื้อเยื่อเป็นพื้นที่กว้างเพราะมีการสูญเสียน้ำ และมีการเปลี่ยนสี

2. อาการฉ่ำน้ำของเนื้อเยื่อ เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ทำให้สารบางอย่างเคลื่อนย้ายออกจากเซลล์ ส่งผลให้เกิดความเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งอาการนี้สามารถเกิดได้ทั้งในใบ ผล และดอก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเกิดสีน้ำตาลภายในผล ท่อลำเลียง และเมล็ด

4. การเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ

5. การสุกที่ผิดปกติ

6. เร่งการเสื่อมสภาพ

7. อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

8. มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายที่สั้นลง

9. กลิ่นและรสชาติผิดปกติ

10. ชะงักการเจริญเฉพาะส่วนยอดของพืช

สำหรับอาการสะท้านหนาวที่พบในผลมะม่วง ได้แก่ มีสีผิวผลคล้ำซึ่งอาจมีสีม่วงหรือสีเทา เนื้อผลมีสีคล้ำ กลิ่นและรสชาติผิดปกติ (สายชล, 2530; Ryall and Pentzer, 1974; Pantastico *et al*., 1975) เกิดการสุกที่ผิดปกติ คือรสชาติไม่หวาน สีผิวและเนื้อพัฒนาไม่สมบูรณ์ (สายชล, 2531) เกิดรอยบุ๋มที่ผิวเปลือก (สายชล, 2537; Couey, 1982) เกิดจุดสีขาวกระจายอยู่ด้านใต้เปลือก (สุทิน, 2548) เนื้อผลที่ติดกับเปลือกหุ้มเมล็ดมีสีเทาหรือสีน้ำตาล (ทวี, 2533) endocarp มีสีน้ำตาลหรือสีดำ seed coat และ cotyledon มีสีคล้ำและร่วน (มาโนชญ์, 2534) นอกจากนี้ผลมะม่วงจะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย เพราะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายโดยเชื้อโรค (สายชล, 2537)

## สมมติฐานการเกิดอาการสะท้านหนาว

### 1. การเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์

สมมติฐานนี้มีแนวคิดจากโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เสนอโดย Signer and Nicolson (1972) ที่เรียกว่า fluid mosaic model ที่กล่าวว่าเยื่อหุ้มเซลล์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ โดยเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโมเลกุลของไขมันหรือลิพิดเรียงตัวเป็น 2 ชั้น (lipid bilayer) หันด้านปลายที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เข้าหากัน และปลายด้านที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ออกด้านนอก ซึ่งองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ส่วนนี้มีคุณสมบัติเป็นของเหลว เคลื่อนที่ไปมาได้ (fluid) และส่วนโมเลกุลของโปรตีนจะฝังแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของไขมัน (mosaic) ซึ่งมีทั้งแบบที่แทรกตัวอยู่ตลอดทั้งสองชั้นของเยื่อหุ้ม และยึดติดแค่บริเวณด้านใดด้านหนึ่งของเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้น กรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลสั้นและเป็นกรดชนิดไม่อิ่มตัวเป็นปัจจัยที่ช่วยให้เยื่อหุ้มมีสมบัติของการเป็นของเหลวดีขึ้นและทำให้เซลล์ไม่แข็งตัวภายใต้อุณหภูมิต่ำ (Alberts *et al*., 1994) และเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ทำให้กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ที่เป็นองค์ประกอบเยื่อหุ้มเปลี่ยนสถานะจากผลึกของเหลวที่ยืดหยุ่นได้ (liquid crystalline) ไปเป็นลักษณะคล้ายเจลแข็ง (solid gel) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการจัดเรียงตัวใหม่ของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการแตกของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือเป็นช่องผ่านเข้าออกของสารต่าง ๆ ได้ (cracks or channel) ส่งผลให้ความสามารถในการเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semi-permeability) ของเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง ทำให้เกิดความไม่สมดุลของอิออนภายในเซลล์ หรืออาจมีการรั่วไหลของอิออน (ion leakage) หรือประจุไฟฟ้า (electrolyte leakage) ภายในเซลล์ซึ่งชักนำให้เกิดการสะสมสารที่เป็นพิษ เช่น เอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ ทำให้เกิดอันตรายกับเซลล์ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ยังทำให้ต้องมีการเพิ่มพลังงานกระตุ้น (activation energy) ของเอนไซม์ที่เกาะอยู่กับเยื่อหุ้ม (membrane-bound enzyme) จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ช้าลง ทำให้ ATP ที่มีสะสมอยู่ลดลง (การส่งผ่าน ATP ไปยังแหล่งใช้ช้าลง) ทำให้การเคลื่อนที่ของโปรโตพลาสซึมหยุด ทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพและตายในที่สุด (Lyons, 1973) การเปลี่ยนแปลงสถานะไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิต่ำนี้สามารถเปลี่ยนกลับคืนสู่สภาพปกติได้ในกรณีที่พืชได้รับอุณหภูมิต่ำเพียงแค่ช่วงระยะเวลาสั้น ๆ แล้วนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิปกติ อันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิต่ำก็จะไม่เกิดขึ้น (สายชล, 2528) แต่ถ้ายังคงได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะนานจนเกิดความเสียหายแล้ว เยื่อหุ้มไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ (Lyons, 1973) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) จะมีความสัมพันธ์กับความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำของพืช แต่ไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่ควบคุมความไวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำของพืช (Nishida and Murata, 1996) ยังเกี่ยวข้องกับปริมาณของ สเตรอยด์ คลอเรสเตอรอล และ lipid-protein complex (Wang, 1982) การเปรียบเทียบระหว่างพืชที่ไวกับพืชที่ไม่ไวต่ออาการสะท้านหนาว พบว่าพืชที่ไม่ไวต่ออาการสะท้านหนาวมีไขมันไม่อิ่มตัวในสัดส่วนที่มากกว่าพืชที่ไวต่ออาการสะท้านหนาว (จริงแท้, 2549) ในพืชที่ทนทานต่อความเย็นหรือพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว มักมีปริมาณของไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ยังคงมีลักษณะที่อ่อนตัวและการทำงานของเซลล์ยังคงดำเนินไปเป็นปกติ (Murata *et al*., 1982; Roughan, 1985)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**2. อนุมูลอิสระ (Free radicals)**

สมมติฐานการเกิดอาการสะท้านหนาวในผักและผลไม้ เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นการตอบสนองต่อความเครียดจากสภาพการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ หรือการมีแสงมากเกินไป โดยความเครียดดังกล่าวมีผลในการกระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระ (free radicals) ชนิด reactive oxygen เช่น อนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ ($O_2\cdot$) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) และอนุมูลไฮดรอกซิล ($\cdot OH$) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งอนุมูลอิสระดังกล่าวมีผลต่อลิพิด สามารถทำลายกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ สูญเสียโครงสร้างทางกายภาพ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเยื่อหุ้มต่าง ๆ ทำให้เกิดความไม่สมดุลของกระบวนการเมตาบอลิซึม จนแสดงอาการผิดปกติที่สังเกตได้ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ (Shewfelt and Rosario, 2000)

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือโมเลกุลหรืออะตอมที่มีอิเล็คตรอนโดดเดี่ยวอยู่รอบนอก หรือรับอิเล็คตรอนเดี่ยวเพิ่มเข้ามา (Halliwell and Gutteridge, 1989) และมีอายุสั้นมาก จึงเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากต้องการจับคู่กับอิเล็คตรอนอื่นเพื่อเข้าสู่สถานะเสถียร อิเล็คตรอนที่อยู่นอกสุดนี้มีพลังงานสูงที่จะทำลายโมเลกุล หรือเคลื่อนไปยังโมเลกุลเสถียรที่อยู่ใกล้ แล้วทำให้โมเลกุลเสถียรนั้นเกิดอนุมูลอิสระได้ ในกรณีที่เกิด lipid peroxidation เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่เกิดทั้งการทำลายและการส่งผ่านอนุมูลอิสระ สารโมเลกุลใหญ่ในเซลล์ที่อ่อนแอและเกิดอนุมูลอิสระได้ง่าย ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิค อนุมูลอิสระที่มีความสามารถสูงในการทำลายองค์ประกอบต่าง ๆ ของเยื่อหุ้มได้มักมาจากอะตอมของออกซิเจน หรือที่เรียกว่า active oxygen species (AOS) หรือ reactive oxygen species (ROS) ซึ่งอนุมูลที่สำคัญได้แก่ อนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ ($O_2\cdot$) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) และอนุมูลไฮดรอกซิล ($\cdot OH$) (Hodges, 2003)

ถึงอย่างไรก็ตามตัวพืชเองก็มีกลไกควบคุมไม่ให้มีการผลิตอนุมูลอิสระมากจนเกินไปที่เรียกว่า ระบบต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant system) ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์ เช่น catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), gauiacol peroxidase (GPX) และ ascorbate peroxidase (APX) โดยเอนไซม์เหล่านี้มีผลเข้าไปเร่งการลดปริมาณของตัวดึงอิเล็คตรอนต่าง ๆ (oxidant) (จริงแท้, 2549) และที่ไม่เป็นเอนไซม์ เช่น กลูตาไธโอน (glutathione), วิตามินซี (ascorbic acid), วิตามินอี ($\alpha$-tocopherol) และเบต้าแคโรทีน ($\beta$-carotene) ระบบต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีบทบาทในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์พืช หรือแย่งจับอิเล็คตรอนอิสระ เพื่อทำให้อนุมูลอิสระหมดคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดส์ (Shewfelt and Rosario, 2000)

สมมติฐานการเกิดอาการสะท้านหนาวทั้ง 2 สมมติฐานที่ได้กล่าวมานั้นเป็นเหตุการณ์ที่คาดว่าเป็นเหตุการณ์แรก (primary injury) ซึ่งเป็นการตอบสนองของพืชที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความเสียหายที่เยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ที่สอง (secondary injury) แต่ถ้าพืชได้รับอุณหภูมิไม่ต่ำมาก หรือระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำไม่นานเกินไปแล้วกลับมาอยู่ที่อุณหภูมิปกติ (non-chilling condition) พืชก็ยังสามารถกลับสู่สภาพปกติได้ (Shewfelt, 1992) ส่วนเหตุการณ์ที่สองเป็นความผิดปกติที่เกิดเนื่องจากเหตุการณ์แรก โดยจะไม่สามารถกลับสู่สภาพปกติได้อีก ได้แก่ การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง มีการรบกวนการผลิตพลังงาน สะสมสารพิษ เช่น เอทานอล อะเซทัลดีไฮล์ และเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์ในพืชที่อ่อนแอ ทำให้เกิดความเสียหายและความสามารถที่จะซ่อมแซมเนื้อเยื่อ (Raison and Orr, 1990) โดยความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ ถ้าพืชได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตเป็นระยะเวลาสั้น ๆ พืชจะสามารถซ่อมแซมและกลับสู่สภาพเดิมได้ แต่ถ้ายังได้รับอุณหภูมิต่ำต่อไปจะทำให้ไม่สามารถซ่อมแซมเซลล์ที่เสียหายได้ และนำไปสู่การปรากฏขึ้นของอาการสะท้านหนาว โดยทั่วไปการสังเกตุอาการสะท้านหนาวจะทำได้ยาก เนื่องจากผลิตผลที่นำออกมาจากอุณหภูมิต่ำจะยังคงมีสภาพที่ดีอยู่ แต่อาการผิดปกติจะปรากฏให้เห็นชัดเจนเมื่อย้ายผลิตผลมาไว้ที่อุณหภูมิสูง เพราะอุณหภูมิสูงช่วยเร่งเหตุการณ์ที่สองให้รุนแรงมากขึ้น และทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้น โดยอาการที่ปรากฏอาจเกิดขึ้นทันที หรืออาจใช้ระยะเวลาสำหรับการพัฒนาอาการ (Saltveit and Morris, 1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## การป้องกันและการลดอาการสะท้านหนาว

### 1. การป้องกันและการลดอาการสะท้านหนาวด้วยวิธีทางกายภาพ

1.1 การใช้ความร้อน (heat treatment) ในอดีตมีการใช้ความร้อนหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อป้องกันกำจัดไข่ตัวหนอน แมลง หรือป้องกันโรคของผลิตผลหลายชนิด เช่น ดอกไม้ ผักและผลไม้ การใช้ความร้อนกับผลิตผลสดมี 3 วิธี ได้แก่ การใช้น้ำร้อน (hot water) การใช้ไอน้ำร้อน (vapour heat) และการใช้อากาศร้อน (hot air) (Lurie, 1998) ความแตกต่างของวิธีการต่าง ๆ นี้คือ การถ่ายเทความร้อน การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าแมลงศัตรู โดยใช้อุณหภูมิที่สูงมากคือ 45-65 องศาเซลเซียส ซึ่งบางครั้งการใช้ความร้อนทำให้ผลิตผลเกิดความเสียหายได้ จึงปรับใช้อุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก ประมาณ 33-46 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่นานมากกว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงมาก เพื่อช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนการเก็บรักษา ทำให้ผลไม้มีอายุการวางจำหน่ายได้นานและคุณภาพผลดี (สุกันยา, 2539) การเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ผลิตผลปรับตัวได้ทัน สันนิษฐานว่าในช่วงเวลาของการปรับสภาพแวดล้อม พืชอาจมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไขมันในเยื่อหุ้มและอาจมีการสร้างสารที่ทำให้มีความต้านทานต่ออุณหภูมิต่ำ (Wang, 1993) การตอบสนองของผลิตผลต่อความร้อนมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดหรือลักษณะทางกายภาพของผลิตผล วิธีการให้ความร้อน ช่วงระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ ในผลไม้ประเภท climacteric พบว่าความร้อนชะลอการสุกของผลได้ โดยยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์และการสังเคราะห์เอทิลีน (Klein and Lurie, 1990; Ketsa *et al*., 1999)

จากรายงานของ McCollum *et al*. (1993) พบว่ามะม่วงพันธุ์ Keitt มีความทนทานต่อสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยเมื่อทำการเก็บผลมะม่วงที่อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่ผ่านการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูงมาก่อน ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูง 34 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65% นาน 3 วัน และ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60% นาน 3 และ 4 วัน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (สุกันยา, 2539) การทดลองในกล้วยหอมทองและกล้วยน้ำว้า โดยการจุ่มผลกล้วยในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส และน้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นชุดควบคุม ที่ระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที จากนั้นนำกล้วยทั้ง 2 ชนิดไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ผลกล้วยทั้ง 2 ชนิด ที่จุ่มในน้ำร้อน เป็นเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

15 นาที สามารถยืดระยะเวลาการเกิดอาการเปลือกสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Promyou *et al*., 2008) การศึกษาการใช้อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กับผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Keitt ก่อนนำไปเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Pesis *et al*., 1996) การใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง กับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงได้ (ธเนศวร์ และ ดนัย, 2541)

การประยุกต์ใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลาสั้น ๆ (heat shock) สามารถช่วยให้ผลิตผลยังคงมีสภาพที่ดีอยู่ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำที่เหนือจุดเยือกแข็งได้ การให้ผลิตผลได้รับความร้อนในระยะเวลาสั้น ๆ จะกระตุ้นให้เกิดการสร้าง heat shock protein ซึ่งจะช่วยให้โปรตีนยังคงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลงและสามารถทำงานได้อย่างปกติภายใต้สภาวะเครียดต่างๆ จึงส่งผลให้ลดความเสียหายในผลิตผลได้ (Sabehatal *et al*., 1998; Wang *et al*., 2004)

1.2 การลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ (step wise reduction) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้พืชได้มีระยะเวลาปรับตัวก่อนเข้าสู่สภาพอุณหภูมิต่ำ จากรายงานของ Thomas and Oke (1983) พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น แต่มะม่วงที่ผ่านการปรับตัวก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ด้วยการนำไปเก็บที่สภาพอุณหภูมิ 20 และ 15 องศาเซลเซียส ก่อนเป็นเวลา 1 และ 2 วัน ตามลำดับ พบว่า ผลมะม่วงสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ได้นานขึ้น การศึกษาในผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Keitt โดยการนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 ถึง 17 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 9 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ (Pesis *et al*., 1996) นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาผลอโวกาโดที่อุณหภูมิ 6-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-6 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้ (Woolf *et al*., 2002)

1.3 การใช้อุณหภูมิสลับ (intermittent warming) โดยการเพิ่มอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาผลิตผลชั่วคราว แล้วลดอุณหภูมิต่ำลงอีกครั้ง สามารถลดอาการสะท้านหนาวในพืชได้หลายชนิด คาดว่าอาจมีการกำจัดสารพิษหรือยับยั้งการสะสมของสารพิษที่เกิดในสภาพอุณหภูมิต่ำ (Wang, 1993) โดยอุณหภูมิสูงนี้ต้องได้รับก่อนเกิดอาการสะท้านหนาว แต่ถ้าได้รับหลังจากเกิดอาการสะท้านหนาวแล้ว อุณหภูมิสูงจะเร่งให้เกิดความผิดปกติได้เร็วขึ้น Chaplin *et al*. (1986)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Kensington โดยใช้อุณหภูมิต่ำสลับกับอุณหภูมิสูง ทำให้ลดการเกิด CI ได้ จากรายงานของ วีรินทร์ (2535) พบว่า การให้อุณหภูมิสูง 10 องศาเซลเซียส สลับกับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หรือ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สลับกับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทุก 4 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ การศึกษาการใช้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน สลับทุก 3 สัปดาห์ ในระหว่างการเก็บรักษาผลเลมอนพันธุ์ Villa Franka ที่อุณหภูมิ 2 หรือ 8 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ (Cohen *et al*., 1983) การใช้อุณหภูมิสลับที่ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ กับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลส้มพันธุ์ Olinda ได้ (Schirra and Cohen, 1999)

1.4 การใช้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere), การใช้สภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere) และการเคลือบผิว การห่อหุ้มผลิตผลด้วยฟิล์มหรือถุงพลาสติกระหว่างเก็บรักษา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศรอบผลิตผล มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ออกซิเจน การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำของผลิตผลในกระบวนการหายใจ จึงทำให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศของบรรยากาศรอบ ๆ ผลิตผลที่มีสิ่งห่อหุ้มระหว่างเก็บรักษา (Kader, 1985) การลดปริมาณออกซิเจนลงและ/หรือเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น จะลดการหายใจและการผลิตเอทิลีน รวมทั้งลดการสูญเสียความแน่นเนื้อของผลิตผล และยังสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ด้วย การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศโดยการเก็บรักษาในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง และออกซิเจนต่ำ สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (Ali *et al*., 2004) Chaplin *et al*. (1986) พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Carrie, Common, Kensington และ Zill ในถุง polyethylene (PE) ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 1-15 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการ CI ได้ในทุกพันธุ์ การเก็บรักษาผลกล้วยไข่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยการใช้สภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีปริมาณของออกซิเจน 12% และคาร์บอนไดออกไซด์ 4% สามารถช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในกล้วยไข่ เช่น อาการเปลือกสีน้ำตาลได้ (Nguyen *et al*., 2003) การศึกษาการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในถุง polypropylene (PP) ที่เจาะรูเข็มหมุด 8 และ 12 รู เกิดอาการสะท้านหนาวน้อยลงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ใส่ถุง (มาโนชญ์, 2534) รายงานการบรรจุผลชมพู่พันธุ์เพชรน้ำผึ้งที่บรรจุในถาดโฟมและห่อด้วยฟิล์ม linear low density polyethylene (LLDPE) พบว่า ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไม่พบอาการสะท้านหนาว ในขณะที่ผิวผลชมพู่ที่ไม่ได้ห่อด้วยฟิล์มเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา (สมโภชน์ และ อภิญญา, 2545) นอกจากนี้ยังพบว่า การห่อหุ้มพริกหวานด้วยฟิล์มยืด polyvinyl chloride (PVC) และ LLDPE สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (ศิริลักษณ์, 2538)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้บางชนิดสามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ เนื่องจากไขมันจากสารเคลือบผิวช่วยจำกัดการถ่ายเทอากาศ ทำให้ภายในผลมีปริมาณออกซิเจนต่ำ (Ben-Yehoshua, 1985) ทำให้เอนไซม์ PPO ทำงานได้น้อยลง สารประกอบฟีนอลจึงไม่ถูกออกซิไดส์และไม่เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาล จึงไม่ปรากฏอาการผิดปกติขึ้น เช่น ในการเคลือบผิวผลอโวกาโดด้วยสารเคลือบผิว 6% แล้วบรรจุถุงพลาสติก สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (Baskaran *et al*., 2002) การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ผลที่ไม่ได้เคลือบผิวจะเกิดอาการสะท้านหนาวเร็วกว่าผลที่เคลือบผิวด้วย Sta Fresh 30% 8 วัน และเร็วกว่าผลที่เคลือบผิวด้วย Citrus Shine 40% และ 60% 12 วัน (ธรรมภรณ์, 2534)

**2. การป้องกันและลดอาการสะท้านหนาวด้วยวิธีการใช้สารเคมี**

2.1 1-Methylcyclopropene (1-MCP) สาร 1-MCP เป็นสารยับยั้งการตอบสนองของเนื้อเยื่อต่อเอทิลีน โดยเข้าจับกับตัวรับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ (Sisler and Serek, 1997) การใช้ 1-MCP จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษารวมทั้งการช่วยลดความรุนแรงของการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ผลดีของการใช้ 1-MCP ในผักและผลไม้ ได้แก่ ยับยั้งการหายใจและการผลิตเอทิลีน การอ่อนนุ่มของผลช้าลง ขัดขวางการเปลี่ยนสีผิว ยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ในที่เย็น และอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวที่ชักนำอาการ โดยเอทิลีนเกิดขึ้นน้อยลง (Watkins, 2006) เช่น การรมผลอะโวกาโดด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 300 nl $l^{-1}$ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าการใช้ 1-MCP สามารถช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้ (Hershkovitz *et al*., 2005) การใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 4.5 nmol $l^{-1}$ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดอาการไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (Selvarajah *et al*., 2001) และการใช้ 1-MCP สามารถป้องกันและช่วยลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลส้มได้ (Dou *et al*., 2005)

2.2 Salicylic acid (SA) สาร SA และอนุพันธ์ของ SA เป็นโมเลกุลสัญญาณที่พืชสร้างขึ้นหลังจากได้รับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม รวมทั้งหลังจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้พืชมีกลไกในการป้องกันตัวเอง โดยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ (Klessig and Malumy, 1994) การใช้สาร SA ในการลดอาการสะท้านหนาว เช่น จากการทดลองจุ่มผลท้อในสารละลาย SA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.35, 0.7 และ 1 mM เป็นเวลา 5 นาที และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน แล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นเวลา 3 วัน พบว่า ผลท้อที่จุ่มในสารละลาย SA ที่ความเข้มข้น 1 mM มีประสิทธิภาพในการลดอาการสะท้านหนาวมากที่สุด (Wang *et al*., 2005)

2.3 Methyl jasmonate (MeJA) สาร MeJA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พบในพืช ควบคุมพัฒนาการในพืชและตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณภายในพืชที่เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสภาวะเครียด (Wasternack, 2004) MeJA เป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเอนไซม์ lipoxygenase (González-Aguilar *et al*., 2006) และกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่ควบคุม alternative oxidase ทำให้ลดปริมาณอนุมูลอิสระ ทำให้อาการสะท้านหนาวลดลง (Meir *et al*., 1996; Diang *et al*., 2001; Fung *et al*., 2004) การใช้สาร MeJA ในการลดอาการสะท้านหนาว เช่น จากการศึกษาของ Wang and Buta (1994) พบว่าการใช้ MeJA สามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลแตงซูกินีได้ และการใช้ MeJA กับมะละกอที่ความเข้มข้น $10^{-5}$ หรือ $10^{-4}$ M เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สามารถช่วยลดอาการสะท้านหนาวและลดการสูญเสียความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บรักษาได้ (González-Aguilar *et al*., 2003)

2.4 แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) สาร $CaCl_2$ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังเซลล์ (จริงแท้, 2546) จากการศึกษาโดยให้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วแช่ผลในสารละลาย ($CaCl_2$) ความเข้มข้น 5% นาน 30 นาที สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลละมุดได้ (อนันต์ และคณะ, 2545) ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2.5% ด้วยวิธี infiltration ที่ความดัน 600 หรือ 450 มิลลิเมตรปรอท และ ความเข้มข้น 5.0% ที่ความดัน 600 มิลลิเมตรปรอท ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยลง (ธเนศวร์, 2541) และการให้สารละลาย ($CaCl_2$) กับสับปะรดพันธุ์ Mauritius โดยให้สาร 1.3 กรัมต่อผล ทุก 2 สัปดาห์ สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ (Hewajulige *et al*., 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะม่วงที่ใช้ในการทดลองมีสองพันธุ์ คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ซึ่งใช้จากสวนเดียวกัน ของเกษตรกรในตำบลทองหลาง อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี ผลมะม่วงจากสวนนี้ได้มีการห่อผลด้วยถุงกระดาษสีน้ำตาลระหว่างการเจริญเติบโตเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ทำการเก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และพันธุ์โชคอนันต์เมื่อมีอายุประมาณ 110 – 120 วันหลังออกดอก ทำการคัดเลือกผลให้มีความสม่ำเสมอ ปราศจากบาดแผลและตำหนิจากโรคและแมลง บรรจุลงตะกร้าพลาสติกที่รองด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์หนา 2 ชั้น ขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มายังห้องปฏิบัติการวิจัยภายใน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นตัดขั้วผลเพื่อให้ยางไหลออกจากผล คัดความสม่ำเสมอของความบริบูรณ์โดยวิธีการลอยผลมะม่วงในน้ำที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ โดยเลือกเฉพาะผลแก่ที่จมน้ำ ส่วนผลที่ลอยน้ำคือผลที่อ่อนอยู่ไม่สามารถนำมาใช้ในการทดลองได้ หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดผลด้วยสารละลาย sodium hypochlorite ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 200 ppm และจุ่มในสารละลาย azoxystrobin ความเข้มข้น 250 ppm เป็นเวลา 5 นาที เพื่อป้องกันโรคเน่าของผล แล้ววางผลมะม่วงไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

**การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของมะม่วง 2 พันธุ์ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design ; CRD) จัดสิ่งทดลองแบบ 2 × 2 factorial ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้
ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์มะม่วง ได้แก่ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์
ปัจจัยที่ 2 คือ อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ ได้แก่ 4 และ 12 องศาเซลเซียส

ในการวางแผนทดลองกำหนดให้แต่ละ treatment มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 3 ผล เก็บรักษาผลมะม่วงในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน การบันทึกข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการบันทึกข้อมูลทันทีหลังจากการเก็บรักษาทุก ๆ 5 วัน คือวันที่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ของการเก็บรักษา และอีกกลุ่มบันทึกข้อมูลหลังจากเก็บรักษาทุก ๆ 5 วัน แล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 63-65 เปอร์เซ็นต์) นาน 3 วัน เพื่อให้อาการสะท้านหนาวแสดงออกเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบันทึกผลการทดลอง

1. ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว

ประเมินและบันทึกการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วง โดยสังเกตความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวเปลือกและเนื้อผลติดเมล็ด ได้แก่ เปลือกเกิดอาการสีน้ำตาลคล้ำหรือสีม่วงคล้ำ ผิวเปลือกยุบตัว (pitting) เกิดจุดสีขาวกระจายอยู่ใต้เปลือก เนื้อรอบ ๆ จุดมีสีน้ำตาลหรือเทาคล้ำและเนื้อติดเมล็ดเกิดอาการเนื้อแข็งสีน้ำตาลคล้ำหรือสีม่วงคล้ำ เป็นต้น ให้คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวและประเมินค่าเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายของพื้นที่ทั้งหมดของผิวเปลือกและเนื้อผลบริเวณที่ติดเมล็ด

การประเมินอาการสะท้านหนาว โดยให้คะแนนแล้วคำนวณดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว (Chidtragool *et al*., 2011)

1.1 อาการที่ผิวเปลือก แบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนน ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ดังนี้

1 = ผิวเปลือกไม่มีอาการ
2 = เกิดอาการที่ผิวเปลือกน้อยกว่า 10% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
3 = เกิดอาการที่ผิวเปลือก 11 - 25% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
4 = เกิดอาการที่ผิวเปลือก 26 - 50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด
5 = เกิดอาการที่ผิวเปลือกมากกว่า 50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

1.2 อาการที่เนื้อผลติดเมล็ด แบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนน ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ดังนี้

1 = ไม่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่เนื้อผลติดเมล็ด
2 = เกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า 10% ที่เนื้อผลติดเมล็ด
3 = เกิดสีน้ำตาล 11 - 25% ที่เนื้อผลติดเมล็ด
4 = เกิดสีน้ำตาล 26 - 50% ที่เนื้อผลติดเมล็ด
5 = เกิดสีน้ำตาลมากกว่า 50% ที่เนื้อผลติดเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คะแนนอาการที่ผิวเปลือกและอาการที่เนื้อผลติดเมล็ด จะมาคำนวณแยกกันเป็นดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว (Concellón *et al*., 2004) ดังสูตร

$$\text{ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว} = \frac{\text{ระดับคะแนน} \times \text{จำนวนผลที่เกิดอาการที่ระดับคะแนนนั้น}}{\text{จำนวนผลทั้งหมดใน Treatment}}$$

2. อายุการเก็บรักษา

กำหนดให้ผลมะม่วงหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อดัชนีอาการสะท้านหนาวมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2

3. การเปลี่ยนแปลงสี

วัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อผล วัดผลละ 2 ตำแหน่ง โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta CR 300 ในระบบ CIE รายงานผลเป็นค่า L*, a*, b*, C* และ hue

ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง โดยมีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ไปจนถึง 100 (สีขาว)
ค่า a* ค่าเป็น บวก หมายถึง ความเป็นสีแดง ค่าเป็น ลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว
ค่า b* ค่าเป็น บวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง ค่าเป็น ลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน
ค่า C* (chroma) หมายถึง ค่าความเข้มของสี
ค่า hue (hue angle) หมายถึง ค่ามุมของสี มีหน่วยเป็นองศา โดย 0° = สีแดง,
90° = สีเหลือง, 180° = สีเขียว และ 270° = สีน้ำเงิน

ในการศึกษาในครั้งนี้รายงานผลที่วัดได้เป็นค่า L*, a* และ b* เท่านั้น

4. ความแน่นเนื้อ

วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง penetrometer (Effegi, Italy) ซึ่งใช้หัวรับแรงกดทรงกระบอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 เซนติเมตร สำหรับผลดิบ และ 0.8 เซนติเมตร สำหรับผลสุก กดลงบนเนื้อมะม่วงที่ปลอกเปลือกแล้วบริเวณแก้มผลทั้งสองข้างลึก 0.5 เซนติเมตร แล้วอ่านค่าแรงที่วัดได้มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากนั้นคำนวณค่าที่ได้เป็นนิวตันต่อตารางเซนติเมตร (N/cm2)

ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) = ค่าที่วัดได้ (กิโลกรัม) × 9.807

5. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) (A.O.A.C., 1990)

นำน้ำคั้นจากเนื้อมะม่วงทั้งผลปริมาตร 5 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน NaOH ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้ phenolpthalein 1% เป็น indicator จำนวน 1-2 หยด ไทเทรตจนกระทั่งถึงจุดยุติ (end point; pH = 8.1) คือจุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู จากนั้นนำค่าปริมาตรสารละลายด่างมาตรฐาน NaOH ที่ใช้ไปมาคำนวณปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ จากสูตร

$$\% \text{ TA} = \frac{(\text{ml NaOH}) \times (\text{N NaOH}) \times (\text{meq.wt. of citric acid}) \times 100}{\text{ml sample}}$$

โดย ml NaOH = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตน้ำคั้น (มิลลิลิตร)

N NaOH = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต (นอร์มอล)

meq.wt. of citric acid = 0.06404

ml sample = ปริมาตรน้ำคั้นที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

6. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids: SS)

นำน้ำคั้นจากเนื้อมะม่วงทั้งผล หยดลงบน hand refractometer (Atago, Japan) ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือองศาบริกซ์ โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวปรับศูนย์

7. ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid: AA) (A.O.A.C., 1990)

นำน้ำคั้นจากเนื้อมะม่วงทั้งผลปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.24 M oxalic acid 5 มิลลิลิตร นำมาไทเทรตกับสารละลาย 0.86 mM 2,6-dinitrochlorophenol จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างเป็นสีชมพู คำนวณปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นผลไม้ 100 มิลลิลิตร มีหน่วยเป็น mg/100 ml น้ำคั้น

8. การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) โดยดัดแปลงวิธีการของ González-Aguilar *et al*. (2004)

ตัดเปลือกมะม่วงและเนื้อผลติดเมล็ดหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร โดยใช้ cork borer ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง แล้วใส่ในขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายแมนนิทอล (mannitol) 0.3 M ปริมาตร 30 มิลลิลิตร นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 140 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง conductometer (TH 27, Israel) แล้วนำไปเข้าเครื่อง autoclave อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้ง นำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุ} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าก่อนเข้า autoclave}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าหลังเข้า autoclave}} \times 100$$

9. การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์

9.1 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD)

9.1.1 การสกัด โดยดัดแปลงวิธีการของ Chaiprasart (2001)

เติม phosphate buffer ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ pH 7.0 ปริมาตร 15 มิลลิลิตรที่ประกอบด้วย ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) เข้มข้น 3 มิลลิโมลาร์ Triton x-100 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ polyvinyl polypyrrolidone (PVPP) เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงในเปลือกมะม่วงจำนวน 3 กรัม ที่ผ่านการแช่แข็งด้วยไนโตรเจนเหลว บดตัวอย่างให้ละเอียดที่อุณหภูมิต่ำ กรองสารละลายด้วยผ้าก็อซ (absorbent cotton, 24 × 20 mesh) หนา 4 ชั้น นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 15,000g เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บสารละลายส่วนใสเพื่อใช้วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.1.2 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ SOD โดยดัดแปลงวิธีการของ Ukeda *et al.* (1997)

ดูดสารละลายส่วนใสที่ได้จากขั้นตอนการสกัด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ ความเข้มข้น 50 mM pH 8.0 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร สารละลาย EDTA ความเข้มข้น 3 mM สารละลาย xanthine ความเข้มข้น 3 mM และสารละลาย 2,3-bis(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2-H-tetrazolium-5-carboxanilide (XTT) ความเข้มข้น 0.75 mM อย่างละ 0.1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย xanthine oxidase (XO) ความเข้มข้น 140 mU/ml ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที วัดการเปลี่ยนแปลงของการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 470 นาโนเมตร ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น unit/g protein

9.2 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT)

9.2.1 การสกัด

นำเปลือกมะม่วง 0.5 กรัม มาบดละเอียดในสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 M pH 7.0 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 17,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เก็บสารละลายส่วนใส (crude extract) เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์

9.2.2 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ CAT ดัดแปลงวิธีการของ Aebi (1983)

ดูดสารละลายส่วนใสที่ได้จากขั้นตอนการสกัด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย $H_2O_2$ ความเข้มข้น 5 mM ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง 240 นาโนเมตร เทียบค่าที่อ่านได้ กับกราฟมาตรฐานของ $H_2O_2$ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น unit/g protein

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.3 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX)

9.3.1 การสกัด

ใช้วิธีการสกัดเช่นเดียวกับการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ CAT

9.3.2 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX) โดยดัดแปลงวิธีของWang *et al.* (2005)

ผสมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัพเฟอร์ (pH 7) ความเข้มข้น 0.1 M สารละลาย guaicol ความเข้มข้น 8 mM สารละลาย $H_2O_2$ ความเข้มข้น 24 mM และ ส่วนใสให้เข้ากัน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น unit/g protein

9.4 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

9.4.1 การสกัด

ใช้วิธีการสกัดเช่นเดียวกับการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ CAT

9.4.2 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) โดยดัดแปลงวิธีการของ Ali *et al*. (2005)

ปฏิกิริยาประกอบด้วย สารละลาย ascorbic acid เข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ที่เตรียมใน phosphate buffer ใช้ crude extract ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในหลอดทดลอง เท่ากับ 0.1 mM กิจกรรมของเอนไซม์ ascorbate peroxidase วัดได้จากการเกิด oxidation ของ ascorbate (extinction coefficient 2.8 mM $cm^{-1}$ ) จากการลดลงของค่าดูดกลืนแสงที่ระดับความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น unit/g protein

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. วัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชันในรูปของ total Antioxidant Capacity (TAC) โดยตรวจสอบด้วยวิธี The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) Assay (Benzie and Strain, 1996) ซึ่งเป็นวิธีตรวจสอบ TAC ในรูปที่ละลายน้ำได้เท่านั้น

10.1 การสกัด

นำตัวอย่างหั่นละเอียดจำนวน 1 กรัม เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 มิลลิลิตร เติม polyvinylpolypyrolidone (PVPP) 4 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ปั่นตัวอย่างให้ละเอียด แล้วนำไปกรองด้วยผ้าก็อต (absorbent cotton, 24×20 mesh) หนา 4 ชั้น นำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 20,000 g เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บสารละลายส่วนใสเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ TAC ต่อไป

การเตรียมสารละลาย FRAP reagent ประกอบด้วย

ก. สารละลายอะซิเตตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 30 mM pH 3.6 โดยเตรียมจาก sodium acetate trihydrate ($CH_3COONa.3H_2O$) และกรดอะซิติกเข้มข้น ($CH_3COOH$)

ข. สารละลาย 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ) ความเข้มข้น 10 mM ในกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 40 mM

ค. สารละลาย Iron (III) chloride hexahydrate pure ($FeCl_3.6H_2O$) ความเข้มข้น 20 mM ในน้ำ deionized

ผสมสารละลายทั้งสามในอัตราส่วน ก.: ข.: ค. = 10 : 1 : 1 (ผสมใหม่ทุกครั้งที่ใช้ในการวิเคราะห์)

10.2 การวิเคราะห์

นำสารละลายส่วนใสที่สกัดได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมลงในสารละลาย FRAP reagent 2.4 มิลลิลิตร ตั้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 593 นาโนเมตร เทียบค่าที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานของ ferrous tripyridyltriazine ($Fe^{II}$-TPTZ) โดยใช้สารละลาย Iron (II) sulfate heptahydrate pure ($FeSO_4.7H_2O$) ความเข้มข้น 0.1-0.9 mM ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลาย ก. ปริมาตร 2 มิลลิลิตรสารละลาย ข. ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร และน้ำ deionized ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น FRAP value (mmol/l)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้อุณหภูมิสูงในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**

จากผลการทดลองที่ 1 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือก เมื่อนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในขณะที่ผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดในช่วงท้ายของการเก็บรักษาเท่านั้น ดังนั้นจึงดำเนินการตามวิธีการของสุกันยา (2539) โดยนำผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มาวางบนภาชนะบรรจุผลมะม่วงและคลุมภาชนะด้วยถุงพลาสติก เปิดปากถุงเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนัก ขณะผลมะม่วงได้รับอุณหภูมิสูง แล้วนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วจึงนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว) เป็นระยะเวลา 20 วัน ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design ; CRD) ทำการกำหนดโดยให้แต่ละ treatment แบ่งเป็น 5 ซ้ำ ๆ ละ 3 ผล การบันทึกข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการบันทึกข้อมูลทันทีหลังจากการเก็บรักษาทุก ๆ 5 วัน คือวันที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของการเก็บรักษา และอีกกลุ่มบันทึกข้อมูลหลังจากเก็บรักษาทุก ๆ 5 วัน แล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน เพื่อให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาว

การบันทึกผลการทดลอง

1.ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว

2. อายุการเก็บรักษา

3. การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์

3.1 กิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD)

3.2 กิจกรรมของเอนไซม์ catalase (CAT)

3.3 กิจกรรมของเอนไซม์ guaicol peroxidase (POX)

3.4 กิจกรรมของเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

4. วัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชันในรูปของ total Antioxidant Capacity (TAC) โดยตรวจสอบด้วยวิธี The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) Assay (Benzie and Strain, 1996) โดยมีรายละเอียดของวิธีการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) จากนั้นทดสอบโดยละเอียดถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง**

ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการทดลอง ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 – ตุลาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ผลและวิจารณ์

## ผล

**การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลมะม่วง 2 พันธุ์ ระหว่างเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ**

1.1 การเกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) ที่เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีผิวสีน้ำตาลเข้ม สีเทาคล้ำไปจนถึงสีดำกระจายทั่วผลและพบการยุบตัวของผิวผลบริเวณที่เป็นสีดำด้วย ส่วนพันธุ์โชคอนันต์มีผิวสีน้ำตาลส่วนมากจะปรากฏเป็นบริเวณกว้างมากกว่าพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 แต่ไม่พบการยุบตัวของผิวผล

2) ที่เนื้อผลด้านในหลังจากปอกเปลือกออกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีสีขาวไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มและปรากฏเส้นใยสีน้ำตาลเข้มให้เห็นบ้าง ส่วนพันธุ์โชคอนันต์มีสีขาวไปจนถึงน้ำตาลอ่อนและปรากฏเส้นใยสีน้ำตาลให้เห็นเช่นกัน นอกจากนั้นยังพบว่ามีลักษณะสีขาวคล้ายแป้งกระจายทั่วทั้งผล

3) ที่เนื้อติดเมล็ดของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีสีขาวปรากฏให้เห็นและเกิดการเป็นช่องว่างในเนื้อผล ส่วนพันธุ์โชคอนันต์ไม่ปรากฏอาการให้เห็น

4) ที่เมล็ดของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ปรากฏเส้นใยเป็นสีน้ำตาลให้เห็น ส่วนพันธุ์โชคอนันต์ไม่ปรากฏอาการให้เห็น (ภาพที่ 1)

การศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า อิทธิพลปัจจัยพันธุ์ไม่มีผลต่อความแตกต่างในการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน

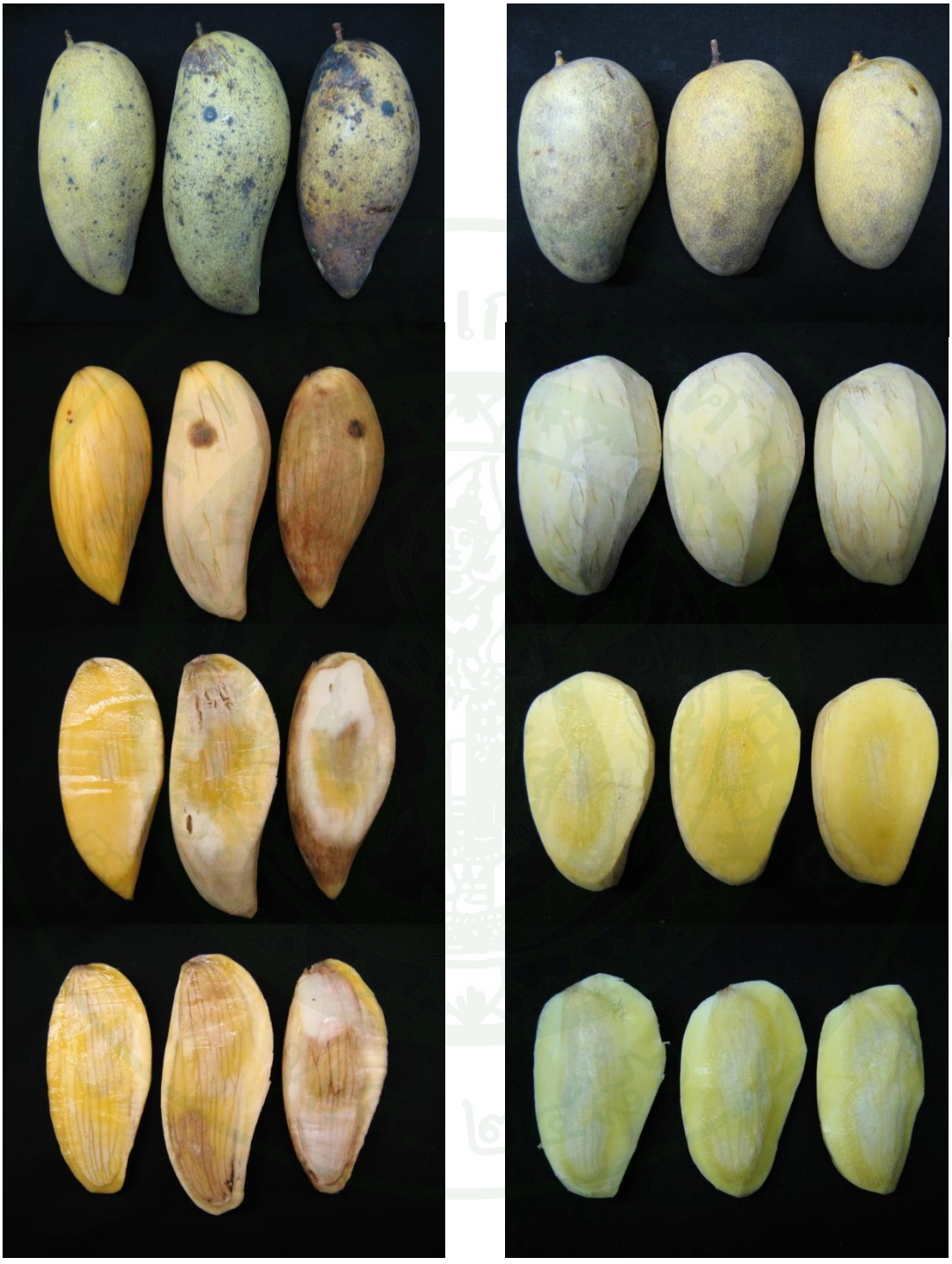
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่อุณหภูมิเก็บรักษามีผลต่อความแตกต่างในการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของมะม่วงทั้งสองพันธุ์ ทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และไม่พบอิทธิพลร่วมของพันธุ์กับอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีผลต่อความแตกต่างในการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) ส่วนที่เนื้อติดเมล็ด ปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลต่อความแตกต่างในการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางผนวกที่ 3 และ 4)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาพบว่า ผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวที่เปลือกในวันที่ 5 การเก็บรักษามีอาการมีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นไปจนถึงระดับคะแนนสูงสุดตั้งแต่วันที่ 20 เป็นต้นไป ขณะที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 10 และมีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนมีคะแนนสูงสุดในวันที่ 30 ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบอาการสะท้านหนาวที่เปลือกเพียงเล็กน้อยในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ในวันที่ 30 เท่านั้น เนื่องจากผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เกิดการสุกขึ้นในวันที่ 30 สำหรับเนื้อติดเมล็ดเกิดอาการสะท้านหนาวเพียงเล็กน้อยเฉพาะผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ในวันที่ 25 และ 30 เท่านั้น เนื่องจากเกิดการสุกเกิดขึ้น

เมื่อนำออกจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมาวางยังอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ มีอาการสะท้านหนาว ทั้งที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ดในลักษณะเดียวกับผลที่เก็บข้อมูลทันทีหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีอาการที่รุนแรงกว่า ซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีคะแนนระดับสูงสุดตั้งแต่วันที่ 15 ส่วนที่เปลือกผลมะม่วงโชคอนันต์มีคะแนนระดับสูงสุดตั้งแต่วันที่ 20 (ภาพที่ 2 และ 3)

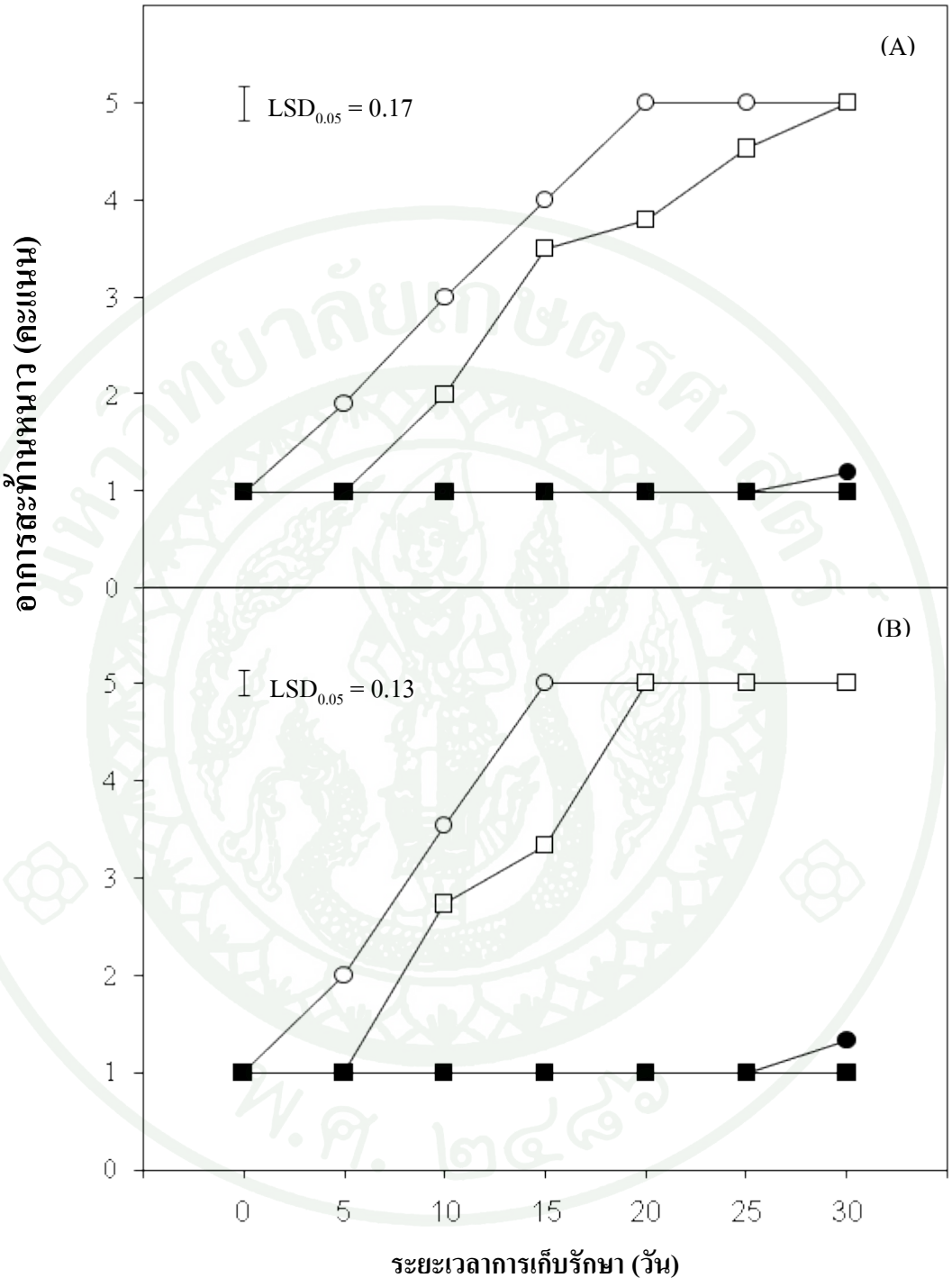
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



**A** **B**

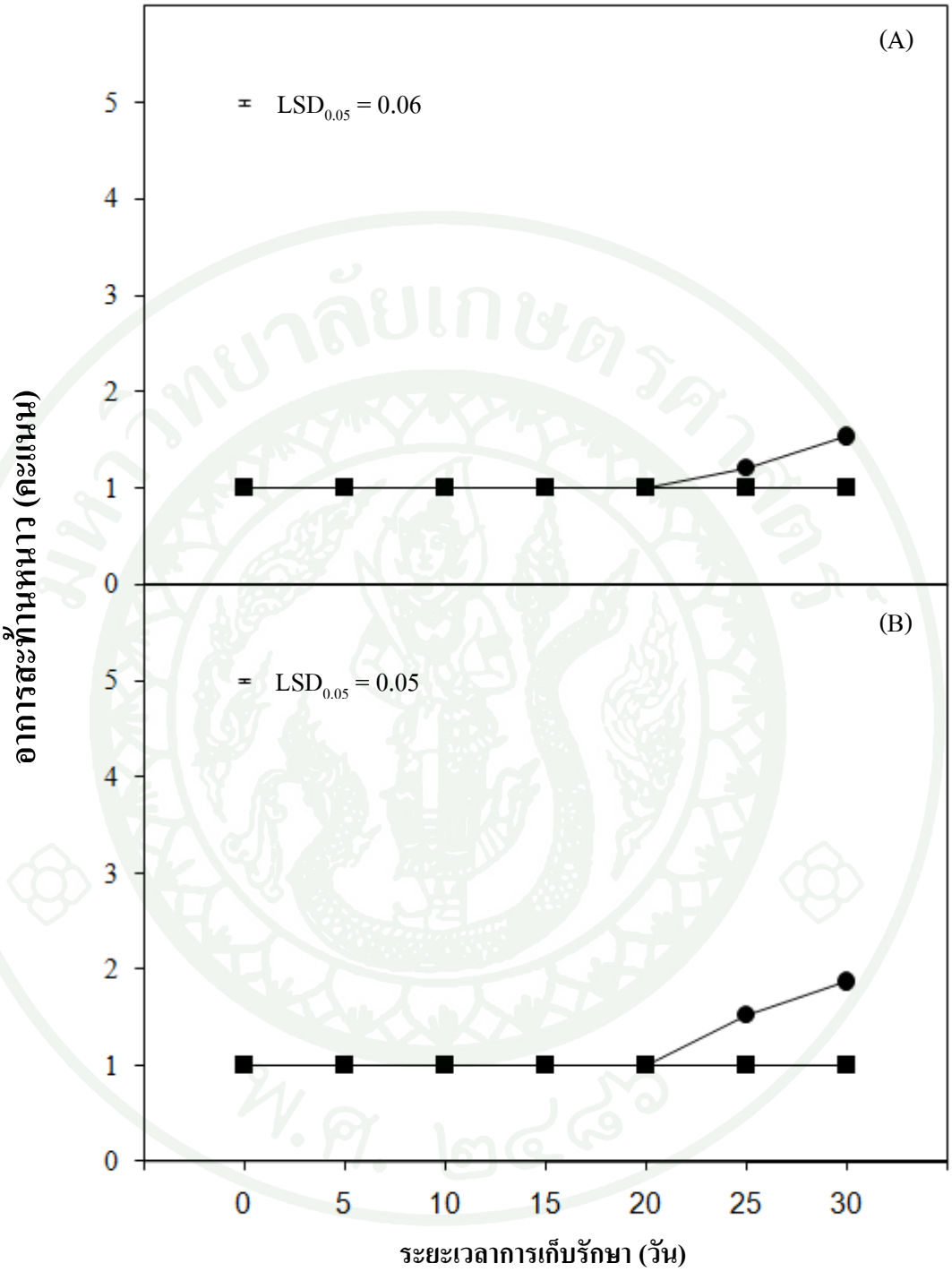
**ภาพที่ 1** อาการสะท้านหนาวที่เปลือก, เนื้อ, เนื้อติดเมล็ด และเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้-เบอร์4 (A) และโชคอนันต์ (B) หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 2** อาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 3** อาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือก โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 5 และ 10 วันตามลำดับ ส่วนมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ไม่พบอาการสะท้านหนาวที่เปลือก มีอายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ตารางที่ 1)

อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงที่นำมาวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือก โดยมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีอายุการเก็บรักษาไม่ถึง 10 วัน ส่วนมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีอายุการเก็บรักษานาน 15 วัน และมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ไม่พบอาการสะท้านหนาวที่เปลือก มีอายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 1** อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส

| พันธุ์ | อายุการเก็บรักษา (วัน) | |
|---|---|---|
| | 4 องศาเซลเซียส | 12 องศาเซลเซียส |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 5 * | 30 ns |
| โชคอนันต์ | 10 | 30 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน

| พันธุ์ | อายุการเก็บรักษา (วัน) | |
|---|---|---|
| | 4 องศาเซลเซียส | 12 องศาเซลเซียส |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | น้อยกว่า 10 * | 30 ns |
| โชคอนันต์ | 15 | 30 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 การเปลี่ยนแปลงค่าสี

ค่า L*

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อค่าความสว่าง (L*) ที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ดของมะม่วงทั้งสองพันธุ์ พบว่าที่เปลือก อุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ตั้งแต่วันที่ 15 ของการเก็บรักษาทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนพันธุ์ไม่มีอิทธิพลทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลต่อค่า L* ของเนื้อติดเมล็ดทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 5 ถึง 8)

เปลือกที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาของมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ค่า L* ลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาใกล้เคียงกัน เนื่องจากเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อน เป็นสีเขียวที่เข้มขึ้น จนในวันที่ 15 เปลือกของมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เริ่มมีสีคล้ำและเกิดการยุบตัวเกิดขึ้นมาก ทำให้ค่า L* ลดลงต่ำกว่าของมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ซึ่งค่า L* เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา เพราะเปลือกยังคงเป็นสีเขียว (ภาพที่ 4A) เปลือกที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและนำมาวางที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่า L* เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยในช่วงแรกของการเก็บรักษา จนในวันที่ 15 มะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า L* ลดลงต่ำกว่ามะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เนื่องจากสีเปลือกเริ่มมีสีคล้ำและเกิดการยุบตัวเกิดขึ้น (ภาพที่ 5A)

เนื้อติดเมล็ดที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาของมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่า L* ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยมีค่า L* เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่า L* ค่อนข้างน้อยไปจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บรักษา เนื่องจากเนื้อติดเมล็ดยังคงมีสีขาวอยู่ (ภาพที่ 6A) เนื้อติดเมล็ดที่วัดค่าหลังเก็บรักษาและนำมาวางที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่า L* ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยมีค่า L* เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยในช่วงแรก จนในวันที่ 15 ค่า L* เริ่มลดลงไปจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บรักษา เนื่องจากเนื้อติดเมล็ดเริ่มเป็นสีเหลืองที่เกิดจากการสุก (ภาพที่ 7A)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่า a*

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อค่า (a*) ที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ดของมะม่วงทั้งสองพันธุ์ พบว่าที่เปลือก ปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่า a* ในมะม่วงที่วัดค่าหลังเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เท่านั้น ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนที่เนื้อติดเมล็ด ปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงค่า a* ในมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาเท่านั้น ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เช่นกัน (ตารางผนวกที่ 9 ถึง 12)

เปลือกของมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a*ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ (ภาพที่ 4B) เปลือกของมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองมีค่า a* เพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ โดยที่มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าสูงกว่าน้ำดอกไม้ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 5B)

เนื้อติดเมล็ดของมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า a* ค่อยๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยที่มะม่วงโชคอนันต์มีค่าสูงกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 6B) เนื้อติดเมล็ดของมะม่วงวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ มีค่า a* ค่อยๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยใกล้เคียงกันไปตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 7B)

ค่า b*

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษา ที่มีต่อค่า b* ที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ดของมะม่วงทั้งสองพันธุ์ พบว่าที่เปลือก พันธุ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแตกต่างของค่า b* ทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของค่า b* ตั้งแต่วันที่ 15 ของทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เช่นกัน ส่วนในเนื้อติดเมล็ดทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน

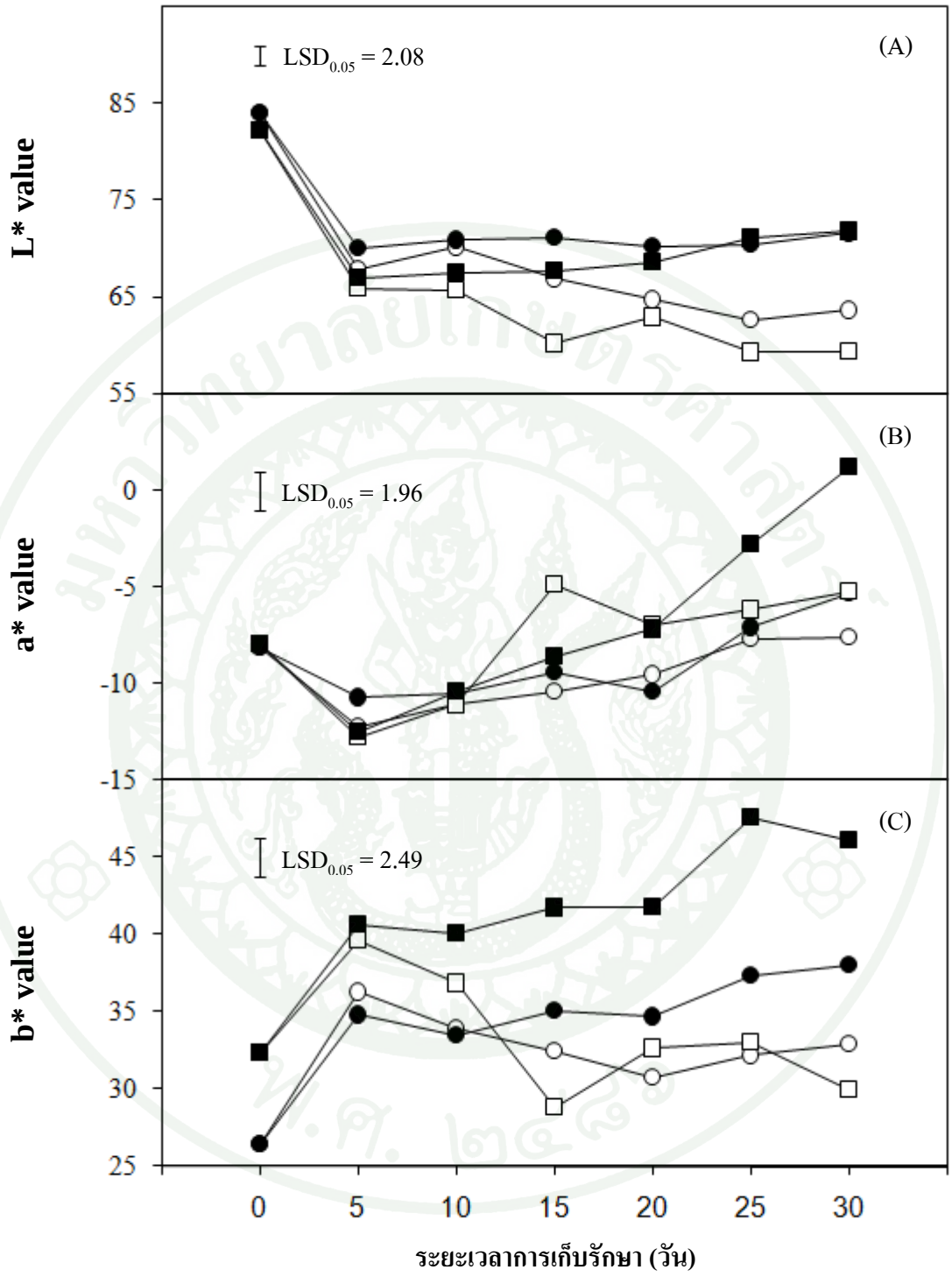
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่าพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อความแตกต่างของค่า b* ส่วนอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของค่า b* ตั้งแต่วันที่ 15 ในมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาเท่านั้น ในมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลต่อความแตกต่างของ ค่า b* (ตารางผนวกที่ 13 ถึง 16)

เปลือกของผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีในช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 – 10) มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* สูงกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ จนกระทั่งวันที่ 15 มะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการพัฒนา ค่า b* เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวไปสู่สีเหลือง ส่วนมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงเนื่องจากสีเปลือกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีคล้ำขึ้น (ภาพที่ 4C) และในช่วงท้ายของการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เริ่มมีค่า b* เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสุกเกิดขึ้น เปลือกของมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีค่า b* คล้ายกับผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา แต่มีค่าสูงมากกว่า (ภาพที่ 5C)

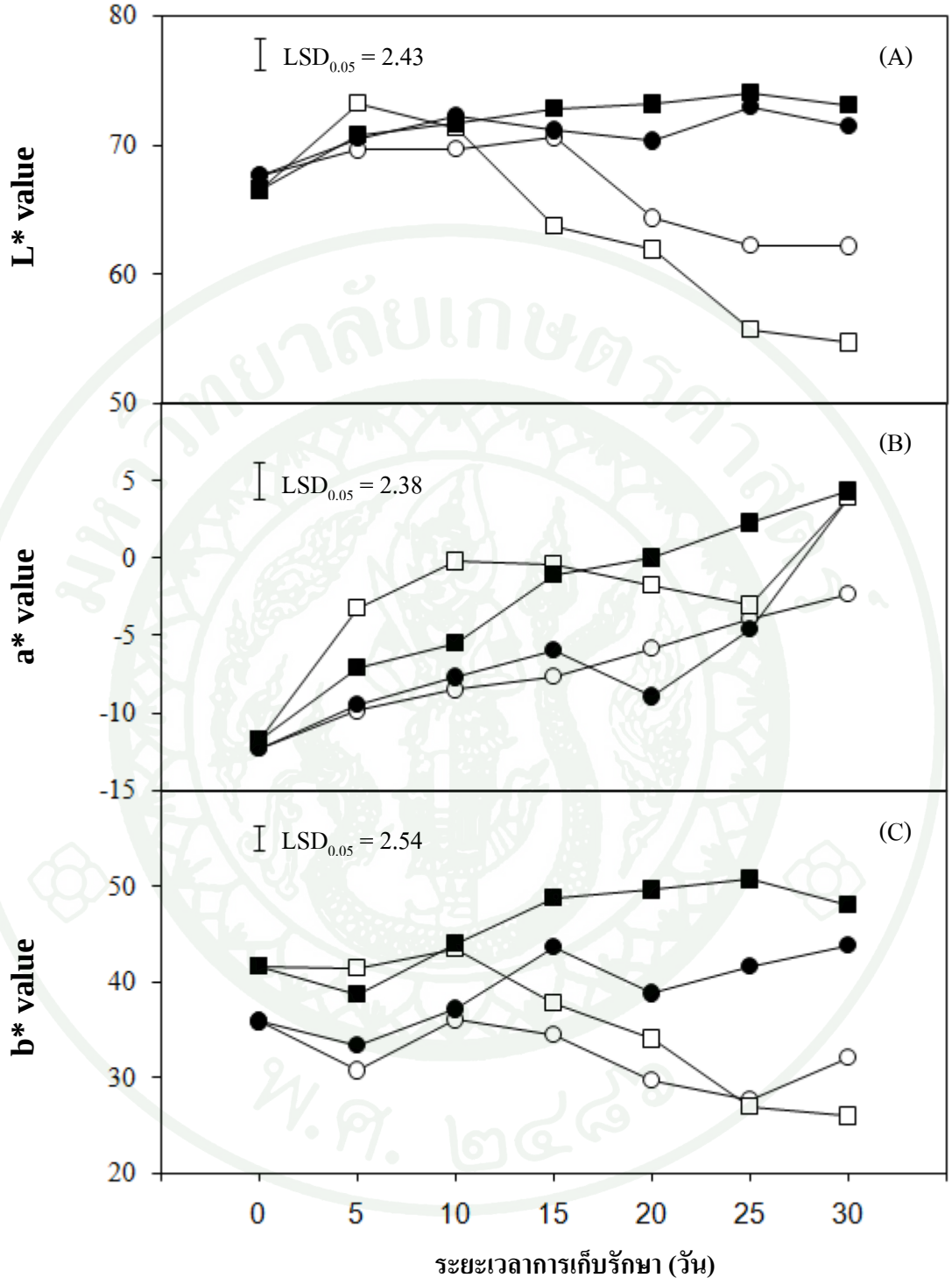
เนื้อติดเมล็ดของมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ในช่วงแรกของการเก็บรักษามีค่า b* ใกล้เคียงกัน จนกระทั่งวันที่ 25 พบว่ามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเนื้อติดเมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลง (มีการพัฒนาสีไปเป็นสีเหลืองขาวๆ) (ภาพที่ 6C) และในช่วงท้ายของการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เริ่มมีค่า b* เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการสุกเกิดขึ้น ผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* ใกล้เคียงกันในช่วงแรกของการเก็บรักษา จนกระทั่งวันที่ 15 พบว่ามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่า b* เพิ่มมากขึ้นมากกว่าผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ส่วนมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า b* ลดลงมากกว่า (ภาพที่ 7C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



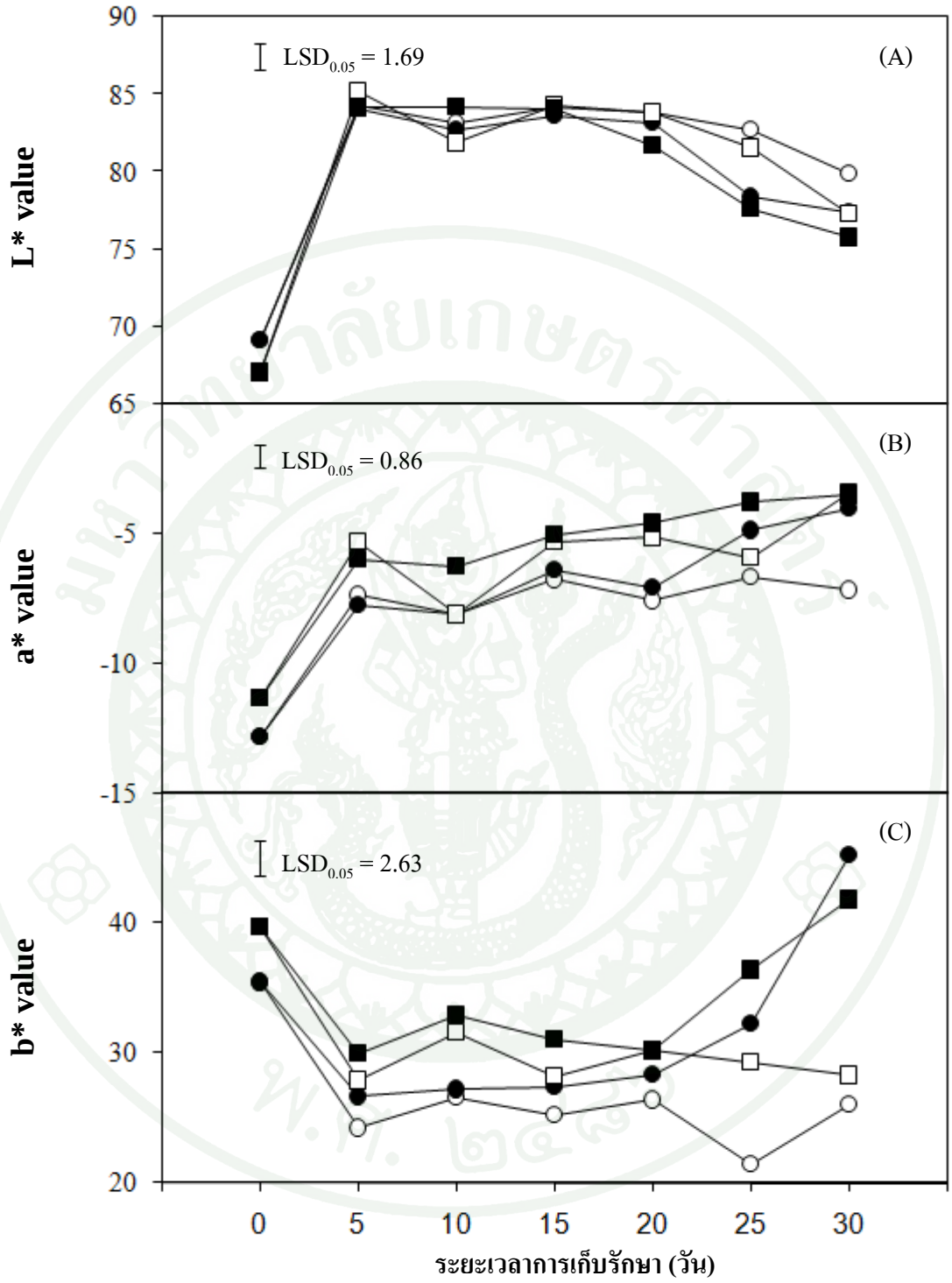

**ภาพที่ 4** ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



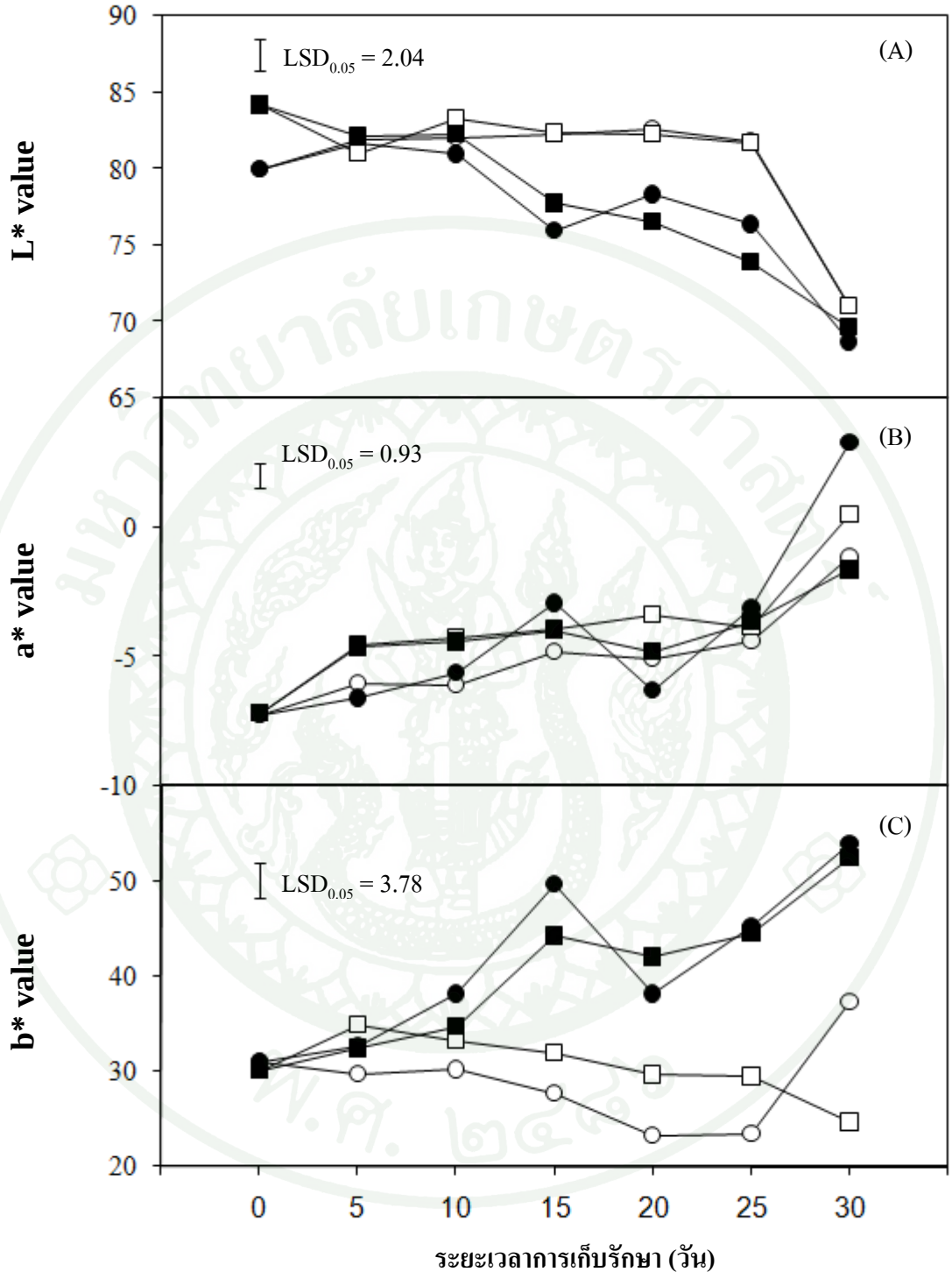

**ภาพที่ 5** ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เปลือกผลมะม่วงหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 6** ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 7** ค่า L* (A), a* (B) และ b* (C) ที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

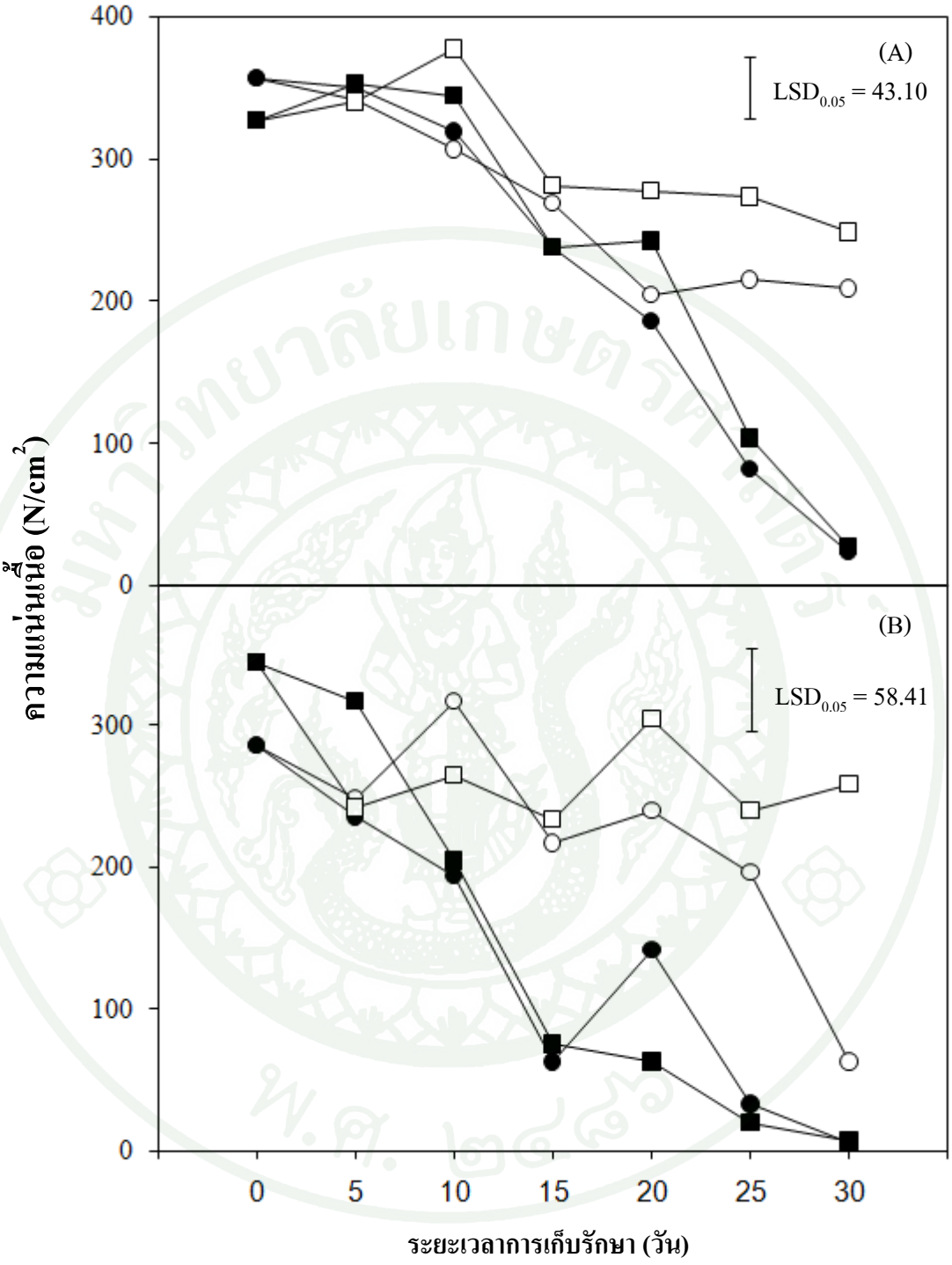
1.4 ความแน่นเนื้อ

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อความแน่นเนื้อในผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อความแน่นเนื้อทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อความแน่นเนื้อในช่วงท้ายของการเก็บรักษา คือตั้งแต่วันที่ 25 และ 15 ในมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 17 และ 18)

ความแน่นเนื้อในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาพบว่า ในช่วงแรกของการเก็บรักษามะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียสมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าลดลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งวันที่ 25 มะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่ามะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากเริ่มเกิดการสุกเกิดขึ้น (ภาพที่ 8A)

ความแน่นเนื้อในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ามมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ามีค่าน้อยกว่าผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา โดยในช่วงแรกมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงไปเรื่อยๆ ใกล้เคียงกัน จนกระทั่งวันที่ 15 มะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่ามะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 8B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 8** ความแน่นเนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

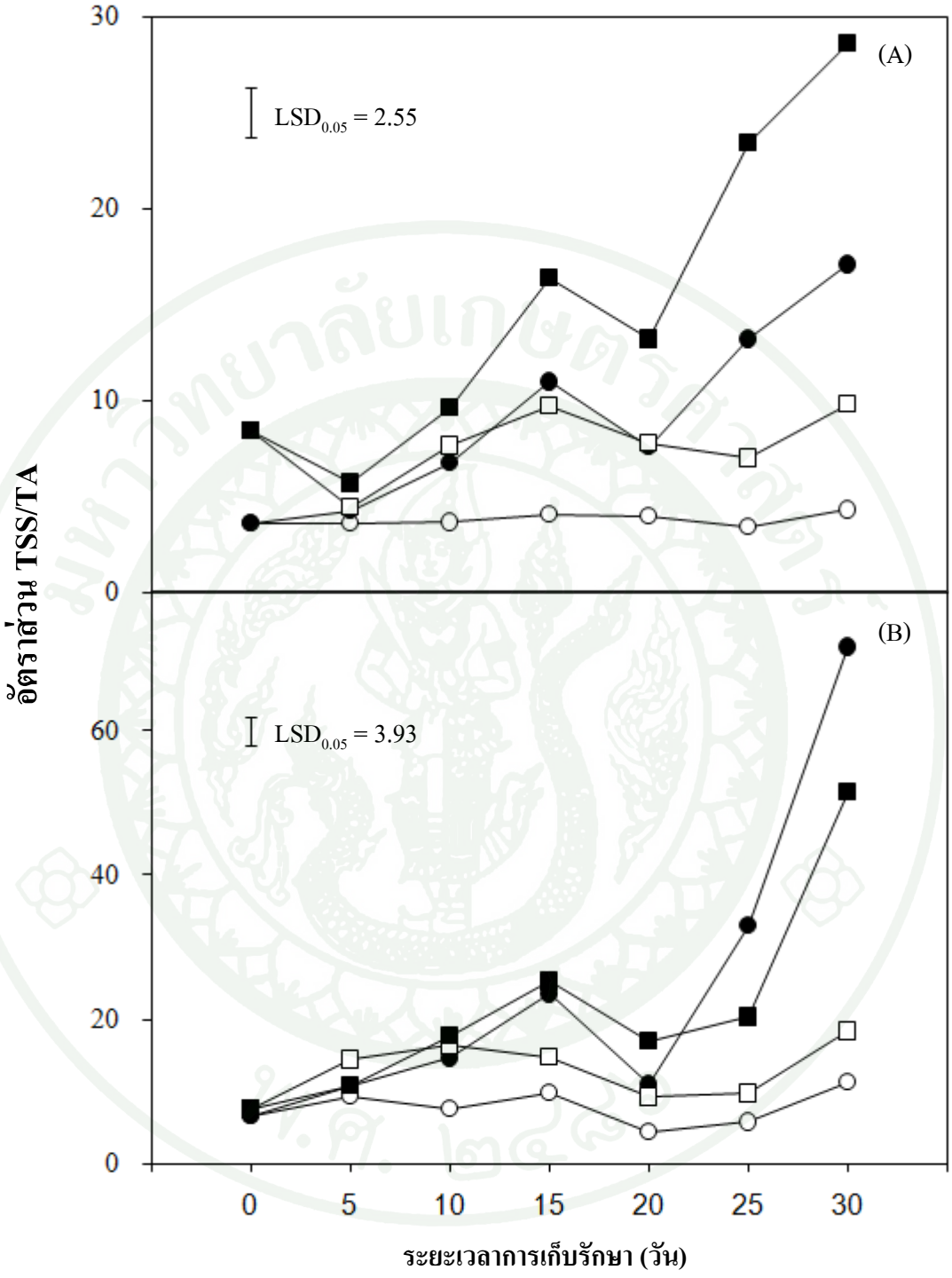
1.5 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (TSS/TA)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือ พันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่ออัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรทได้ พบว่าอิทธิพลของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษามีผลต่ออัตราส่วน TSS/TA ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา แต่อิทธิพลร่วมของพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีผล ส่วนผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าปัจจัยพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วน TSS/TA แต่อุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลต่ออัตราส่วน TSS/TA (ตารางผนวกที่ 19 และ 20)

อัตราส่วน TSS/TA ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาทั้งสองพันธุ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วน TSS/TA ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษาและต่ำกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ที่มีค่าอัตราส่วน TSS/TA เพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ส่วนมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วน TSS/TA เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 9A)

อัตราส่วน TSS/TA ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วน TSS/TA คล้ายกับในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา คือค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา และต่ำกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส แต่มีค่าสูงกว่าของผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งวันที่ 30 พบว่ามีอัตราส่วน TSS/TA เพิ่มสูงขึ้นมากในผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เนื่องจากเกิดการสุกเกิดขึ้น (ภาพที่ 9B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 9** อัตราส่วน TSS/TA ที่เนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

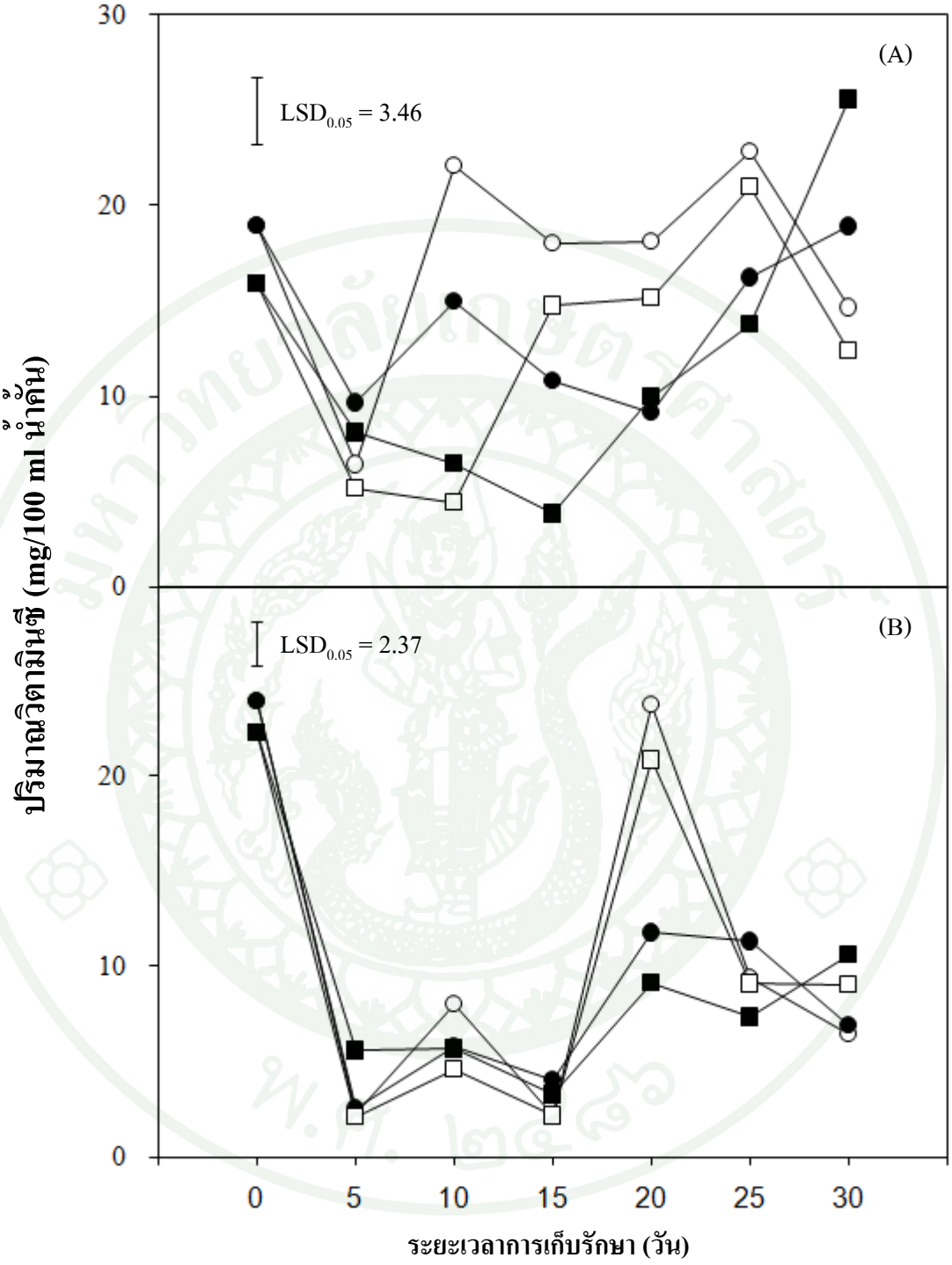
1.6 ปริมาณวิตามินซี

การศึกษาปริมาณวิตามินซีของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ปัจจัยพันธุ์ ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 15 แต่ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีความไม่แน่นอนในแต่ละระยะการเก็บรักษา สำหรับอิทธิพลร่วมของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 21 และ 22)

ปริมาณวิตามินซีของผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาในช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 – 5) ของมะม่วงทั้งสองพันธุ์ เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ มีปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกันในวันที่ 10 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิที่มีปริมาณลดลง มะม่วงทั้งสองพันธุ์ เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่วันที่ 15 โดยที่ผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส แต่ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส กลับมีปริมาณลดลงในวันที่ 30 (ภาพที่ 10A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซีกับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.17 (ภาพผนวกที่ 1) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.51 (ภาพผนวกที่ 2)

ปริมาณวิตามินซีของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ในวันที่ 0 – 5 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ มีปริมาณลดลงมากใกล้เคียงกันทั้งหมดในวันที่ 5 – 15 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ มีปริมาณวิตามินซีค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งในวันที่ 20 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นโดยผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 12 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงวันที่ 25 – 30 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิกลับมีปริมาณวิตามินซีลดลงมาใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 10B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 10** ปริมาณวิตามินซีที่เนื้อผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.7 การรั่วไหลของประจุ

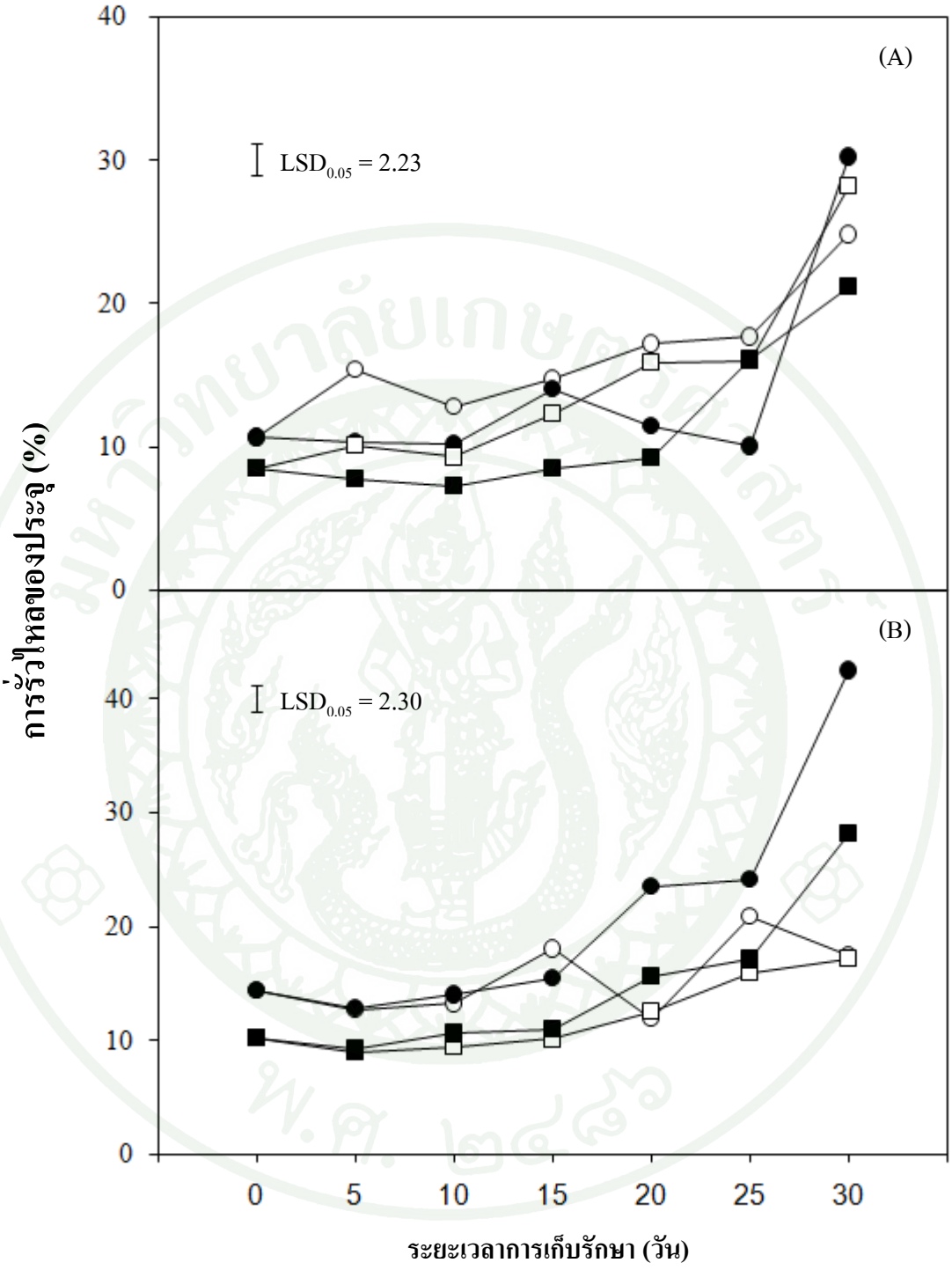
การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อการรั่วไหลของประจุในเปลือกมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อการรั่วไหลของประจุในเปลือกมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา แต่มีอิทธิพลในเปลือกมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลต่อการรั่วไหลของประจุทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษา ที่มีผลต่อการรั่วไหลของประจุ ส่วนการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองที่มีอิทธิพลต่อการรั่วไหลของประจุในเนื้อติดเมล็ด พบว่าปัจจัยพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อการรั่วไหลของประจุทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลต่อผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีตั้งแต่วันที่ 10 แต่ไม่มีอิทธิพลในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 23 ถึง 26)

เปลือกของผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีการรั่วไหลของประจุใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยตั้งแต่วันที่ 0 – 25 มีค่าค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งในวันที่ 30 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 11A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการรั่วไหลของประจุกับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.59 (ภาพผนวกที่ 3) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.62 (ภาพผนวกที่ 4) เปลือกของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 – 15) พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงกันและมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิที่มีค่าใกล้เคียงกันเพียงเล็กน้อย และในวันที่ 20 – 25 มะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนเพิ่มขึ้นมากในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แต่วันที่ 20 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และในวันที่ 25 – 30 พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่สุดท้ายน้อยกว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 11B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

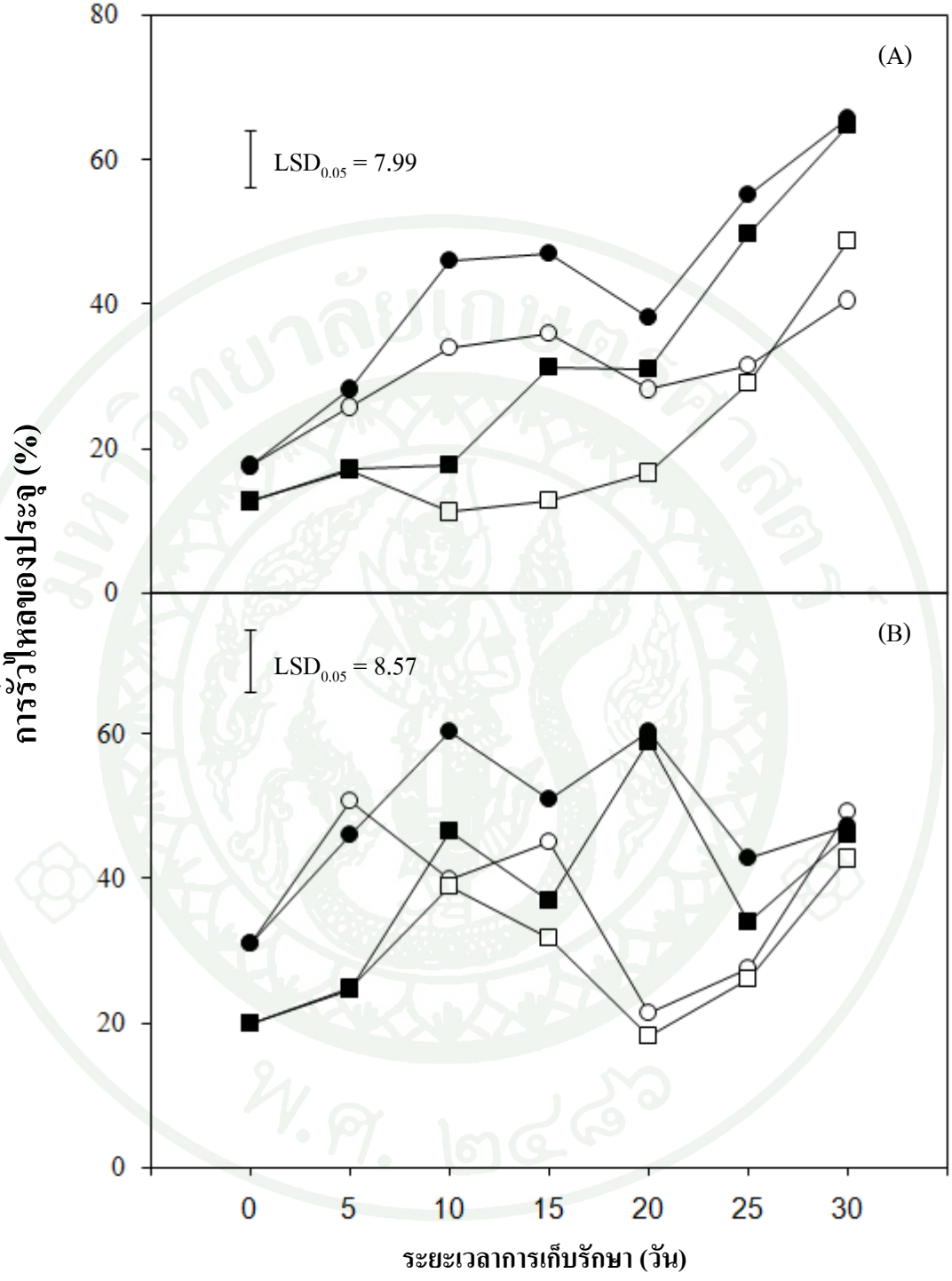
เนื้อติดเมล็ดของมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาในช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 – 15) พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิจนกระทั่งในวันที่ 20 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนใกล้กับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ที่มีค่าลดลงและในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 25 – 30) ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มสูงมากขึ้นมากกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 12A) เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ในช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 – 5) พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีการรั่วไหลของประจุเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิ ในวันที่ 10 พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของประจุสูงขึ้นแต่ผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิที่มีการรั่วไหลของประจุเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 15 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิเริ่มมีค่าขึ้นลงไม่แน่นอนใกล้เคียงกัน จนกระทั่งในวันที่ 20 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกัน ส่วนผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของประจุลดต่ำลงใกล้เคียงกัน และในวันที่ 25 ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของประจุลดลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 30) พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 12B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 11** การรั่วไหลของประจุที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 12** การรั่วไหลของประจุที่เนื้อติดเมล็ดผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์

1.8.1 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกของผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลตั้งแต่วันที่ 15 ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา และวันที่ 10 ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน นอกจากนี้ กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกของผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษายังเกิดจากอิทธิพลร่วมของพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาในช่วงท้ายของการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เกิดอิทธิพลร่วมตั้งแต่วันที่ 10 (ตารางผนวกที่ 27 และ 28)

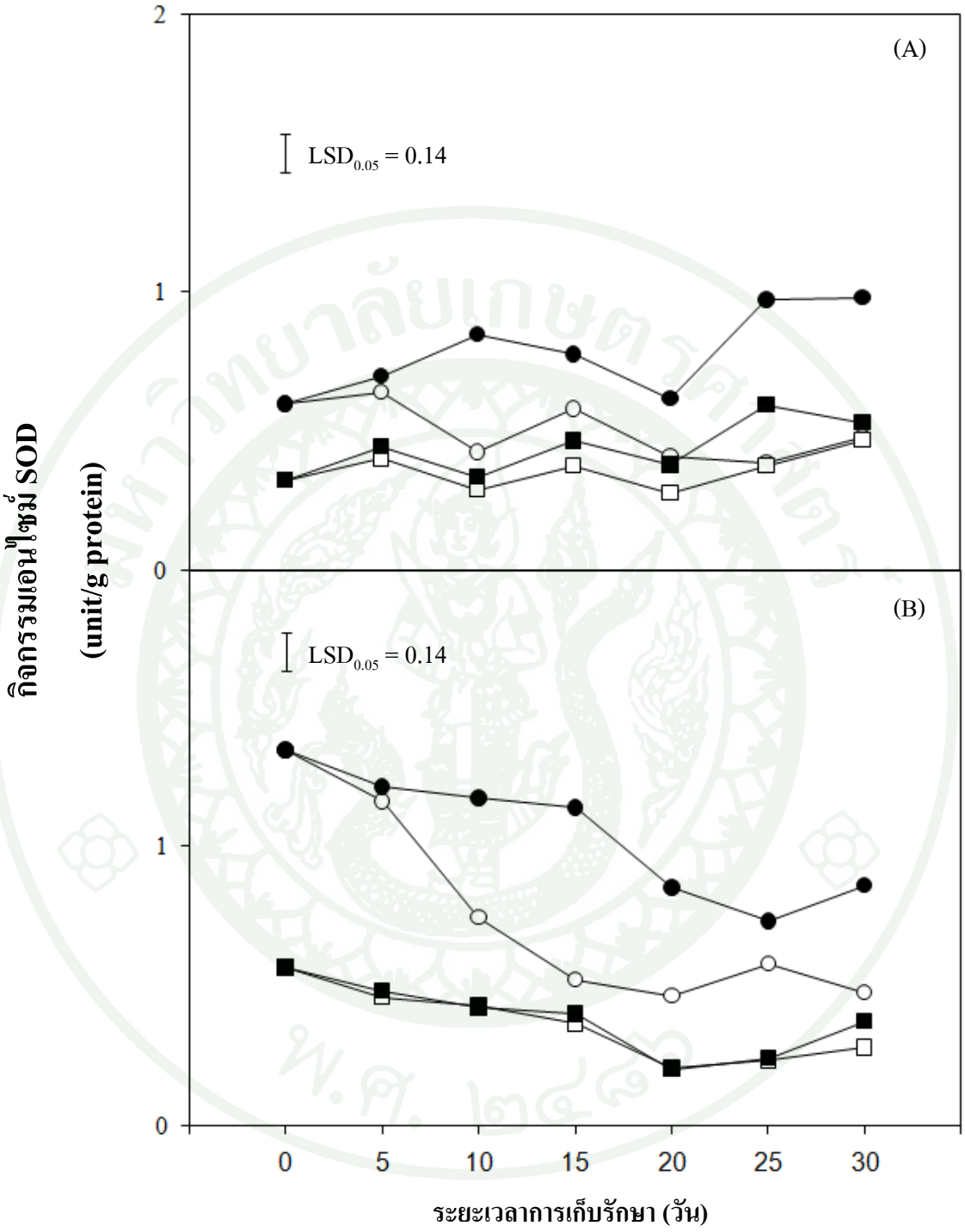
กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ของทั้งสองพันธุ์ มีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งวันที่ 25 พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ SOD กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.50 (ภาพผนวกที่ 5) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.10 (ภาพผนวกที่ 6)

กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ SOD ของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงช้าๆ โดยในตลอดการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ มีกิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ทั้งสองอุณหภูมิ มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการเก็บรักษา โดยที่พบว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เล็กน้อย (ภาพที่ 13B) ในภาพรวมพบว่าผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มีกิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงกว่าผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 13** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

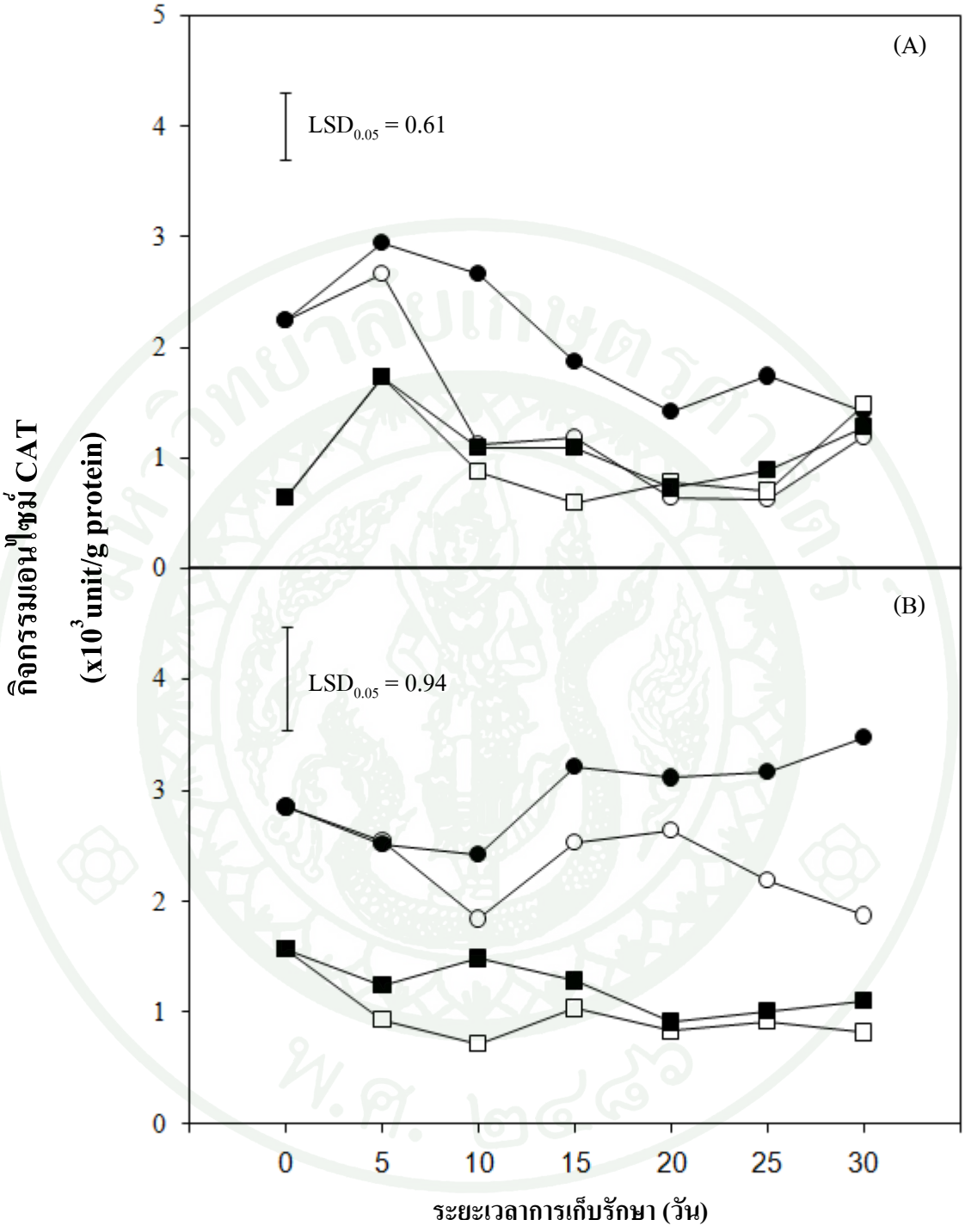
1.8.2 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกของผลมะม่วง พบว่าในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลในช่วงวันแรกจนถึงวันที่ 15 เท่านั้น ซึ่งต่างกับในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ซึ่งมีอิทธิพลตลอดการเก็บรักษา ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษา พบว่าไม่มีอิทธิพลทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันและไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 29 และ 30)

กิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ จนกระทั่งในวันที่ 10 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงไปเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงมากกว่า ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิเริ่มมีค่าลดลงในวันที่ 10 เช่นเดียวกันโดยที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส เล็กน้อย จนกระทั่งถึงวันที่ 20 ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันและวันที่ 25 ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ สุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ภาพที่ 14A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ CAT กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.60 (ภาพผนวกที่ 7) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.21 (ภาพผนวกที่ 8)

กิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยที่มีค่าขึ้นลงไม่แน่นอนและพบว่าในมะม่วงแต่ละพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส เล็กน้อย และในช่วงท้ายของการเก็บรักษาผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส แนวโน้มมีค่าสูงขึ้น ส่วนผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส กิจกรรมเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 14B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 14** กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

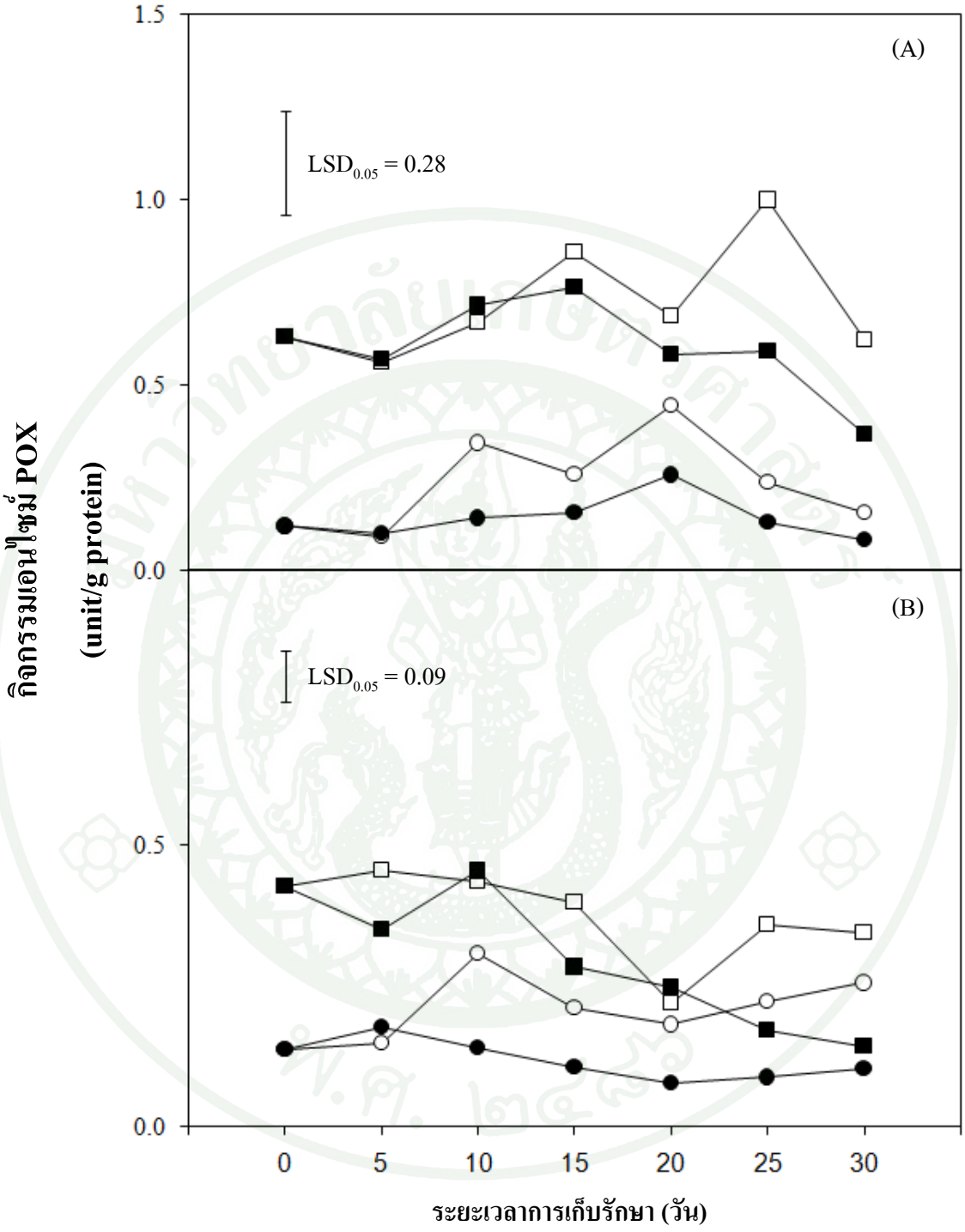
1.8.3 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสอง คือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ในเปลือกของผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ในเปลือกมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ส่วนในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มีอิทธิพลไม่แน่นอนตลอดระยะการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังไม่พบอิทธิพลร่วมของพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษา ทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 31 และ 32)

กิจกรรมเอนไซม์ POX ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าสูงกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 โดยในช่วงแรกของการเก็บรักษาของผลมะม่วงโชคอนันต์ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงกันจนกระทั่งวันที่ 15 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 12 องศาเซลเซียส ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกัน จนกระทั่งวันที่ 10 พบว่าผลมะม่วงทั้งสองอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าการเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส และหลังจากวันที่ 20 พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ มีค่าลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 15A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ POX กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.74 (ภาพผนวกที่ 9) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.76 (ภาพผนวกที่ 10)

กิจกรรมเอนไซม์ POX ในผลมะม่วงหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 โดยผลมะม่วงแต่ละพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีกิจกรรม เอนไซม์ POX สูงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จนกระทั่งวันที่ 20 ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าลดลงมาใกล้กับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และในวันที่ 25 พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส โดยในแต่ละอุณหภูมิผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีกิจกรรมเอนไซม์สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (ภาพที่ 15 B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 15** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

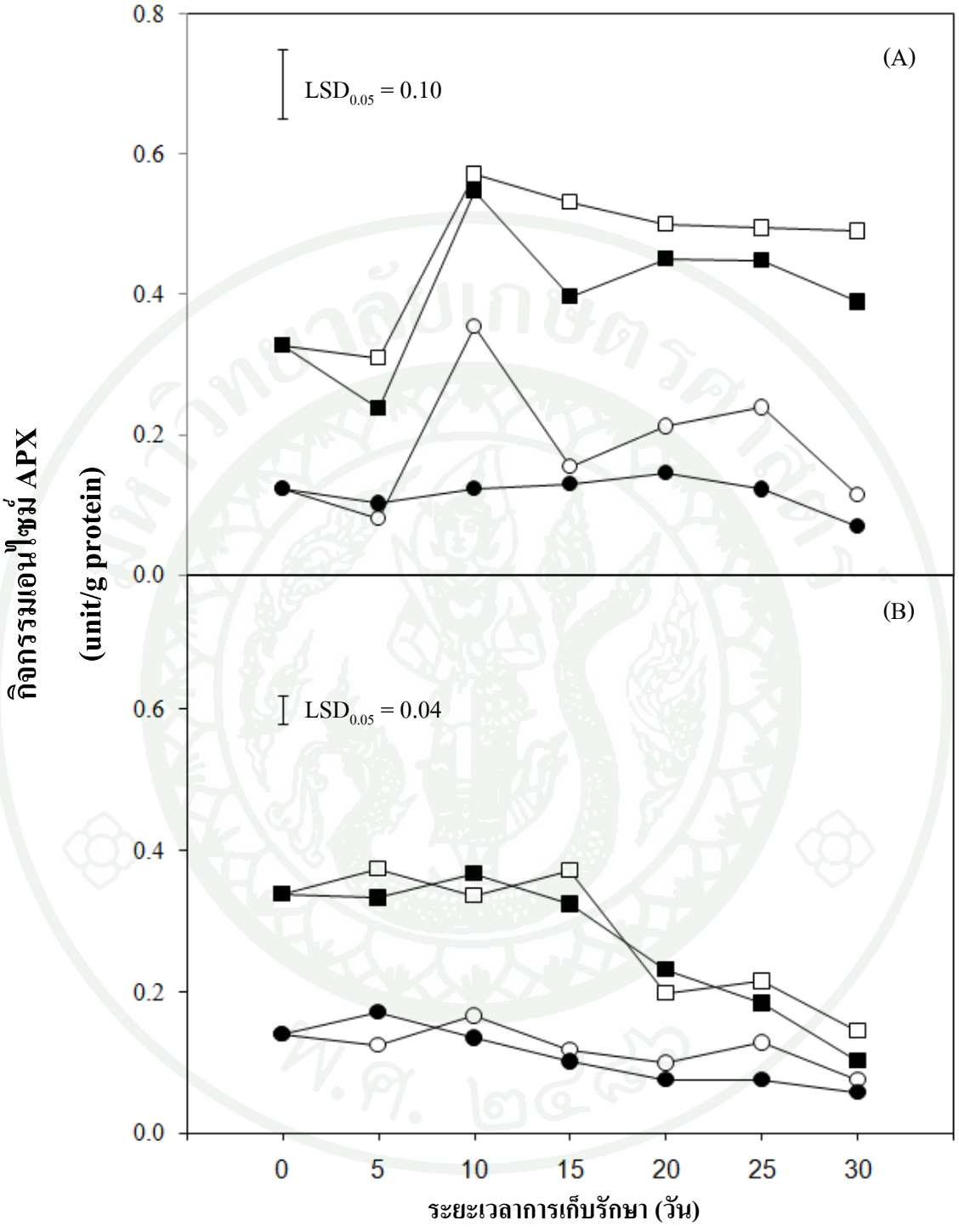
1.8.4 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกของผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลในเปลือกมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและเริ่มมีอิทธิพลในวันที่ 25 และ 30 ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน นอกจากนี้ยังไม่พบอิทธิพลร่วมของพันธุ์และอุณหภูมิทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ตลอดการเก็บรักษา (ตารางผนวกที่ 33 และ 34)

กิจกรรมเอนไซม์ APX ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 12 องศาเซลเซียส ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 12 องศาเซลเซียส ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 16A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ APX กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.84 (ภาพผนวกที่ 11) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.81 (ภาพผนวกที่ 12)

กิจกรรมเอนไซม์ APX ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าค่อนข้างคงที่ไปจนถึงวันที่ 20 และ 15 ตามลำดับ จึงเริ่มมีค่าลดลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ทั้งสองอุณหภูมิมีค่าขึ้นลงไม่แน่นอนแต่ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรก แต่พอถึงวันที่ 15 จึงเริ่มมีค่าลดลงช้าๆ ไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยพบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่า 12 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 16B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 16** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

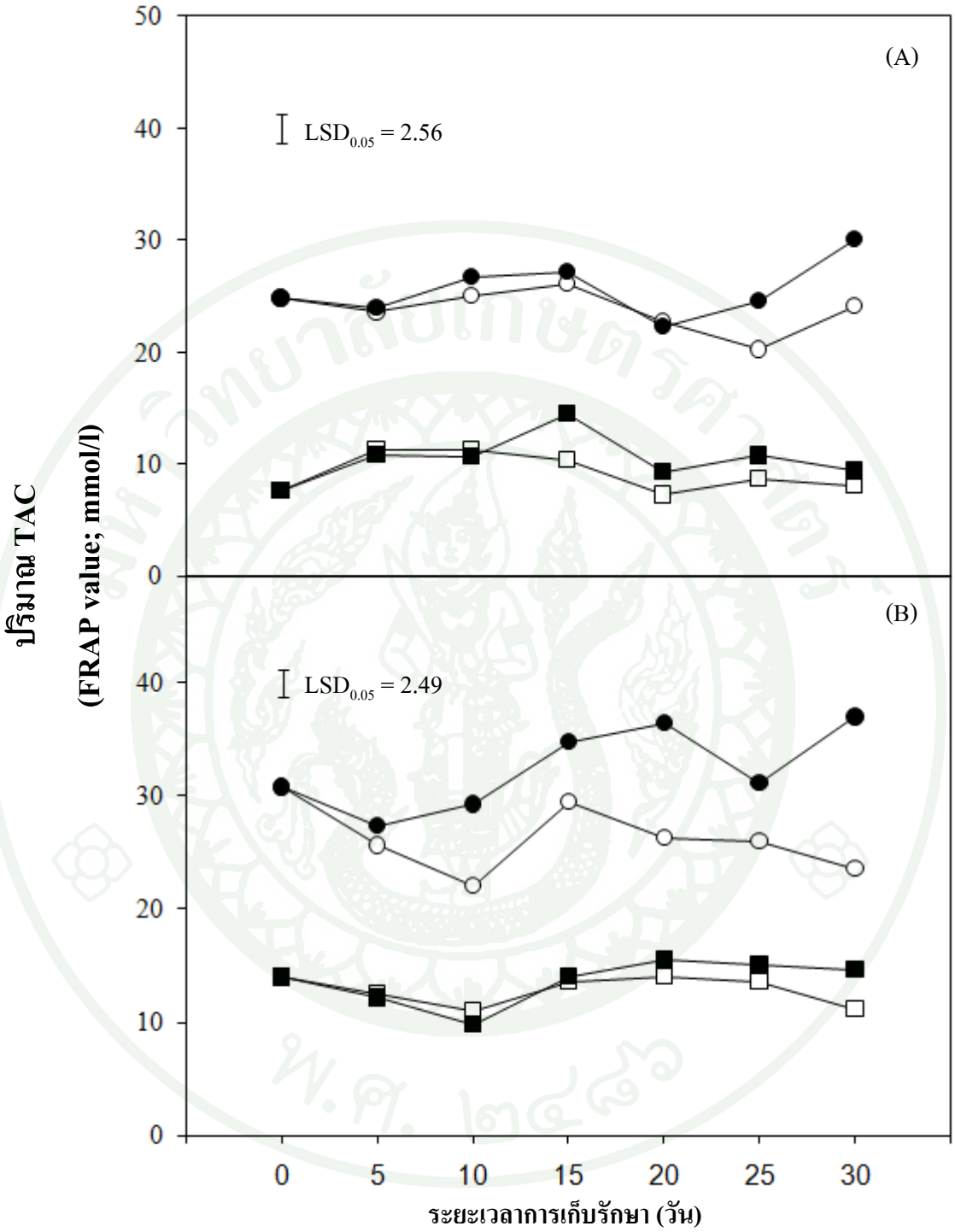
1.9 วัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชันในรูปของ total antioxidant capacity (TAC)

การศึกษาปริมาณ TAC ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 12 องศาเซลเซียส เป็น 30 วัน พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อปริมาณ TAC ทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณ TAC ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เท่านั้น และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 35 และ 36)

ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าปริมาณ TAC ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 พบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าขึ้นลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาและผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส เล็กน้อย ส่วนในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พบว่ามะม่วงที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่าขึ้นลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา และพบว่าผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส เล็กน้อยเช่นเดียวกันกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (ภาพที่ 17A) โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TAC กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า r ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.29 (ภาพผนวกที่ 13) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.24 (ภาพผนวกที่ 14)

ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าปริมาณ TAC ของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีลักษณะใกล้เคียงกับในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา แต่ผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มีปริมาณ TAC สูงกว่าในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างผลมะม่วงพันธุ์เดียวกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกันและผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มากกว่าในผลดิบ (ภาพที่ 17B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 17** ปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 (O,□) และ 12 (●, ■) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้อุณหภูมิสูงในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**

2.1 การเกิดอาการสะท้านหนาว

การศึกษาการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูง (38 องศาเซลเซียส) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (38 องศาเซลเซียส) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่าผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว ส่วนอุณหภูมิเก็บรักษาไม่มีอิทธิพล ผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิ ห้อง 3 วัน ปัจจัยทั้งสองมีผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวในเปลือกของผลมะม่วง แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางผนวกที่ 37 และ 38)

ผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 5 และค่อยๆ แสดงอาการเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยมากในวันที่ 5 โดยมีค่าอาการสะท้านหนาวเท่ากับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในที่ 10 หลังจากนั้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาขึ้นไปเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาเนื่องจากผลมะม่วงเริ่มเกิดการสุก

ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวเล็กน้อยในวันที่ 5 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 10 หลังจากนั้นในวันที่ 15 มีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นสูงมากและเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในวันที่ 20 ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มแสดงอาการสะท้านหนาวในวันที่ 10 โดยมีอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในวันเดียวกันไปจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 18A)

ผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภุมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ จนในวันที่ 15 มีอาการสะท้านหนาวในระดับคะแนนสูงสุดไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในวันที่ 5 และมีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งวันที่ 15 มีอาการสะท้านหนาวในระดับคะแนนสูงสุดไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษาเช่นกัน

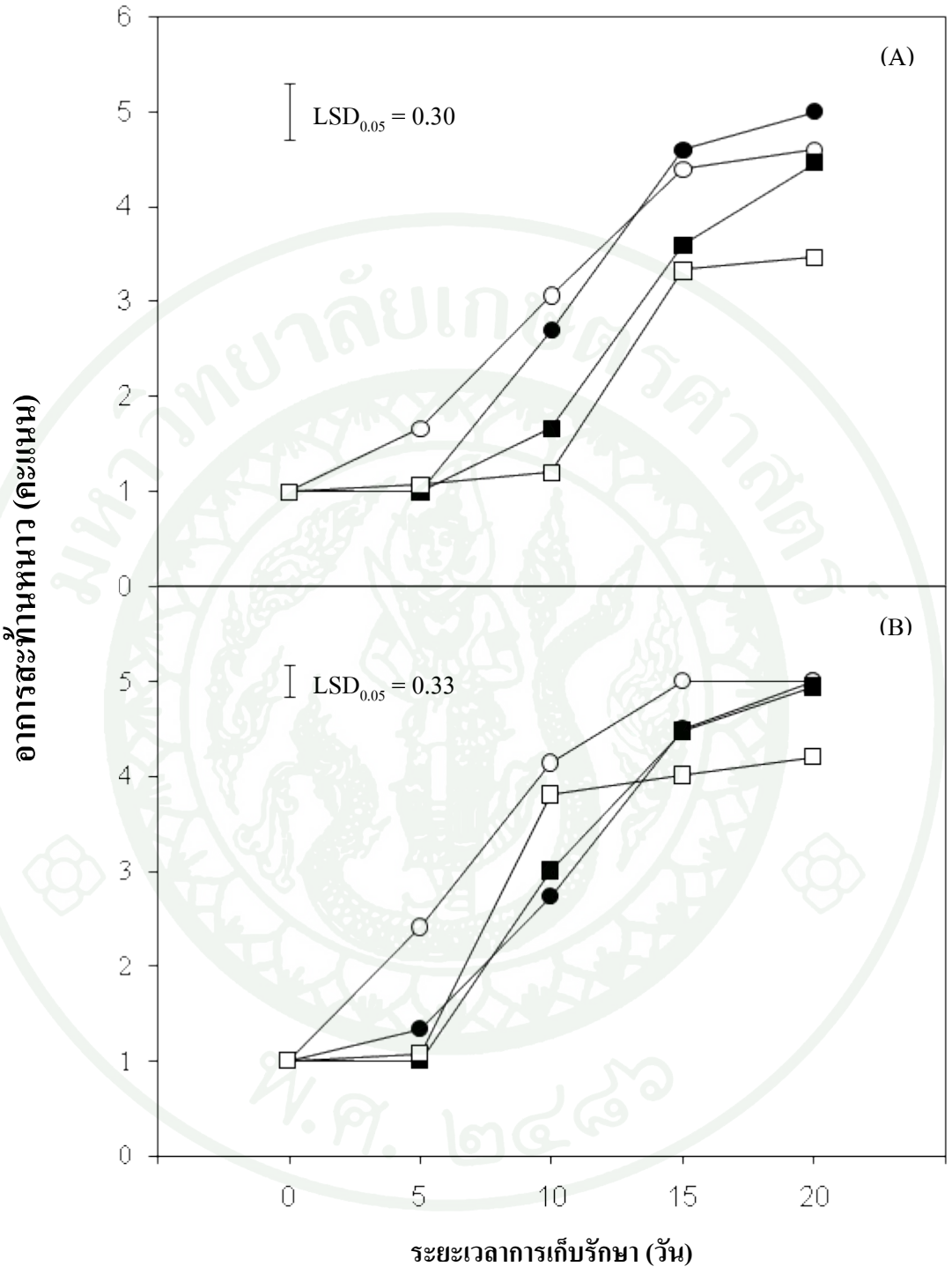
ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยมากในวันที่ 5 และน้อยกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากในวันที่ 10 ในวันที่ 15 มีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเริ่มเกิดอาการสะท้านหนาววันที่ 10 โดยมีอาการสะท้านหนาวปรากฏมาก แต่มีค่าน้อยกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาและในวันที่ 15 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 18B)

2.2 อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงที่นำมาวัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษานาน 5 และ 10 วัน ตามลำดับ ส่วนมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษานาน 10 วันเท่ากัน (ตารางที่ 3)

อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงที่นำมาวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษา 5 วัน ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษานาน 15 วันเท่ากัน (ตารางที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 18** อาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 3** อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงและได้รับอุณหภูมิสูง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

| พันธุ์ | อายุการเก็บรักษา (วัน) | |
|---|---|---|
| | ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา | ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 5 * | 10 ns |
| โชคอนันต์ | 10 | 10 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 4** อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และโชคอนันต์ ที่ไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูง หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันเซลเซียส

| พันธุ์ | อายุการเก็บรักษา (วัน) | |
|---|---|---|
| | ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา | ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 5 * | 10 * |
| โชคอนันต์ | 15 | 15 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์

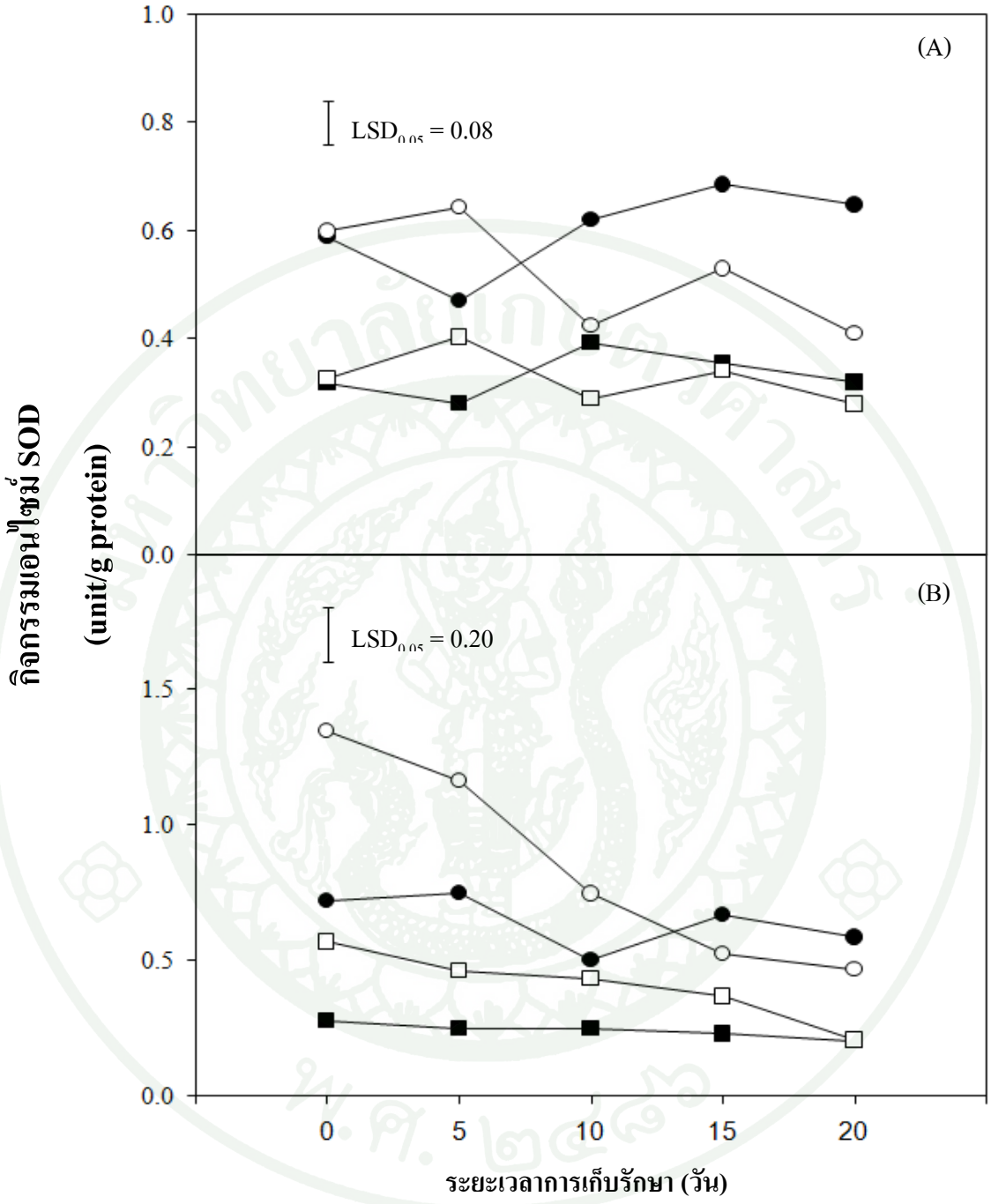
2.3.1 กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสอง คือ พันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ SOD ที่เปลือกของผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลไม่แน่นอนตลอดระยะการเก็บรักษาในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ไม่มีอิทธิพล และไม่พบอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 39 และ 40)

กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งสวนทางกับผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เช่นกัน (ภาพที่ 19A)

กิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงไปเรื่อยๆ ตลอดระยะการเก็บรักษา โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เช่นกัน (ภาพที่ 19B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 19** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

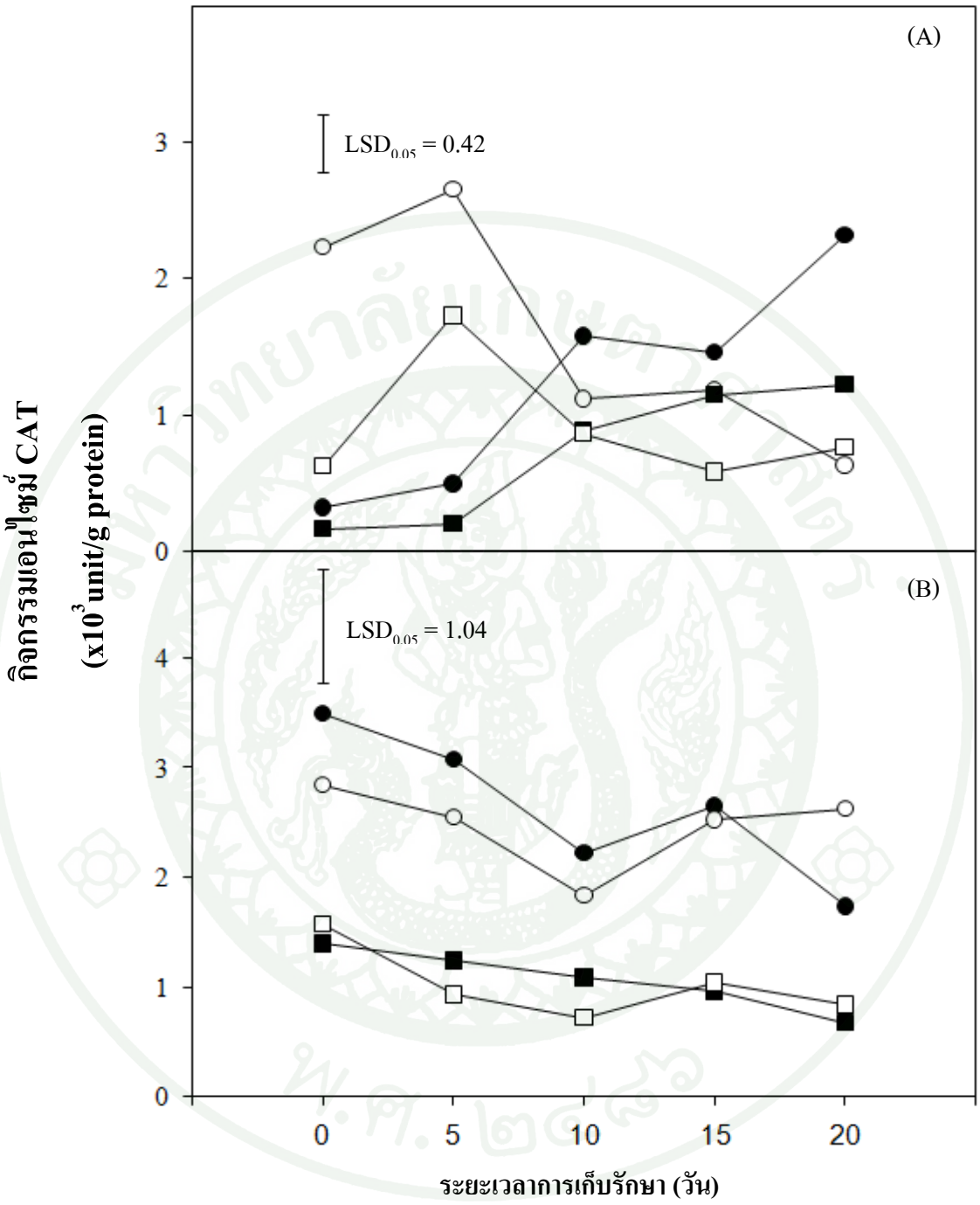
2.3.2 กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือ พันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา แต่ไม่มีอิทธิพลในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน และยังไม่พบอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (ตารางผนวกที่ 41 และ 42)

กิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษาผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงวันที่ 10 จึงมีค่าลดลงไปเรื่อยๆ โดยที่ในช่วงแรกของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 15 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จนกระทั่งวันที่ 20 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าลดลงต่ำกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยที่ในช่วงท้ายของการเก็บรักษามีค่าสูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา และผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 20A)

กิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าลดลงไปเรื่อยๆ แต่มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา ที่มีค่าลดลงไปเรื่อยๆ เช่นเดียวกัน จนกระทั่งวันที่ 15 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นมาใกล้เคียงกันและในวันที่ 20 กลับพบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้น แต่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าลดลงมาต่ำกว่า ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พบว่า ผลมะม่วงที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าค่อยๆ ลดลงไปเรื่อยๆ (ภาพที่ 20B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 20** กิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

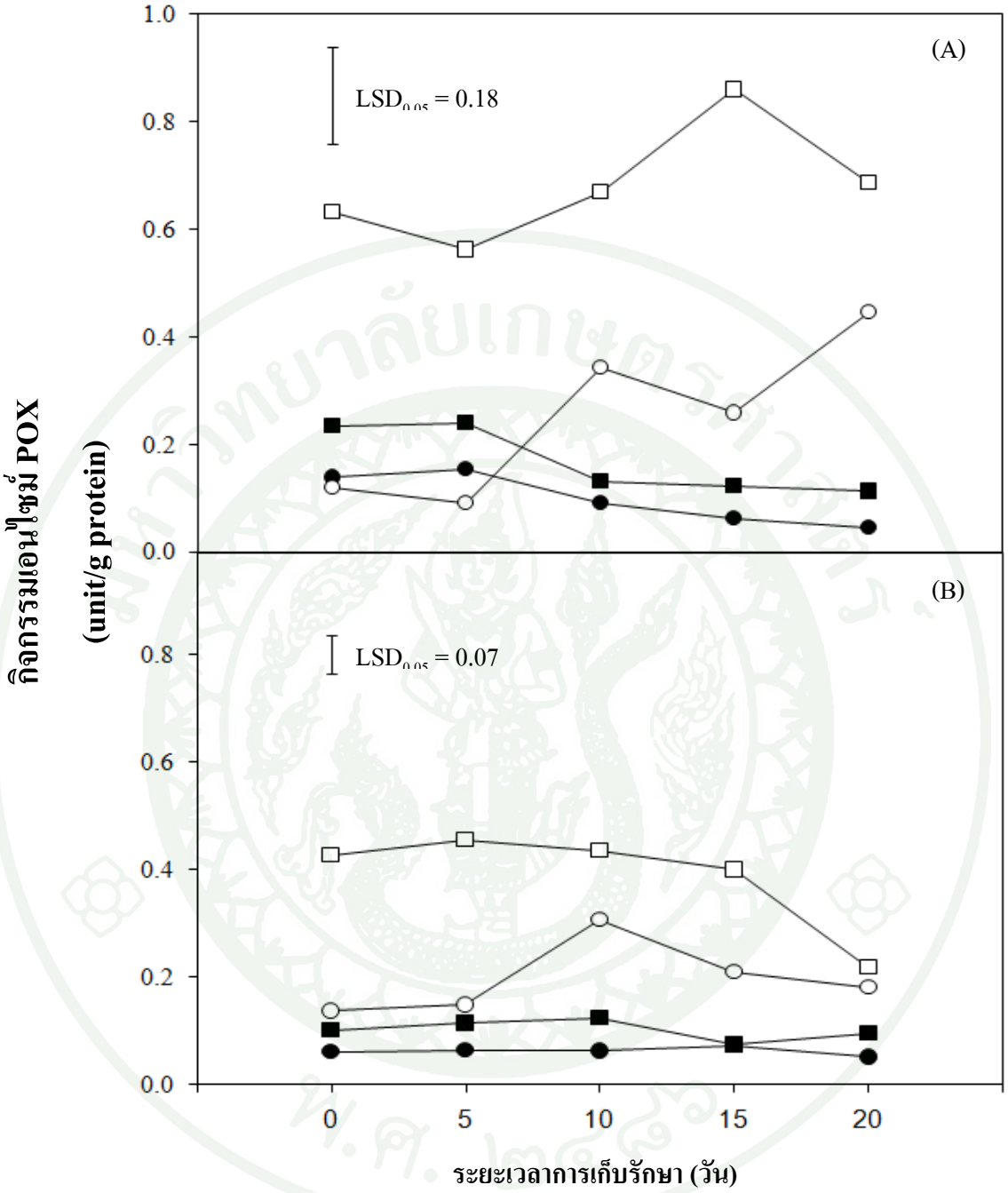
2.3.3 กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ในเปลือกของมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าในช่วงวันที่ 0-5 ปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX แต่หลังจากนั้นเริ่มมีอิทธิพลไม่แน่นอนจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยพันธุ์กับอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ในช่วงวันที่ 0-5 และหลังจากนั้นเริ่มมีอิทธิพลไม่แน่นอนตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ตั้งแต่ช่วงแรกของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 25 ส่วนในวันที่ 30 ไม่มีอิทธิพล ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ POX ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลเหมือนกับในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (ตารางผนวกที่ 43 และ 44)

กิจกรรมเอนไซม์ POX ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาจนกระทั่งถึงวันที่ 20 จึงมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษากับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในช่วงแรกของการเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกันจนถึงวันที่ 10 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มสูงขึ้นไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าลดลงช้าๆ ใกล้เคียงกันจนสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 21A)

กิจกรรมเอนไซม์ POX ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในช่วงแรกมีค่าค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 20 มีค่าลดลงเล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา กับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าคงที่ใกล้เคียงกันในช่วงแรกของการเก็บรักษา จนกระทั่งวันที่ 10 ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มสูงขึ้นแล้วจึงค่อยๆ ลดลงทีละน้อยจนในวันที่ 20 มีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าค่อนข้างคงที่และใกล้เคียงกันตลอดระยะการเก็บรักษา (ภาพที่ 21B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 21** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (POX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

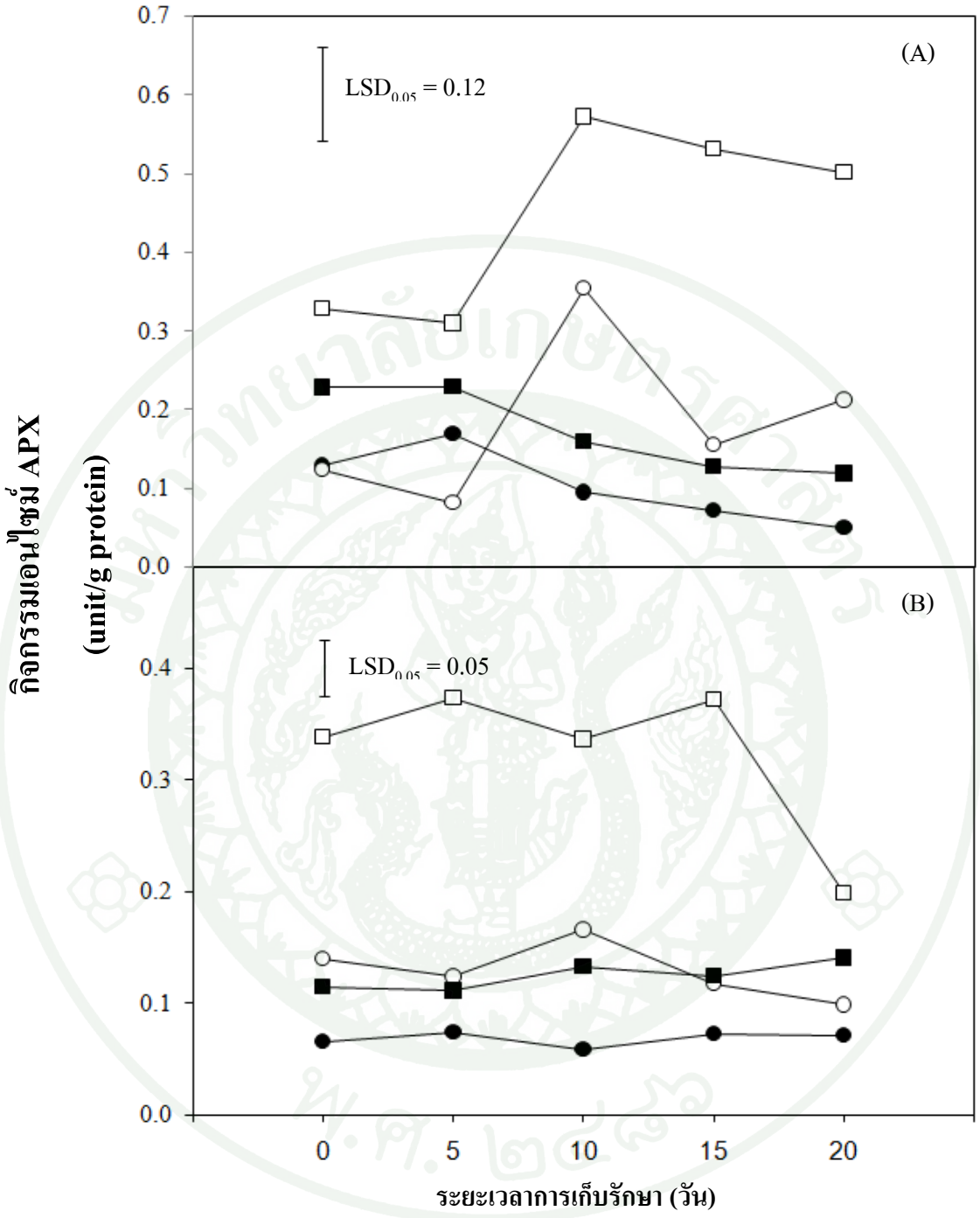
2.3.4 กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองคือพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกของผลมะม่วง พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกมะม่วงทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิ ห้อง 3 วัน ปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษาในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาเริ่มมีอิทธิพลตั้งแต่วันที่ 10 และมีอิทธิพลตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ในส่วนของอิทธิพลร่วมของพันธุ์และอุณหภูมิเก็บรักษาพบว่ามีผลต่อกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกของมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เท่านั้น (ตารางผนวกที่ 45 และ 46)

กิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษา ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าลดลงเล็กน้อยใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในช่วงแรกจนกระทั่งถึงวันที่ 10 มีค่าเพิ่มสูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา หลังจากนั้นผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าลดลงเล็กน้อยไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าลดลงมากในวันที่ 15 จนมีค่าใกล้กับผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาในวันเดียวกันและจึงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 20 โดยผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 22A)

กิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย จนกระทั่งถึงวันที่ 15 จึงมีค่าลดลงมาใกล้เคียงกันและวันที่ 20 มีค่าลดลงมาต่ำกว่า แต่ยังสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 และค่อนข้างคงที่จนกระทั่งวันที่ 20 มีค่าลดลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา แต่ยังมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย (ภาพที่ 22B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 22** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

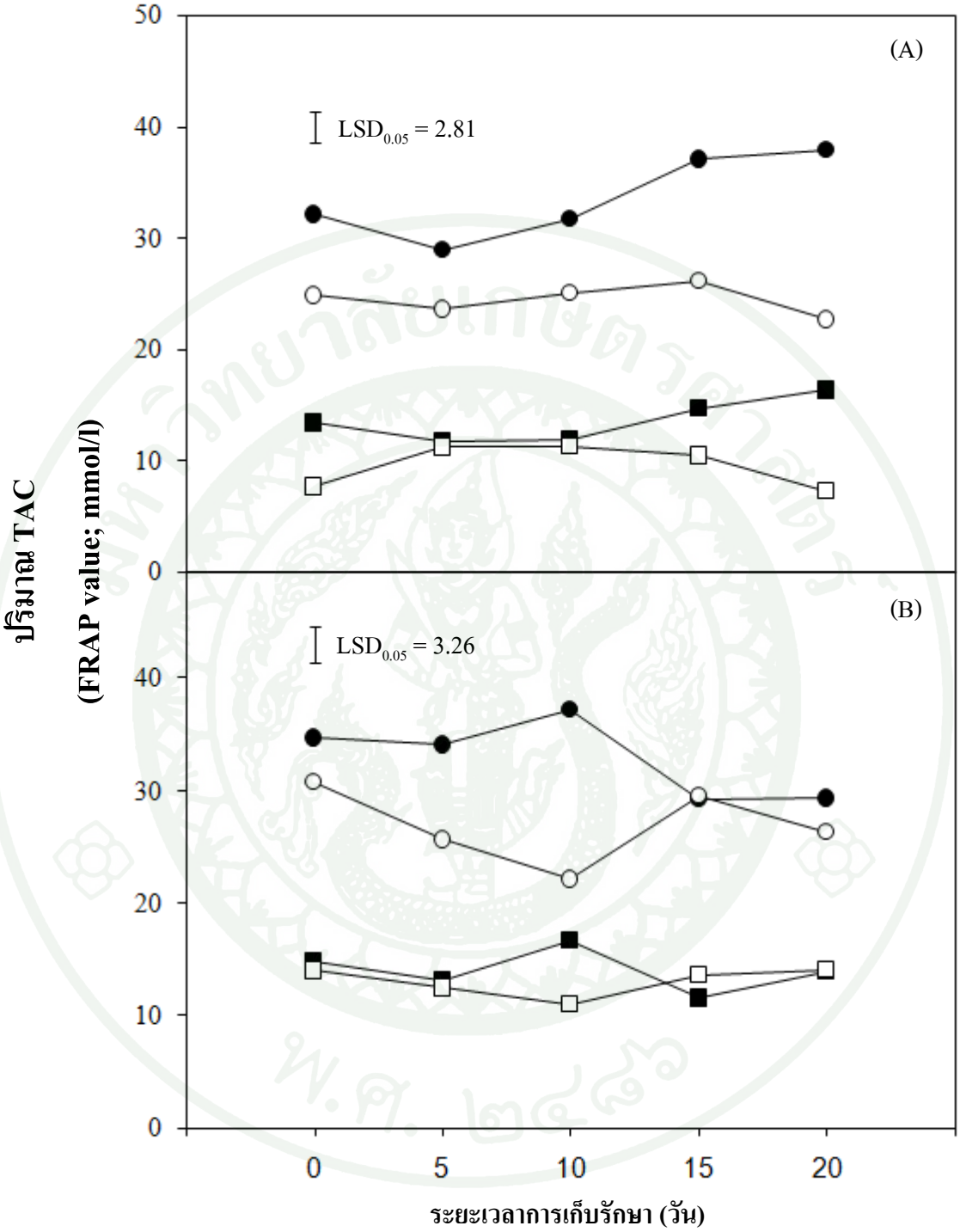
2.4 วัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชันในรูปของ total antioxidant capacity (TAC)

การศึกษาปริมาณ TAC ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับและไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 20 วัน พบว่าปัจจัยพันธุ์มีอิทธิพลต่อปริมาณ TAC ทั้งที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาและวัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ส่วนปัจจัยอุณหภูมิเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณ TAC เฉพาะในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาเท่านั้น (ตารางผนวกที่ 47 และ 48)

ในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา พบว่าปริมาณ TAC ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าขึ้นลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาและผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีปริมาณ TAC คล้ายกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา แต่มีค่าสูงกว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าปริมาณ TAC ขึ้นลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าขึ้นลงเล็กน้อย แต่มีค่าสูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ภาพที่ 23A)

ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน พบว่าปริมาณ TAC ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีปริมาณ TAC ลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งในวันที่ 15 มีค่าเพิ่มขึ้นไปแล้วลดลงอีกครั้งในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากวันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งวันที่ 15 มีค่าลดลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาและมีค่าคงที่ไปจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าสูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษายกเว้นวันที่ 15 ที่มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าขึ้นลงเล็กน้อยค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษามีค่าลดลงเล็กน้อยแต่สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาเล็กน้อยในวันที่ 0-5 จนกระทั่งวันที่ 10 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นไปเล็กน้อยและในวันที่ 15 มีค่าลดลงมาต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาและเพิ่มขึ้นมาเท่ากันในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 23B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพที่ 23** ปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ที่เปลือกผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา (A) และหลังการย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน (B) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 (O,●) และโชคอนันต์ (□, ■) ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (O,□) และได้รับอุณหภูมิสูง (●, ■) ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## วิจารณ์

**ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลมะม่วง 2 พันธุ์ ระหว่างเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ**

มะม่วงเป็นผลไม้เขตร้อนเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวจะมีความอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวแตกต่างกันตามพันธุ์ (Kader *et al*., 2002; Phakawatmongkol *et al*., 2004) จากการทดลองในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส พบว่าตลอดเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 อ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสไม่แสดงอาการสะท้านหนาว อาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นกับผลมะม่วงพบว่ามีการพัฒนาสีผิวเปลือกที่ผิดปกติไปจากเดิมคือมีสีเขียวคล้ำๆ เช่นเดียวกับการทดลองในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ (เพ็ญวิภา, 2541) ในผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันที่เกิดอาการสะท้านหนาว (Katawatcharakul, 2000) มีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม มีอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิต่ำยับยั้งกระบวนการเปลี่ยนแปลงของการสุก แต่ขณะเดียวกันอุณหภูมิต่ำสามารถทำให้เกิดความเสียหายได้ (สายชล, 2533) ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทไทรตได้ต่ำกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (ศศธร และ นิธิยา, 2003) และมีการสุกที่ผิดปกติ (สายชล, 2531) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 มีอายุการเก็บรักษานาน 5 และ 30 วัน ขณะที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีอายุการเก็บรักษานาน 10 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยที่เมื่อนำผลมะม่วงออกจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเพิ่มสูงขึ้น โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 มีอายุการเก็บรักษาไม่ถึง 10 วัน และ 30 วัน ขณะที่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีอายุการเก็บรักษานาน 15 และ 30 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุทิน (2548) ที่นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง หงสาวดี และโชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 องศาเซลเซียส) และนำมาวางที่อุณหภูมิปกติ พบว่าผลมะม่วงทั้งสามพันธุ์เกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้น

ในผลพริกที่เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน พบว่าเมล็ดมีสีน้ำตาลพร้อมกับการยุบตัวของเซลล์ที่เปลือกหุ้มเมล็ดและเอนโดสเปิร์ม (กฤษณา, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลมะเขือยาวที่เริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวพบว่าเซลล์เริ่มแยกตัวออกจากกัน เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ ไซโทพลาสซึมและเยื่อหุ้มเซลล์แยกจากผนังเซลล์ เมื่ออาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้นพบการฉีกขาดของเซลล์ การหดตัวของไซโตพลาสซึมและเยื่อหุ้มเซลล์ (Concellón *et al*., 2007) ซึ่งการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การรั่วไหลของประจุของเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมักใช้การวัดการรั่วไหลของประจุเป็นตัววัดการเกิดอาการสะท้านหนาวในพืช (Woolf, 1997; Tai *et al*., 2004; Concellón *et al*., 2005; Ratule *et al*., 2006) แต่จากการทดลองครั้งนี้พบว่าการรั่วไหลของประจุในเปลือกผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการสะท้านหนาวยังไม่ชัดเจน โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการรั่วไหลของประจุกับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาว พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.59 (ภาพผนวกที่ 3) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.62 (ภาพผนวกที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Fuchs *et al*. (1989) ที่รายงานว่าการรั่วไหลของประจุในผลมะม่วงพันธุ์ Haden ไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ โดยเห็นได้ว่าในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาการรั่วไหลของประจุของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน แต่ในผลมะม่วงที่วัดค่าหลังการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีการรั่วไหลของประจุสูงกว่ามะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อให้ความสำคัญเฉพาะอุณหภูมิเก็บรักษาพบว่าเปลือกผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกผลมะม่วงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการทดลองของเพ็ญวิภา (2541) ที่พบว่าเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ทำให้การรั่วไหลของประจุในเปลือกผลมะม่วงเพิ่มขึ้น และเมื่อนำผลมะเขือม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวมีการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้น (Concellón *et al*., 2007) แต่ในระยะผลสุกไม่พบความแตกต่าง

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หมายถึง สารใดๆ ที่เข้าไปยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (Ternay and Sorokin, 1997) สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่มีความเข้มข้นต่ำ แต่มีความสามารถสูงในการเข้ายับยั้งอัตราการเกิดของปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลเป้าหมายต่างๆ เช่น ลิปิด โปรตีน และดีเอ็นเอ ได้ วิตามินซี หรือ ascorbic acid เป็นสารต้านออกซิเดชันประเภท scavenging หรือ chain-breaking ที่ละลายน้ำได้ โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ เพื่อยับยั้งการดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลเป้าหมายอื่นๆ โดยที่โมเลกุลของตัวต้านออกซิเดชันที่สูญเสียอิเล็กตรอนไป กลายเป็นอนุมูลที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยา ซึ่งจะไม่ไปดึงอิเล็กตรอนของโมเลกุลอื่นอีก จึงเป็นการหยุดปฏิกิริยาเพียงเท่านี้ (Maxwell, 1995) การทดลองเก็บรักษามันเทศไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าบริเวณที่แสดงอาการสะท้านหนาวปรากฏเนื้อเยื่อเป็นสีน้ำตาลซึ่งมีความเข้มข้นของวิตามินซีลดลง ขณะที่เนื้อเยื่อที่ไม่ปรากฏอาการสะท้านหนาวมีความเข้มข้นของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิตามินซีคงที่ (Lee and Kader, 2000) จากการทดลองนี้พบว่าปริมาณวิตามินซีในเปลือกผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษา โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซีกับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เท่ากับ 0.17 (ภาพผนวกที่ 1) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.51 (ภาพผนวกที่ 2) แสดงให้เห็นว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธ์ไม่เกี่ยวกับปริมาณวิตามินซี Chidtragool *et al*. (2011) พบว่าความเข้มข้นของ free phenolics (สารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง) ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกัน และหลังจากเก็บรักษาและนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 วัน ปริมาณของ free phenolics มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีค่าสูงกว่าพันธุ์โชคอนันต์ ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าวิตามินซีและ free phenolics ไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์ สอดคล้องกับการทดลองของสุทิน (2548) ที่พบว่าปริมาณกรดแอสคอบิกมีค่าแปรปรวน ไม่มีความสัมพันธ์ที่แน่ชัดกับการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

สารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ส่วนมากจะเป็นสารที่มีมวลโมเลกุลต่ำ และมีประสิทธิภาพมากในการเข้าไปกำจัดพวก pro-oxidants ต่างๆ ซึ่งจัดเป็นสารที่สามารถเข้าทำลายลิปิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิก โดยเป็นตัวดึงอิเล็กตรอน (oxidants) จากโมเลกุลเหล่านี้ในสิ่งมีชีวิต โดยก่อนเข้าร่วมในปฏิกิริยาเรียกสารเหล่านี้ว่า ‘pro-oxidants’ ได้แก่ ROS และ RNS (Cao and Prior, 2002) สำหรับตัวต้านออกซิเดชันที่ไม่ใช่เอนไซม์จะทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน (reductants) แก่ pro-oxidants (Benzie and Strain, 1996) ดังนั้นในการวัด total antioxidant capacity (TAC) ในตัวอย่างจากสิ่งมีชีวิตจึงเป็นการเอาสารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนมาใช้ในการเข้าทำปฏิกิริยากับตัวให้อิเล็กตรอนที่มีอยู่ในตัวอย่าง จากการทดลองนี้พบว่าปริมาณ TAC ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ผกผันกับการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง TAC กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.29 (ภาพผนวกที่ 13) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.24 (ภาพผนวกที่ 14) ดังนั้น TAC จึงไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว อย่างไรก็ตามการวัดปริมาณ TAC โดยใช้วิธี FRAP ไม่สามารถใช้ตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในไขมันเช่นวิตามินอีและตัวต้านอนุมูลอิสระที่มีหมู่ SH-group เกาะอยู่ได้ (Somogyi *et al*., 2007) จากข้อมูลนี้จึงบอกได้เพียงว่าตัวต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปละลายน้ำได้ชนิดนี้ไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว สอดคล้องกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองของ สุทิน (2548) ที่นำผลมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ TAC ไม่มีความสัมพันธ์ที่แน่ชัดกับการเกิดอาการสะท้านหนาวในเปลือกและเนื้อติด endocarp ของผลมะม่วงทั้งสามพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หงสาวดี พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง และพันธุ์โชคอนันต์ ดังนั้นการวัดค่า TAC ควรจะทำทั้งวิธี FRAP และวิธี trolox equivalents antioxidant capacity (TEAC) ซึ่งเป็นวิธีที่ตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในไขมันด้วย (โอภา และคณะ, 2549)

กิจกรรมเอนไซม์สารต่อต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant enzymes) มีความสำคัญในการป้องกันเซลล์จาก oxidative stress (Mach and Greenberg, 2004) อาการสะท้านหนาวในต้นอ่อนข้าวโพดเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระที่ไปกระตุ้นการเกิดกระบวนการออกซิเดชันของโปรตีน ไขมัน ต้นอ่อนที่มีการปรับตัวให้ทนทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมีเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ catalase (CAT), glutathione reductase และ guaiacol peroxidase (POX) เพิ่มขึ้น 35-120% ซึ่งช่วยป้องกันการสะสมของ reactive oxygen species (ROS) และการเกิดออกซิเดชันของโปรตีน และไขมัน (Prasad, 1996) ในพืชสายพันธุ์ที่ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำส่วนมากจะมีสารหรือเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าหรือมีการสร้าง ROS น้อยกว่าพันธุ์ที่ไวต่ออุณหภูมิต่ำ จึงช่วยชะลอการแสดงอาการสะท้านหนาวที่มีสาเหตุจากกระบวนการ oxidative stress หรือ lipid oxidation ในเซลล์พืชได้ (Wismer *et al*., 1998) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจนนำไปสู่การเกิดอาการสะท้านหนาว อิเล็กตรอนจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกระบวนการหายใจถูกใช้สำหรับลดการผลิต superoxide radicals ($O_2^{\cdot-}$) โดยเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ทำหน้าที่เปลี่ยน ($O_2^{\cdot-}$) ให้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากนั้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะถูกกำจัดโดยกิจกรรมของเอนไซม์ CAT และ ascorbate peroxidase (APX) (Kocsy *et al*., 2001; Kochhar *et al*., 2003) กิจกรรมของเอนไซม์ CAT เป็นส่วนหนึ่งของกลไกการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวโดยทำหน้าที่เปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เป็นน้ำและออกซิเจนที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ (Kuk *et al*., 2003) การทำให้กิจกรรมเอนไซม์ POX ในพืชเพิ่มขึ้น ทำให้พืชอยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำได้โดยที่ไม่ได้รับความเสียหาย (Queiroz *et al*., 1998; Lee and Lee, 2000; Kang and Saltveit, 2002; Xu *et al*., 2008) โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ POX และอาการสะท้านหนาว (Prasad *et al*., 1994; Kang and Saltveit, 2002; Li *et al*., 2011) จากการทดลองนี้พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ผกผันกับการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ SOD กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่า ค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เท่ากับ 0.50 (ภาพผนวกที่ 5) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.10 (ภาพผนวกที่ 6) แสดงให้เห็นว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธ์ไม่เกี่ยวกับกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอนไซม์ SOD ดังนั้นกิจกรรมเอนไซม์ SOD จึงไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยกิจกรรมเอนไซม์ SOD ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ขณะที่ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ไม่พบความแตกต่าง แสดงว่ากิจกรรมเอนไซม์ SOD ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nukuntornprakit (2015) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ SOD เมื่อนำผลสับปะรดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวในสับปะรด มีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวและกิจกรรมเอนไซม์ SOD ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในต้นยาสูบที่ได้รับการถ่ายทอดยีน SOD จะทนทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากขึ้น (Sen Gupta *et al*., 1993; Foyer *et al*., 1994)

กิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 สูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ผกผันกับการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ CAT กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เท่ากับ 0.60 (ภาพผนวกที่ 7) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.21 (ภาพผนวกที่ 8) แสดงให้เห็นว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธ์ไม่เกี่ยวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT ดังนั้นกิจกรรมเอนไซม์ CAT จึงไม่ใช่ปัจจัยจำกัดในการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ขณะที่ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ไม่พบความแตกต่าง แสดงว่ากิจกรรมเอนไซม์ CAT ไม่ได้เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และพันธุ์โชคอนันต์ สอดคล้องกับการทดลองของ Nukuntornprakit (2015) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT เมื่อนำผลสับปะรดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวในสับปะรด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในต้นยาสูบที่ถูกยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ CAT ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อการทนทานอาการสะท้านหนาว (Willekens *et al*., 1997) ขณะที่ต้นมะเขือเทศที่ถูกดึงยีน catalase ออกไม่สามารถอยู่รอดได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ต้นมะเขือเทศปกติอยู่รอดได้ (Kerdnaimongkol and Woodson, 1999) และต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดยีน catalase สามารถทนทานอาการสะท้านหนาวได้ดีขึ้น (Matsumura *et al*., 2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ APX กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เท่ากับ 0.84 (ภาพผนวกที่ 11) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.81 (ภาพผนวกที่ 12) แสดงให้เห็นว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธ์อาจเกี่ยวกับกิจกรรมเอนไซม์ APX กิจกรรมเอนไซม์ APX ที่มีสูงในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์อาจช่วยลดปริมาณอนุมูลอิสระ active oxygen species (AOS) ให้น้อยลง และทำให้ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชะลอการแสดงอาการสะท้านหนาวได้ประมาณ 5 วัน ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ APX ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่าง ซึ่งหมายความว่าอาการสะท้านหนาวและกิจกรรมเอนไซม์ APX มีความสัมพันธ์กับพันธุ์ แต่ไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานของ Pinhero *et al*. (1997) ที่พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ APX ในต้นข้าวโพดพันธุ์ทนทานอาการสะท้านหนาวมีสูงกว่าต้นข้าวโพดพันธุ์อ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว ขณะที่ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดยีน ascorbate peroxidase ทำให้ต้นข้าวทนทานต่ออาการเย็นได้ (Sato *et al*., 2011) มะเขือเทศที่ได้รับการถ่ายทอดยีน cytosolic ascorbate สามารถเพิ่มความทนทานต่ออาการสะท้านหนาวได้ (Wang *et al*., 2005)

กิจกรรมเอนไซม์ POX ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีสูงกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ POX กับค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เท่ากับ 0.74 (ภาพผนวกที่ 9) และพันธุ์โชคอนันต์ เท่ากับ 0.76 (ภาพผนวกที่ 10) แสดงให้เห็นว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธ์อาจเกี่ยวกับกิจกรรมเอนไซม์ POX กิจกรรมเอนไซม์ POX ที่มีสูงในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์อาจช่วยลดปริมาณอนุมูลอิสระ active oxygen species (AOS) ให้น้อยลง และทำให้ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชะลอการแสดงอาการสะท้านหนาวได้ประมาณ 5 วัน ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ POX ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่าง ซึ่งหมายความว่าอาการสะท้านหนาวและกิจกรรมเอนไซม์ POX มีความสัมพันธ์กับพันธุ์ แต่ไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเก็บรักษา สอดคล้องกับการศึกษาในใบอัฟริกันไวโอเล็ต ต้นข้าวโพด ผลส้ม และผลมะเขือเทศ ที่พบว่าพืชสายพันธุ์ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำหรือมีความไวต่ออุณหภูมิต่ำน้อยมีการปรับระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของสารหรือเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระบางชนิดเพิ่มขึ้นมากกว่าสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำ (Sala and Lafuente, 1991; Walker and McKersie, 1993; Hodges *et al*., 1997; Yang *et al*., 2001)

**ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้อุณหภูมิสูงในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**

การให้ความร้อนในระดับที่พอเหมาะ (38-42 องศาเซลเซียส) ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนเก็บรักษา ทำให้พืชมีการปรับตัวในสภาพอุณหภูมิต่ำโดยการสังเคราะห์ heat shock protein (HSPs) เพิ่มขึ้น ช่วยในการคงสภาพของโปรตีนและเยื่อหุ้ม และมีบทบาทในการปกป้องพืชจากสภาวะเครียด ลดการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อผลมะเขือเทศ หรือมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สามารถลดความความเสียหายจากอาการสะท้านหนาวได้ (Lurie, 1998; Feder and Hofmann, 1999) พืชที่อยู่ภายใต้ความเครียด เช่นได้รับอุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่าปกติจะผลิตอนุมูลอิสระชนิด active oxygen species (AOS) ออกมามากกว่าปกติซึ่งส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย (Shigeoka *et al*., 2002) แต่เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิสูงในระดับที่เหมาะสมจะกระตุ้นให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นส่งผลให้พืชมีความทนทานต่อความเครียดที่รุนแรงได้ (Li, 2003) โดยกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ CAT, APX และ SOD ทำให้พืชทนทานต่ออุณหภูมิต่ำและป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว (Imahori *et al*., 2008) จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า ผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลได้ประมาณ 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่เก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ (McCollum *et al*., 1993) การจุ่มผลกล้วยในน้ำที่อุณหภูมิสูง 42 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดสีดำที่เปลือกซึ่งเป็นลักษณะของการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกกล้วยพันธุ์หอมทอง (Gros Michel) และพันธุ์น้ำว้าได้ 4 และ 2 วัน ตามลำดับ (Promyou *et al*., 2008) แต่อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นผลมะม่วงเกิดอาการสุกขึ้นอย่างรวดเร็วและทำให้มีอาการสะท้านหนาวแสดงออกมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาเก็บรักษาเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่าผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงเร่งให้มีการสุกเกิดขึ้นเร็ว สอดคล้องกับการใช้อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง จึงเกิดการสุกเร็วขึ้น ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง (เพ็ญวิภา, 2541) และอุณหภูมิสูงยัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระตุ้นให้อาการสะท้านหนาวเกิดรุนแรงมากขึ้น สอดคล้องกับการนำผลกีวีจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้ผลกีวีมีอาการสะท้านหนาวรุนแรงมากกว่าผลที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา (Ma *et al*., 2014)

กิจกรรมเอนไซม์ SOD และ CAT ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่มีค่าลดลง ยกเว้นกิจกรรมเอนไซม์ CAT ในเปลือกมะม่วงระยะผลสุกที่มะม่วงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีค่าลดลง สอดคล้องกับการทดลองในส้มแมนดารินที่นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง 37 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ทำให้มีกิจกรรมเอนไซม์ CAT สูงกว่าการจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงตามลำดับ และทำให้ส้ม แมนดารินทนทานต่ออาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุดตามลำดับเช่นกัน (Sala *et al*., 1991) การให้ผลอุ่นได้รับอุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน ทำให้ผลอุ่นทนทานต่ออาการสะท้านหนาวได้ และพบว่ามีเอนไซม์ POX, SOD และ CAT เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลอุ่นที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา (Zhang *et al*., 2005) การให้ความร้อนระยะเวลาสั้นๆ กับผลสตรอเบอร์รี่ หรือชิ้นส่วนของใบและรากต้นกล้วยไม้ส่งผลให้มีการชักนำกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระบางชนิดให้เพิ่มขึ้น เช่น SOD และ CAT ซึ่งมีบทบาทในการปกป้องอันตรายของเซลล์พืชจาก ROS ได้ (Ali *et al*., 2005; Vicente *et al*., 2006)

ส่วนกิจกรรมเอนไซม์ POX และ APX ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการนำผลส้มแมนดารินจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบว่าอาการสะท้านหนาวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อนก่อนเก็บรักษาซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของเอนไซม์ POX (Ghasemnezhad *et al*., 2008) และการให้ผลมะเขือเทศได้รับอุณหภูมิสูง 34 หรือ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าเอนไซม์ APX มีต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา (Yahia *et al*., 2007) แต่อย่างไรก็ตาม ในเปลือกของมะละกอพันธุ์ Frangi ที่ได้รับการจุ่มในน้ำร้อน 42 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และจุ่มในน้ำร้อน 49 องศาเซลเซียส นาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ มีอาการสะท้านหนาวน้อยกว่า รวมถึงมีกิจกรรมเอนไซม์ APX เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมะละกอที่ไม่ได้จุ่มในน้ำร้อนก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Shadmani *et al*., 2015)

มีหลายรายงานแนะนำว่า Heat shock treatment (HST) มีผลต่อระบบต้านอนุมูลอิสระในเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ (Zhang *et al.*, 2005, Ariel *et al.*, 2006 and Almeselmani *et al.*, 2006) Heat stress ส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์และแสดงออกของยีน SOD, APX และ CAT ในข้าว (Shah and Nahakpam, 2012) และมะเขือเทศ (Ogweno *et al.*, 2009) แสดงให้เห็นว่าความเครียดชักนำให้เกิดการแสดงออกของยีน SOD และ APX ในข้าว ซึ่งมีบทบาทในกลไกต้านอนุมูลอิสระ (Nahakpam and Shah, 2011; Shah and Nahakpam, 2012) ในต้นยาสูบที่ได้รับความร้อนพบว่า Heat shock proteins (HSPs) กระตุ้นการแสดงออกของยีน SOD (H'eouart *et al.*, 1994) Banzet *et al.* (1998) ได้ศึกษาผลของการให้ $H_2O_2$ (เป็นวิธีการทำให้เกิดความเครียดอย่างหนึ่ง) ในมะเขือเทศแสดงให้เห็นว่ามีการชักนำ HSPs ซึ่งมีผลในการป้องกันเซลล์จากการถูกทำลายได้ โดยการทดลองในมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิสูง 42 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิสูงส่งผลให้มะเขือเทศมีเอนไซม์ CAT, APX และ glutathione reductase (เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง) สูงกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง แต่ SOD มีค่าต่ำกว่า (Shah *et al.*, 2013) ดังนั้นจากการทดลองนี้อาจกล่าวได้ว่า HSPs ที่เกิดขึ้นเมื่อให้ผลมะม่วงได้รับความร้อนส่งผลกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ SOD และ CAT แต่ไม่มีผลต่อการสร้างเอนไซม์ APX และ POX

แม้ว่าทั้งเอนไซม์ SOD และ CAT เพิ่มขึ้นในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และทำให้ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เกิดอาการสะท้านหนาวช้าออกไป 5 วัน นั่นคือผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นเป็น 10 วัน ขณะที่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงมีอายุการเก็บรักษา 5 วัน แต่หลังจากนั้นผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทั้งไม่ได้รับและได้รับอุณหภูมิสูงเกิดอาการสะท้านหนาวที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ในการทดลองที่ 1 ยังพบว่ากิจกรรมเอนไซม์ SOD และ CAT ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ดังนั้นบทบาทของเอนไซม์ SOD และ CAT ในการป้องกันหรือลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังไม่มีความชัดเจน และต้องมีการทดลองเพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณ TAC ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สูงกว่าพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ผกผันกับการป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่ถ้าให้ความสนใจไปที่อุณหภูมิเก็บรักษาพบว่าในผลมะม่วงที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณ TAC สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา สอดคล้องกับการให้ผลมะเขือเทศได้รับอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณ carotene (สารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง) สูงกว่าผลที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา (Rao and Agarwal, 1999; Arias *et al*., 2000) และ Sozzi *et al*. (1996) รายงานว่าปริมาณ lycopene (สารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง) ในผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความร้อนก่อนเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สรุป

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส และการให้อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส กับผลมะม่วงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

1. ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าพันธุ์โชคอนันต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีอาการรุนแรงมากขึ้นเมื่อนำผลมะม่วงวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ไม่พบอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

2. การเกิดอาการสะท้านหนาวที่ผิวผลมะม่วงทำให้มีการยุบตัวและมีการพัฒนาสีที่ผิดปกติทั้งที่เปลือกและเนื้อติดเมล็ด การรั่วไหลของประจุ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ total antioxidant capacity (TAC) ในผลมะม่วงไม่มีความสัมพันธ์กับอาการสะท้านหนาว

3. กิจกรรมเอนไซม์ APX (ascorbate peroxidase) และ POX (guaiacol peroxidase) ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการมีกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระสูงช่วยป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาว แต่ไม่พบความสอดคล้องในกิจกรรมเอนไซม์ SOD (superoxide dismutase) และ CAT (catalase)

4. การลดการเกิดอาการสะท้านหนาวโดยใช้อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ได้ระยะเวลาสั้นๆ (ไม่เกิน 5 วัน แต่ไม่ได้ลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ หลังจากนั้นในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาอาการสะท้านหนาวใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานาน 5 และ 30 วัน ตามลำดับ และโชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส อายุการเก็บรักษานาน 10 และ 30 วัน ตามลำดับ

6. ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 ที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้เป็น 10 วัน แต่ไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา บุญศิริ. 2550. **การสะท้านหนาวของพริก 3 พันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนา เหลืองสุวาลัย. 2537. **การศึกษาการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการบ่มผลมะม่วง (*Mangifera indica* L.) พันธุ์แก้วจุก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกศศิณี ตระกูลทิวากร. 2525. **การศึกษาความแก่และคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ความแก่ต่าง ๆ ที่เก็บรักษาในตู้เย็น.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 453 น.

ช. ณิฎฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2526. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร (ผักและผลไม้).** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 132 น.

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 น.

ดวงตรา กสานติกุล. 2526. **การศึกษาการเจริญเติบโตการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวี รักษ์ศรีทอง. 2533. **ผลของการห่อฟิล์มพลาสติกและอุณหภูมิต่ำที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2533. **มะม่วง.** บริษัทประชาชนจำกัด, กรุงเทพฯ. 124 น.

ธเนศวร์ สีระแก้ว. 2541. **ผลของความร้อนและแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธเนศวร์ สีระแก้ว และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2541. **ผลของความร้อนต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์.** วารสารเกษตร 14(2): 111-122.

ธรรมภรณ์ ประภาสะวัต. 2534. **ผลของการเคลือบผิวและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิติมา วงษ์ชีรี. 2551. **ความสัมพันธ์ของความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของใบพืชสกุลกะเพรา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาโนชญ์ กูลพฤกษี. 2534. **ผลกระทบของสภาพบรรยากาศดัดแปลงและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง (*Mangifera indica* L.) พันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ ศรีสาธร. ม.ป.ป. **คู่มือการทำสวนมะม่วง.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 192 น.

เพ็ญวิภา วาสนาส่ง. 2541. **การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิจิตร วังใน. 2523. การปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว, น. 73-86. *ใน* **การอภิปรายพิเศษเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ในการปลูกมะม่วง.** โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, กรุงเทพฯ.

วีรินทร์ อันทะแขก. 2535. **การใช้อุณหภูมิสลับต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศศธร อินอ่อน และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2003. การตอบสนองของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 34: 4-6(พิเศษ): 33-36.

ศิริลักษณ์ วุฒิกุล. 2538. **การห่อหุ้มพริกยักษ์แต่ละผลด้วยฟิล์มพลาสติกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงโตเกียว. 2553. **มะม่วงไทยหลากพันธุ์.** แหล่งที่มา: http://www.thaiembassy.jp/rte3/index.php?option=com_content&view=article&id=888:-1-&catid=38:2010-06-07-04-55-11&Itemid=91

สมโภชน์ น้อยจินดา และ อภิญญา วิเวโก. 2545. การชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลชมพู่ (*Eugenia javanica* Lamk.) โดยการห่อฟิล์ม. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 33(6): 36-39.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม.

สายชล เกตุษา. 2530. **การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว.** เคหการเกษตร (11): 14-19.

สายชล เกตุษา. 2531. **การยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง.** วารสารสมาคมพืชสวน 3(1): 34-40.

สายชล เกตุษา. 2533. การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, น. 204-211. *ใน* คณาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. **การทำสวนมะม่วง.** โครงการคู่มือประกอบอาชีพสำหรับประชาชน ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 229 น.

สายชล เกตุษา. 2537. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว, น. 65-72 *ใน* เปรมปรี ณ สงขลา (ผู้รวบรวม). **รวมกลยุทธ์มะม่วง.** เคหการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุกันยา ชิดตระกูล. 2539. **ผลของการใช้อุณหภูมิสูงที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทิน กันยะมี. 2548. **ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และตัวต้านออกซิเดชันในมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ .** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลี ตันศิริยากุล. 2530. **การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (การเก็บรักษามะม่วง).** เกษตรอุตสาหกรรม 3(32): 71-73.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2529. วิทยาการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง, น. 63-70. *ใน* **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "มะม่วง".** ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ.** แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php

อนันต์ จิตรธรรม, ศิริชัย กัลยาณรัตน์ และ เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2545. ผลของ heat treatment และ $CaCl_2$ ต่ออาการ Chilling injury ของผลละมุดพันธุ์มะกอก (*Archras sapota* Linn.). **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 33: 6(พิเศษ): 122-126.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา บุณยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. **สารต้านอนุมูลอิสระ.** กรุงเทพฯ: พี.เอส.พริ้นท์.

Aebi, H.E. 1983. Catalase, pp. 273-286. *In* H.U. Bergmeyer, ed. **Methods of Enzyme Analysis**. Vol. 3. Verlag Chemie, Weinheim, Germany.

Alberts, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson. 1994. **Molecular Biology of The Cell.** Garlang Publishing, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ali Z.M., L.H. Chin, M. Marimuthu and H. Lazan. 2004. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharvest Biol. Technol.** 33: 181–192.

Ali, M.B., E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2005. Effects of temperature on oxidative stress defense system, lipid peroxidation and lipoxygenase activity in *Phalaenopsis*. **Plant Physiol. Biochem.** 43: 213-223.

Almeselmani, M., P.S. Deshmukh, R.K. Sairam, S.R. Kushwaha and T.P. Singh. 2006. Protective role of antioxidant enzymes under high temperature stress. **Plant Sci.** 171: 382–388.

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis.** Assosiation of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia. 1298 p.

Arias, R., T.C. Lee, L. Logendra and H. Janes. 2000. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) ripened on and off the vine. **J. Food Sci.** 65: 546–548.

Ariel, R.V., A.G. Martínez, R.C. Alicia and M.C. Pedro. 2006. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. **Postharvest Biol. Technol.** 40: 116–122.

Banzet, N., C. Richaud, Y. Deveaux, M. Kazmaier and J. Gagnon. 1998. Triantaphylides C, accumulation of small heat shock proteins, including mitochondrial HSP22, induced by oxidative stress and adaptive response in tomato cells. **Plant J.** 13: 519–527.

Baskaran, R., S. Puyed and Habibunnisa. 2002. Effect of modified atmosphere packaging and waxing on the storage behaviour of avocado fruits (*Persea americana* Mill). **J. Food Sci. Technol.** 39: 284-287.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ben-Yehoshua, S. 1985. Individual seal-packaging of fruits and vegetables in plastic film a new postharvest technique. **HortSci.** 20: 32-37.

Benzie, I.F.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry** 239: 70-76.

Cao, G. and R.L. Prior. 2002. Measurement of total antioxidant capacity in nutritional and clinical studies, pp. 47-55. *In* E. Cadenas and L. Packer, eds. **Handbook of Antioxidants.** Marcel Dekker, New York.

Chaiprasart, P. 2001. **Physiological and Biochemical Changes during Occurrence of Chilling Injury in Banana Fruits and Applicable Techniques to Reduce Its Damage.** Ph.D. Thesis, University of Tsukuba, Japan**.**

Chaplin, G.R., D. Graham and S.P. Cole. 1986. Reduction of chilling injury in mango fruit by storage in polyethylene bags. **ASEAN Food J.** 2: 139-142.

Chidtragool, S., S. Ketsa, J. Bowen, I.B. Ferguson and W.G. van Doorn. 2011. Chilling injury in mango fruit peel: Cultivar differences are related to the activity of phenylalanine ammonia lyase. **Postharvest Biol. Technol.** 62: 59-63.

Cohen, E., M. Shuali and Y. Shalom. 1983. Effect of intermittent warming on the reduction of chilling injury of 'Villa Franka' lemon fruits storaged at cold temperature. **HortSci.** 58(4): 593-598.

Concellón, A., M.C. Añón and A.R. Chaves. 2004. Characterization and changes in polyphenol oxidase from eggplant fruit (*Solanum melongena* L.) during storage at low temperature. **Food Chem.** 88: 17–24.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Concellón, A., M.C. Añón and A.R. Chaves. 2005. Effect of chilling on ethylene production in eggplant fruit. **Food Chem.** 92: 63–69.

_____, _____ and _____. 2007. Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). **LWT- Food Science and Technology** 40: 389–396.

Couey, H.M. 1982. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. **HortSci.** 17(2): 162-165.

Diang, C., C.Y. Wang, K.C. Gross and D.L. Smith. 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. **Plant Sci.** 161: 1153-1159.

Dou H., S. Jones and M. Ritenour 2005. Influence of 1-MCP application and concentration on postharvest peel disorders and incidence of decay in citrus fruit. **Journal of Horticulture Science & Biotechnology** 80:86-92.

Feder, M.E. and G.E. Hofmann. 1999. Heat-shock proteins, molecular chaperons and stress response: evolution and ecological physiology. **Annu. Rev. Physiol.** 61: 243-282.

Foyer, C.H., P. Descourvières and K.J. Kunert. 1994. Protection against oxygen radicals: an important defense mechanism studied in transgenic plants. **Plant, Cell & Environment** 17: 507-523.

Fuchs, Y., Zauberman G., Rot I. and Weksler A. 1989. Chilling injury and electrolyte leakage in cold stored mango and avocado fruits. **Acta Hort.** 258: 303-308.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fung, R. W.M., C.Y. Wang, D.L. Smith, K.C. Gross and M. Tian. 2004. MeSA and MeJA increase steady-state transcript levels of alternative oxidase and resistance against chilling injury in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). **Plant Sci.** 166: 711-719.

Ghasemnezhad, M., K. Marsh, R. Shilton, M. Babalar and A. Woolf. 2008. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'satsuma' mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase. **Postharvest Biol. Technol.** 48: 364-371.

González-Aguilar, G.A., J.G. Buta and C.Y. Wang. 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya'Sunrise'. **Postharvest Biol. Technol.** 28: 361-370

González-Aguilar, G.A., M.E. Tiznado-Hernández, R. Zavaleta-Gatica and M.A. Martínez-Téllez. 2004. Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury and activate the defense response of guava fruits. **Biochemical and Biophysical Research Communications** 313: 694-701.

González-Aguilar, G.A., M.E. Tiznzdo-Hernández and C.Y. Wang. 2006. Physiological and biochemical responses of horticultural products to methyl jasmonate. **Stewart Postharvest Rev.** 1: 1-9.

Halliwell, B. and J.M.C. Gutteridge. 1989. **Free Radical in Biology and Medicine**. 2nd ed. Oxford University Press, New York. 543 p.

H'eouart, D., M.V. Montague and D. Inze. 1994. Developmental and environmental regulation of the *Nicotiana plumbaginifolia* cytosolic Cu/Zn-superoxide dismutase promoter in transgenic tobacco. **Plant Physiol.** 104: 873–880.

Hershkovitz V., S.I. Saguy and E. Pesis. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biol. Technol.** 37:252-264.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hewajulige, I. GN, S.W. Wijeratnam and R. LC Wijesundera. 2006. Pre-harvest application of calcium to control black heart disorder in Mauritius pineapples during low-temperature storage. **J. Sci. Food Agric.** 86: 420-424.

Hodges, D.M. 2003. Overview: oxidative stress and postharvest produce, pp. 1-12. *In* D.M. Hodges, ed. **Postharvest Oxidative stress in Horticultural Crops.** Food Produces Press, New York.

Hodges, D.M., C.J. Andrews, D.A. Johnson and R.I. Hamilton. 1997. Antioxidant enzyme and compound responses to chilling stress and their combing abilities in differentially sensitive maize hybrids. **Crop Sci.** 37: 857-863.

Imahori, Y., M. Takemura and J. Bai. 2008. Chilling-induced oxidative stress and antioxidant responses in Mume (*Prunus mume*) fruit during low temperature storage. **Postharvest Biol. Technol.** 49: 54-60.

Kader, A.A. 1985. Modified atmospheres and low-pressure systems during transport and storage, pp. 58-64. *In* A.A. Kader, R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer and J.F. Thompson, eds. **Postharvest Technology of Horticultural Crops.** University of California, Publication, Davis, USA.

Kader, A.A., N.F. Sommer and M.L. Arpaia. 2002. Postharvest handling system: tropical fruits. pp. 385-398. *In* A.A. Kader, eds. **Postharvest Technology of Horticultural Crops.** The Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, California.

Kang, H.M. and M.E. Saltveit. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. **Physiol. Plant**. 115: 571-576.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Katawatcharakul, W. 2000. **Effect of heat treatment on chilling injury in Nang Klang Wan mango fruits.** Master's degree thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand

Kerdnaimongkol, K. and W.R. Woodson. 1999. Inhibition of catalase by antisense RNA increases susceptibility to oxidative stress and chilling injury in transgenic tomato plants. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 124: 330-336.

Ketsa, S., S. Chidtragool, J. D. Klein and S. Lurie. 1999. Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment. **Postharvest Biol. Technol.** 15: 65-72.

Klein, J.D. and S. Lurie. 1990. Prestorage heat treatment as a mean of improving poststorage quality of apple. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 115: 255-259.

Klessig, D.F. and J. Malamy. 1994. The salicylic acid signal in plants. **Plant Mol. Biol.** 26: 1439-1458

Kochhar, S., C.B. Watkin, P.L. Conklin and S.K. Brown. 2003. A quantitative and qualitative analysis of antioxidant enzymes in relation to susceptibility of apples to superficial scald. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 128: 910–916.

Kocsy, G., G. Galiba and C. Brunold. 2001. Role of glutathione in adaptation and signalling during chilling and cold acclimation in plants. **Physiol. Plant.** 113: 158–164.

Kuk, Y.I., J.S. Shin, N.R. Burgos, T.E. Hwang, O. Han, B.H. Cho, S. Jung and J.O. Guh. 2003. Antioxidative enzymes offer protection from damage in rice plants. **Crop Sci.** 43: 2109-2117.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lee, D.H. and C.B. Lee. 2000. Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber. In gel enzyme activity assays. **Plant Sci.** 159: 75-85.

Lee S.K. and A.A. Kader. 2000. Preharvest and Postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biol. Technol.** 20: 207-220.

Li, M.H. 2003. Peroxidase and superoxide dismutase activities in fig leaves in response to ambient air pollution in a subtropical city. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** 45: 168-176.

Li, Q., B. Yu, Y. Gao, A.H. Dai and J.G. Bai. 2011. Cinnamic acid pretreatment mitigates chilling stress of cucumber leaves through altering antioxidant enzyme activity. **J. Plant Physiol.** 168: 927-934.

Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. **Postharvest Biol. Technol.** 14: 257-269.

Lutz, J.M. and R.E. Hardenburg. 1968. **The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks.** USDA Handbook No.66.

Lyons, J.M. 1973. Chilling injury in plants. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plants Mol. Biol.** 24: 445-466.

Lyons, J.W. and R.W. Breidenbach. 1987. Chilling injury, pp. 305-326. *In* J. Weichmann, ed. **Postharvest Physiology of Vegetables.** Marcel Dekker Inc., New York.

Ma, Q., J. Suo, D.J. Huber, X. Dong, Y. Han, Z. Zhang and J. Rao. 2014. Effect of hot water treatments on chilling injury and expression of a new C-repeat binding factor (*CBF*) in 'Hongyang' kiwifruit during low temperature storage. **Postharvest Biol. Technol.** 97: 102-110.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mach, J.M. and J.T. Greenberg. 2004. Free radicals and oxidative stress, pp. 203-214. *In* L.D. Nooden, ed. **Plant Cell Death Process.** Elsevier Academic Press, San Diego

Matsumura, T., N. Tabayashi, Y. Kamagata, C. Souma and H. Saruyama. 2002. Wheat catalase expressed in transgenic rice can improve tolerance against low temperature stress. **Physiol. Plant**. 116: 317-327.

Maxwell, S.R.J. 1995. Prospects for the use of antioxidant therapies. **Drugs** 49(3): 345-361.

McCollum, T.G., S.D. Aquino and R.E. McDonald. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. **HortSci.** 28(3): 197-198.

Meir, S., S. Philosoph-Hadas, S. Lurie, S. Droby, M. Akerman, G. Zauberman, B. Shapiro, E. Cohen and Y. Fuchs. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit and bell pepper by methyl jasmonate. **Can. J. Bot.** 74: 870-874.

Mohammed, M. and J.K. Brecht. 2002. Reduction of chilling injury in 'Tommy Atkins' mangoes during ripening. **Scientia Hort.** 95: 297-308.

Morris, L.L. 1982. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortSci.** 25: 161-162.

Murata, N., N. Sato, N. Takahashi and Y. Hamazaki. 1982. Compositions and positional distributions of fatty acids in phospholipids from leaves of chilling-sensitive and chilling-resistant plants. **Plant Cell Physiol.** 23: 1071-1079.

Nahakpam, S. and K. Shah. 2011. Expression of key antioxidant enzymes under combined effect of heat and cadmium toxicity in growing rice seedlings. **Plant Growth Regul.** 63: 23–35.

Nguyen, T. B. T., S. Ketsa and W. G. van Doorn. 2003. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. **Postharvest Biol. Technol.** 31: 313–317.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nishida, I. and N. Murata. 1996. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: the curcial contribution of memnrane lipids. **Annu. Rev. Plants Physiol. Plants Mol. Biol.** 47: 541-568.

Nukuntornprakit O., K. Chanjirakul, W.G. van Doorn and J. Siriphanich. 2015. Chilling injury in pineapple fruit: Fatty acid composition and antioxidant metabolism. **Postharvest Biol. Technol.** 99: 20-26.

Ogweno, J.O., X.S. Song, W.H. Hua, K. Shi, Y.H. Zhou and J.Q. Yu. 2009. Detached leaves of tomato differ in their photosynthetic physiological response to moderate high and low temperature stress. **Sci. Hortic.** 123: 17–22.

Pantastico, Er.B., A.K. Mattoo, T. Murata and Oyata. 1975. Chilling injury, pp. 339-362. *In* Er.B. Pantastico, ed. **Postharvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.** The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.

Paull, R.E. 1990. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin, pp. 17-36 *In* C.Y. Wang, ed. **Chilling Injury of Horticultural Crops.** CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.

Paull, R.E. and K.G. Rohrbach. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 110(1): 100-105.

Pesis, E., M. Faure and R.M. Arie. 1996. Induction of chilling tolerance in mango by temperature conditioning, heat, low $O_2$ and ethanol vapours. **Acta Hort.** 455(2): 629-634.

Phakawatmongkol, W., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2004. Variation in fruit chilling injury among mango cultivars. **Postharvest Biol. Technol.** 32: 115-118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pinhero, R.G., M.V. Rao, G. Paliyath, D.P. Murr and R.A. Fletcher. 1997. Changes in activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance of maize seedlings. **Plant Physiol.** 114: 695-704.

Prasad, T.K. 1996. Mechanism of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings : changes in antioxidant system, oxidation of protein and lipids, and protease activities. **Plant J.** 10: 1017-1026.

Prasad, T.K., M.D. Anderson, B.A. Martin and C.D. Stewart. 1994. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and regulatory role for hydrogenperoxide. **Plant Cell** 6: 65-74.

Promyou, S., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2008. Hot water treatments delay cold-induced banana peel blackening. **Postharvest Biol. Technol**. 48: 132–138.

Queiroz, C.G.S., A. Alonso, M. Mares-Guia and A.C. Magalhaes. 1998. Chilling induced changes in membrane fluidity and antioxidant enzyme activities in Coffea arabica L. roots. **Biol. Plant**. 41: 403-413.

Raison, J.K. and G.R. Orr. 1990. Proposals for a better understanding of the molecular basis of chilling injury, pp. 145-164. *In* C.Y. Wang, ed. **Chilling Injury of Horticultural Crops.** CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Rao, A.V. and S. Agarwal. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. **Nutr. Res.** 18: 305–323.

Ratule, M.T., A. Osman, S.H. Ahmad and N. Saari. 2006. Development of chilling injury of 'Berangan' banana (*Musa* cv. Berangan (AAA)) during storage at low temperature. **J Food. Agri. Environ.** 4: 128-134.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Roughan, P.G. 1985. Phosphatidylglycerol and chilling sensitivity in plants. **Plant Physiol.** 77: 740-746.

Ryall, A.L. and W.T. Pentzer. 1974. **Handling, Transpiration, and Storage of Fruit and Vegetables, Vol.2: Fruits and Nuts.** The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. 545 p.

Sabehatal, A., S. Lurie and D. Weiss. 1998. Expression of small heat-shock protein at low temperatures. **Plant Physiol.** 117: 651-658.

Sala, J.M., and M.T. Lafuente. 1991. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling. **Postharvest Biol. Technol.** 20: 81-89.

Saltveit, and L.L. Morris. 1990. Overview of chilling injury of horticultural crops, pp. 3-15. *In* C.Y. Wang, ed. **Chilling Injury of Horticultural Crops.** CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.

Sato, Y., Y. Masuta, K. Saito, S. Murayama and K. Ozawa. 2011. Enhancedchilling tolerance at the booting stage in rice by transgenic overexpression of the ascorbate peroxidase gene, OsAPXa. **Plant Cell Reports** 30:399-406.

Schirra, M. and E. Cohen. 1999. Long-term storage of 'Olinda' oranges under chilling and intermittent warming temperatures. **Postharvest Biol. Technol.** 16: 63-69.

Selvarajah, S., A.D. Bauchot and P. John. 2001. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biol. Technol.** 23:67-70.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sen Gupta, A., R.P. Webb, A.S. Holaday and R.D. Allen. 1993. Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress. Induction of ascorbateperoxidase in superoxide dismutase-overexpressing plants. **Plant Physiol.** 103: 1067-1073.

Shadmani, N., S.H. Ahmad, N. Saari, P. Ding and N.E. Tajidin. 2015. Chilling injury incidence and antioxidant enzyme activities of Carica papaya L. 'Frangi' as influenced by postharvest hot water treatment and storage temperature. **Postharvest Biol. Technol.** 99: 114-119.

Shah, K. and S. Nahakpam. 2012. Heat exposure alters the expression of SOD, POD, APX and CAT isoenzymes and mitigates low cadmium toxicity in seedlings of sensitive and tolerant rice cultivars. **Plant Physiol. Biochem.** 57: 106–113.

Shah, K., M.S. Avinash and C. Rai. 2013. Effect of heat-shock induced oxidative stress is suppressed in *BcZAT12* expressing drought tolerant tomato. **Phytochemistry** 95: 109-117.

Shewfelt, R.L. 1992. Response of plant membranes to chilling and freezing, pp. 192-219. *In* Y.Y. Leshem, R.L. Shewfelt, C.M. Willmer, O. Pantoja, eds. **Plant Membranes: a biophysical approach to structure, development and senescence.** luwer Academic Publishers, Dordrecht.

Shewfelt, R.L. and B.A. del Rosario. 2000. The role of lipid peroxidation in storage disorders of fresh fruit and vegetables. **HortSci.** 35(4): 575-579.

Shigeoka, S., T. Ishikawa, M. Tamoi, Y. Miyagawa, T. Takeda, Y. Yabuta and K. Yoshimura. 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. **J. Exp. Bot.** 53: 1305-1319.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Signer, S.L. and G.L. Nicolson. 1972. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. **Science** 175: 720-731.

Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiol. Plant**. 100: 577-582.

Somogyi, A., K. Rosta, P. Pusztai, Z. Tulassay and G. Nagy. 2007. Antioxidant measurements. **Physiological Measurement** 8: 41-55.

Sozzi, G.O., O. Cascone and A.A. Fraschina. 1996. Effect of a high-temperature stress on endo-β-mannanase and α-and β-galactosidase activities during tomato fruit ripening. **Postharvest Biol. Technol.** 9: 49–53.

Tai, P.Y.P., J.D. Miller, D.R. Morris, N.C. Glynn and S.J. Edme. 2004. Electrolyte leakage test for evaluating sugarcane freezing tolerance. **Sugarcane Int.** 22: 3-7.

Ternay, A.L. and V. Sorokin. 1997. Redox, radicals and antioxidants. pp. 1-21. *In* S.I. Baskin and H. Salem eds. **Oxidants, Antioxidants and Free Radicals.** Taylor and Francis, Washington, D.C.

Thomas, P. and M.S. Oke. 1983. Improvement in quality and storage of 'Alphonso' mangoes by cold adaptation. **Scientia Hort.** 19: 257-262.

Ukeda, H., S. Maeda, T. Ishii and M. Sawamura. 1997. Spectrophotometric assay for superoxide dismutase based on tetrazolium salt 3' – {1-[(phenylamino)-carbonyl]-3,4-tetrazolium}-bis(4-mehoxy-6-nitro)benzenesulfonic acid hydrate reduction by xanthin-xanthine oxidase. **Annual Biochem.** 251: 206-209.

Vicente A.R., G.A. Martinez, A.R. Chaves and P.M. Civello. 2006. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. **Postharvest Biol. Technol.** 40: 116-122.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Walker M.A. and B.D. McKersie. 1993. Role of ascorbate-glutathione antioxidant system in chilling resistance in tomato. **J. Plant Physiol**. 141: 234-239.

Wang, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. **HortSci.** 17: 173-186.

Wang, C.Y. 1993. Approaches to reduce chilling injury of fruit and vegetables. **Hort. Rev.** 15: 63-95.

_____. and J. G. Buta. 1994. Methyl jasmonate improves quality of stored zuccihinie squash. **J. Food Qual.** 22: 663-670.

Wang, W., B. Vinocur, O. Shoseyov and A. Altman. 2004. Role of plant heat shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. **Trends Plant Sci.** 9: 244-252.

Wang, Y., S. Tian and Y. Xu. 2005. Effects of high oxygen concentration on pro- and antioxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. **Food Chem.** 91: 99-104.

Wasternack, C. 2004. Jasmonates-biosynthesis and role in stress responses and developmental processes, pp. 143-155. *In* L.D. Nooden, ed. **Plant Cell Death Process.** Elsevier Academic Press, San Diego.

Watkins C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology** 24: 389–409.

Whitaker, B.D. 1995. Lipid change in mature green bell pepper fruit during chilling at $2^{O}$C and after transfer to $20^{O}$C subsequent to chilling. **Physiol. Plant.** 93: 683-688.

Willekens, H., S. Chamnongpol, M. Davey, M. Schraudner, C. Langebartels, M. VanMontagu, and W. Van Camp. 1997. Catalase is a sink for H2O2and is indispensable for stress defense in C3plants. **EMBO Journal** 16: 4806-4816.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wills, R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. **Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables.** New South Wales University Press, New South Wales. 161 p.

Wismer W.V., W.M. Worthing, R.Y. Yada and A.G. Marangoni. 1998. Membrane lipid dynamics and lipid peroxidation in the early stages of low-temperature sweetening in tubers of *Solanum tuberosum*. **Physiol. Plant.** 102: 396-410.

Woolf A.B. 1997. Reduction of chilling injury in stored 'Hass' avocado fruit by 38°C water treatment. **HortSci.** 32: 1247-1251.

_____, K.A. Cox, A. White and I.B. Ferguson. 2002. Low temperature conditioning treatments reduce external chilling injury of 'Hass' avocados. **Postharvest Biol. Technol.** 28:113-122.

Xu, P.L., Y.K. Guo, J.G. Bai, L. Shang and X.J. Wang. 2008. Effects of long-term chilling on ultrastructure and antioxidant activity in leaves of two cucumber cultivar sunder low light. **Physiol. Plant**. 132: 467-478.

Yahia E.M., G.S. Zamora, J.K. Brecht and A. Gardea. 2007. Postharvest hot air treatment effects on the antioxidant system in stored mature-green tomatoes. **Postharvest Biol. Technol.** 44: 107-115

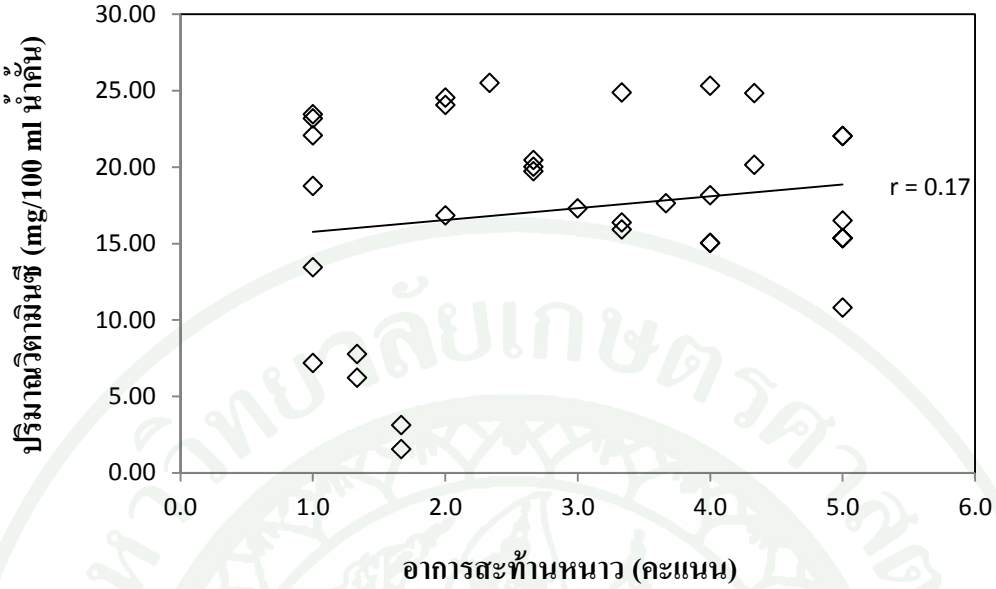
Yang, S.J., M. Hosokawa, Y. Mizuta, J.G. Yan, J. Mano and S. Yazawa. 2001. Antioxidant capacity is correlated with susceptibility to leaf spot caused by rapid temperature drop in *Saintpaulia* (African violet). **Scientia Hort.** 88: 59-69.

Zhang J., W. Huang, Q. Pan and Y. Liu. 2005. Improvement of chilling tolerance and accumulation of heat shock proteins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Jingxiu) by heat pretreatment. **Postharvest Biol. Technol.** 38: 80-90.

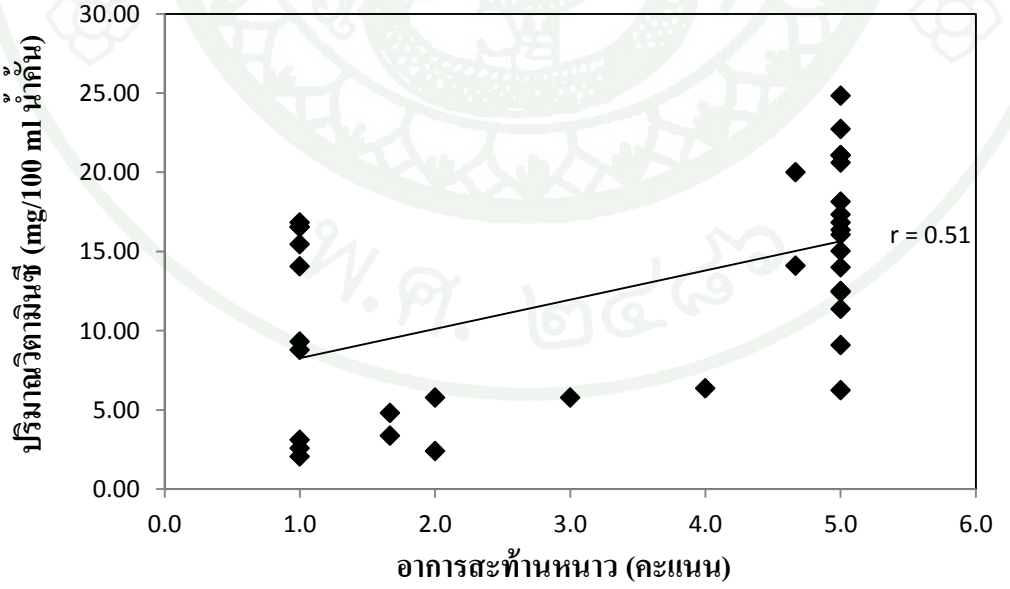
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

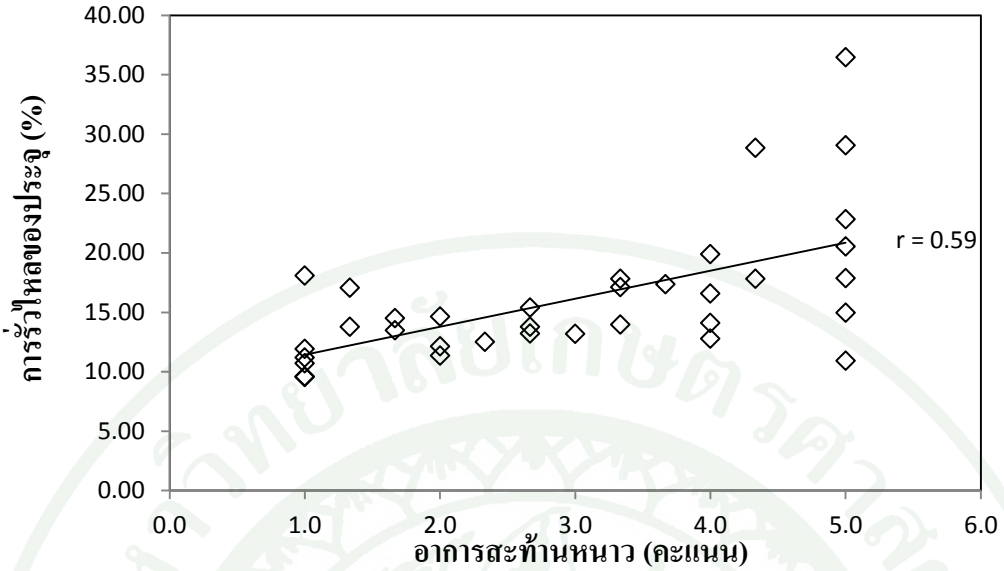



**ภาพผนวกที่ 1** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณวิตามินซีที่เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

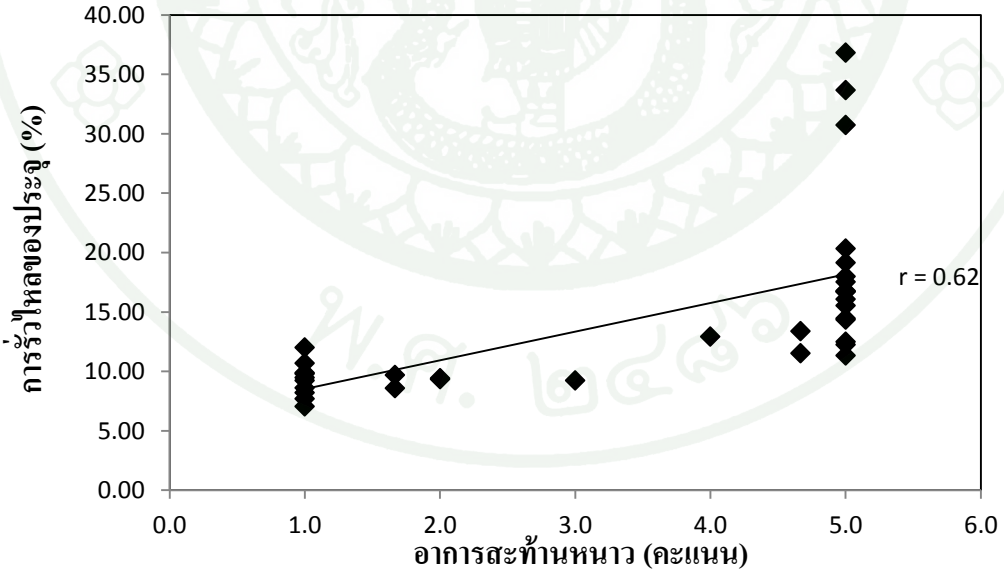



**ภาพผนวกที่ 2** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณวิตามินซี ที่เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

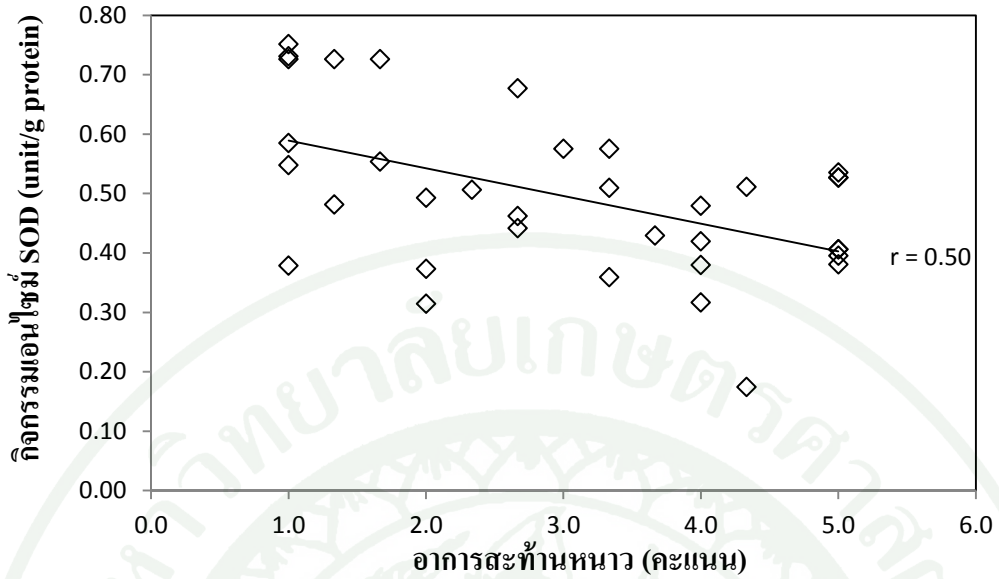



**ภาพผนวกที่ 3** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับการรั่วไหลของประจุที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

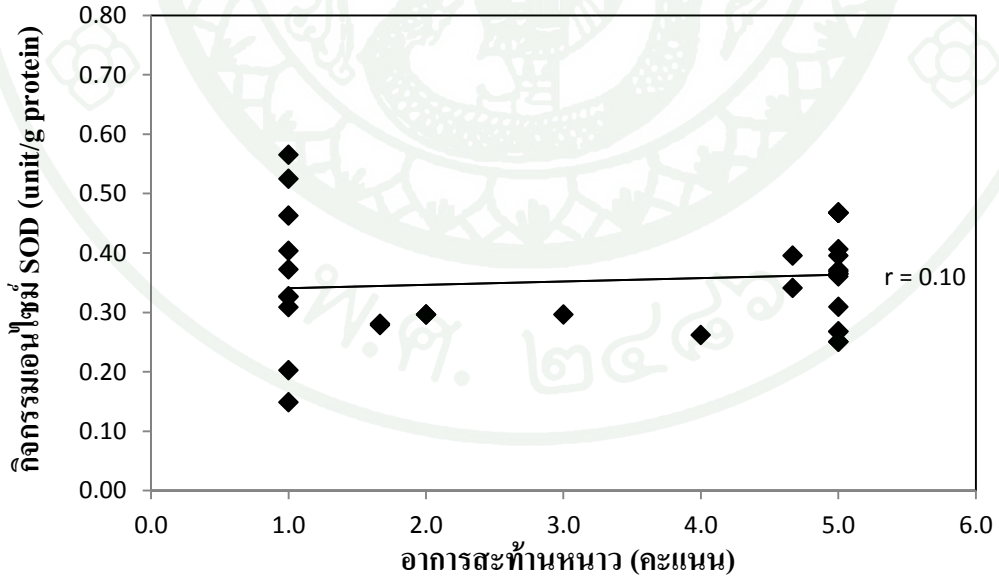



**ภาพผนวกที่ 4** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับการรั่วไหลของประจุที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

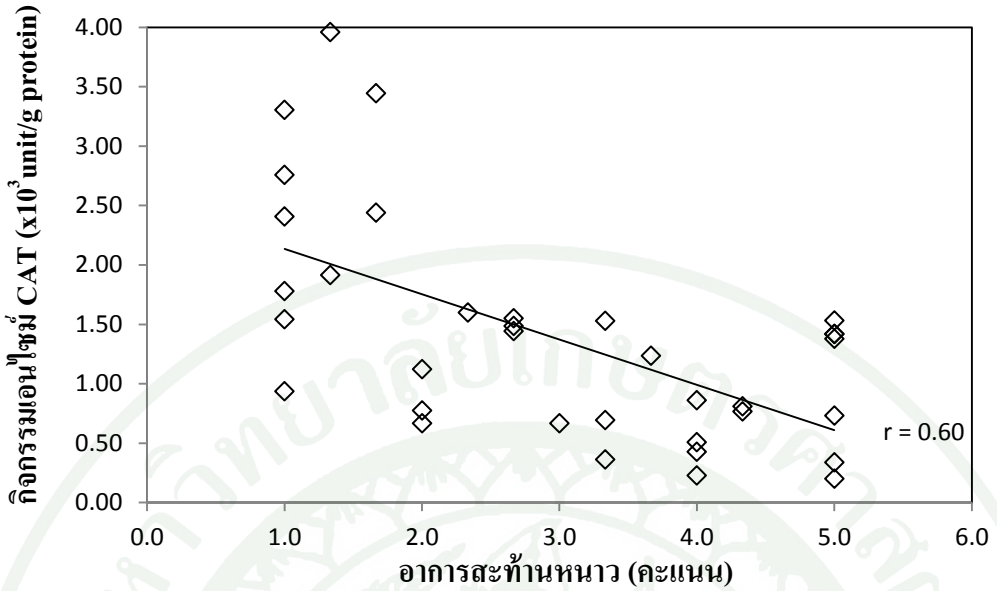



**ภาพผนวกที่ 5** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ SOD ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

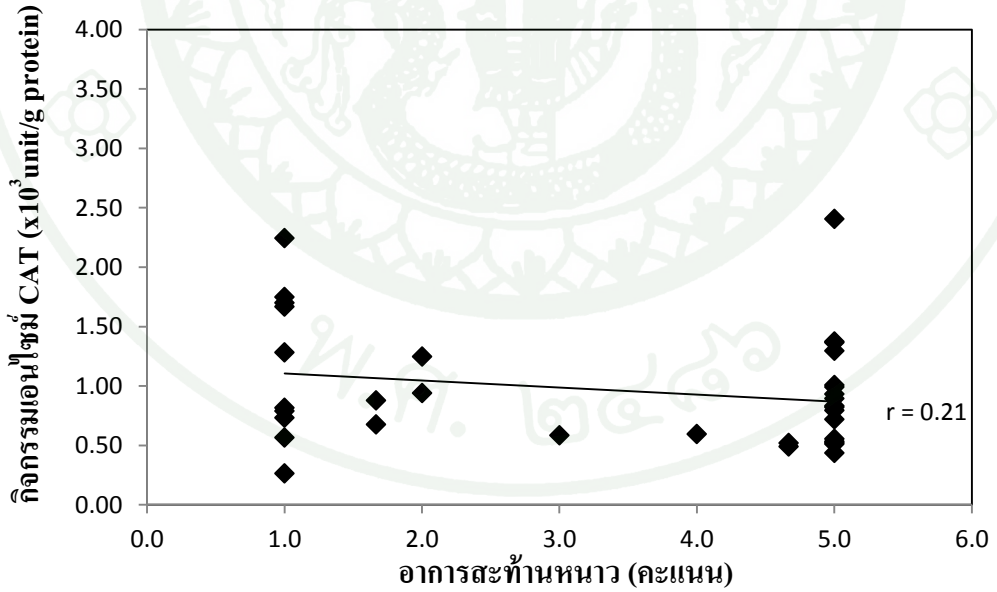



**ภาพผนวกที่ 6** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ SOD ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

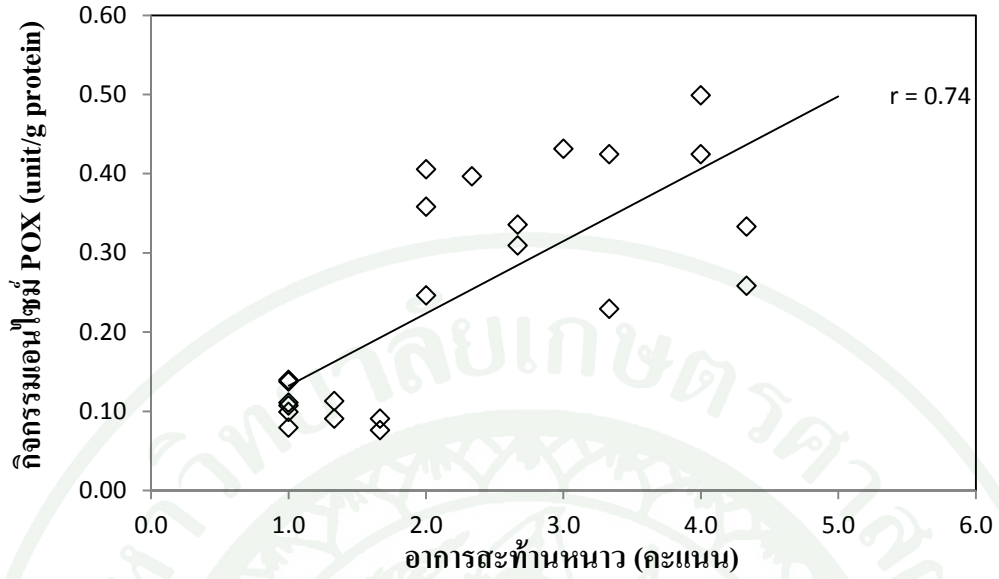



**ภาพผนวกที่ 7** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

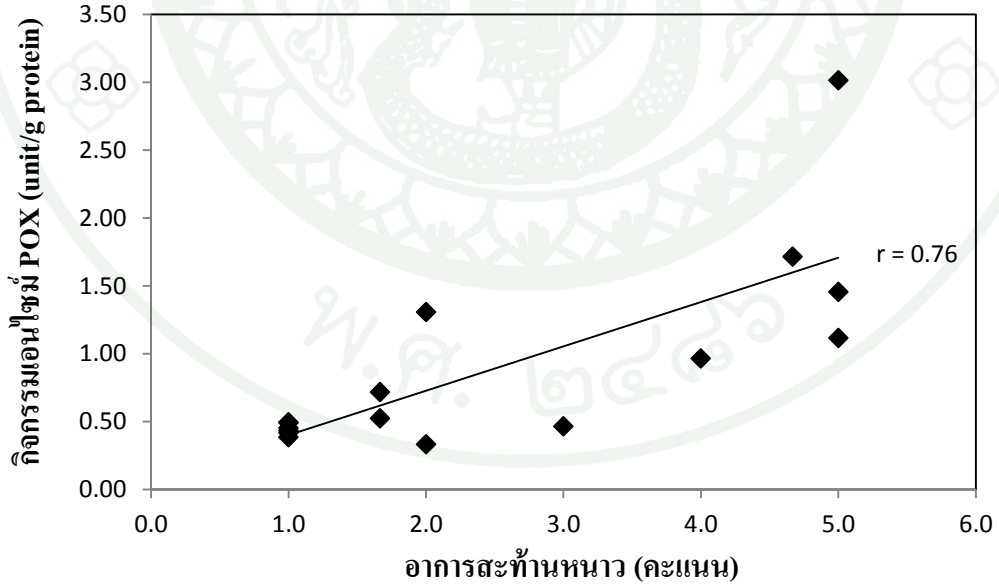



**ภาพผนวกที่ 8** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ CAT ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

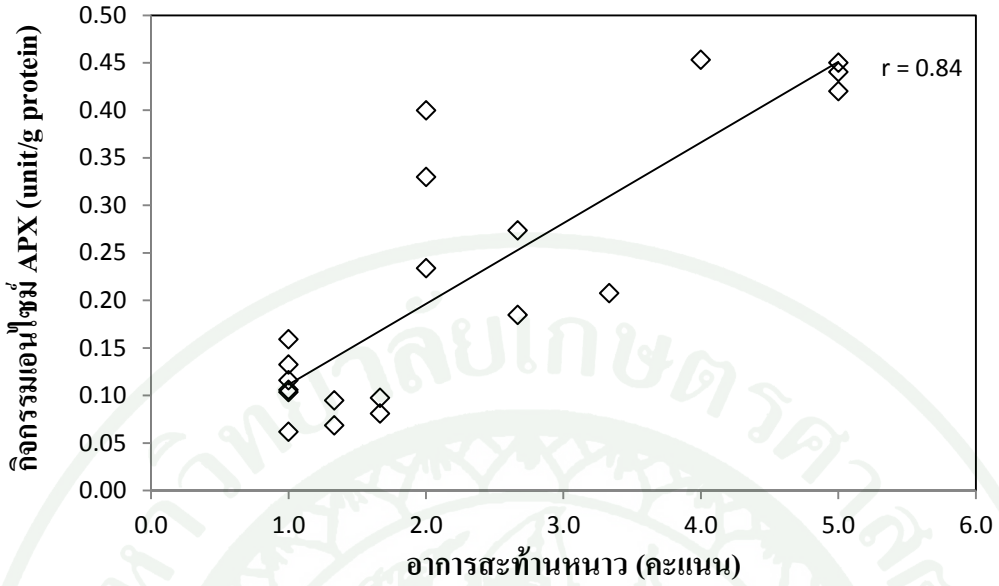



**ภาพผนวกที่ 9** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ POX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

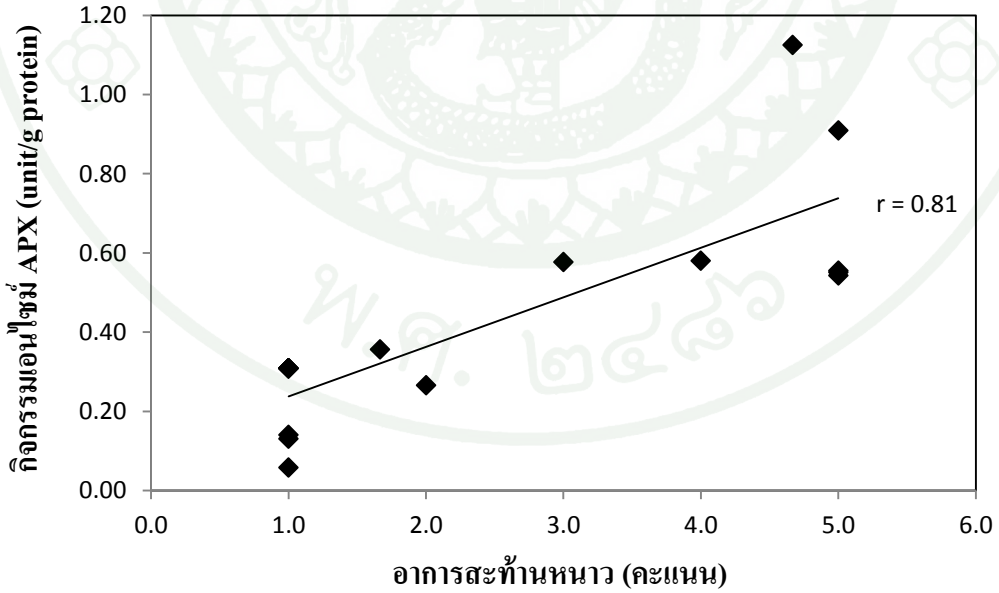



**ภาพผนวกที่ 10** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ POX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

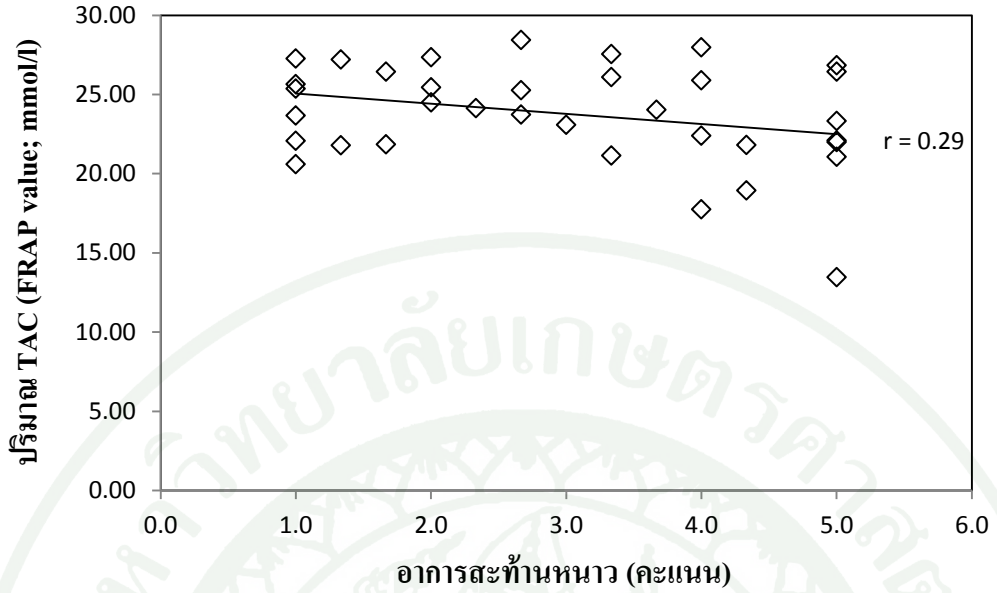



**ภาพผนวกที่ 11** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ APX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

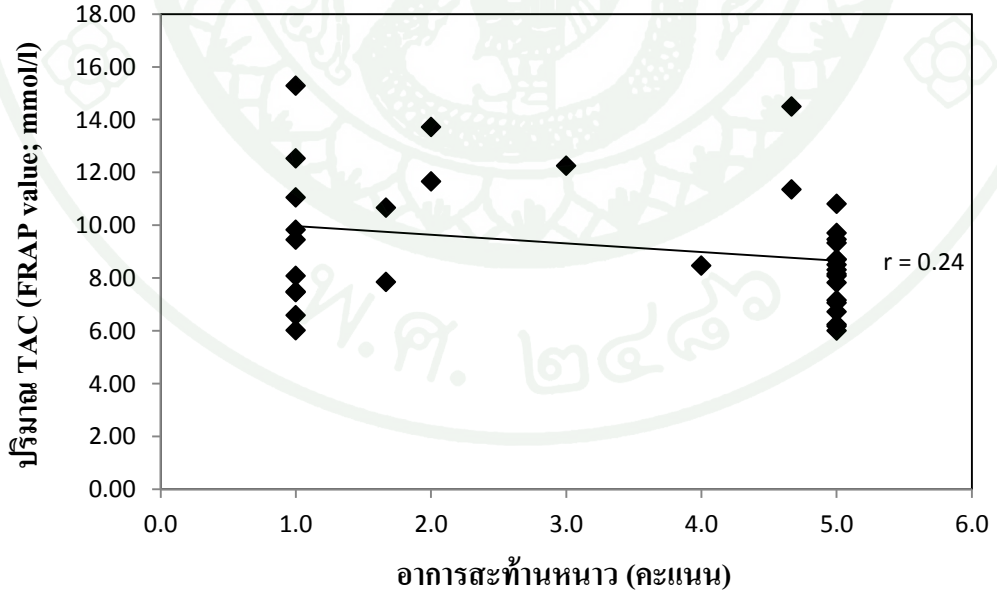



**ภาพผนวกที่ 12** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับกิจกรรมเอนไซม์ APX ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพผนวกที่ 13** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณ TAC ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)




**ภาพผนวกที่ 14** ความสัมพันธ์ระหว่างอาการสะท้านหนาวกับปริมาณ TAC ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่วัดค่าทันทีหลังการเก็บรักษา (วันที่ 0-30 ของการเก็บรักษา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 1** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.0 a | 1.2 a | 1.6 a | 2.0 b | 2.4 b | 2.8 b | 3.1 a |
| โชคอนันต์ | 1.0 a | 1.0 b | 1.5 a | 2.8 a | 3.0 a | 3.0 a | 3.0 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 1.0 x | 1.2 x | 2.1 x | 3.8 x | 4.4 x | 4.8 x | 5.0 x |
| 12° ซ | 1.0 x | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.1 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| พันธุ์ | ** | ns | ** | ** | * | ns | |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ** | ** | ** | ** | |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ns | ** | ** | * | ns | |
| C.V. | 13.64 | 19.68 | 10.47 | 5.71 | 7.90 | 5.05 | |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 2** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.0 a | 1.5 a | 1.9 b | 2.2 b | 3.0 a | 3.0 a | 3.2 a |
| โชคอนันต์ | 1.0 a | 1.0 b | 2.3 a | 3.0 a | 3.0 a | 3.0 a | 3.0 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 1.0 x | 1.5 x | 3.1 x | 4.2 x | 5.0 x | 5.0 x | 5.0 x |
| 12° ซ | 1.0 x | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.0 y | 1.2 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | | ** | * | ** | ns | ns | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | | ** | * | ** | ns | ns | * |
| C.V. | | 8.49 | 18.04 | 12.58 | 0 | 0 | 5.68 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 3** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.1 a | 1.3 a |
| โชคอนันต์ | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 y |
| 12° ซ | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.1 x | 1.3 x |
| *P* - Value | | | | | | | |

| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | |
|---|---|---|
| | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * |
| C.V. | 14.68 | 22.38 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 4** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.3 a | 1.4 a |
| โชคอนันต์ | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 a | 1.0 b | 1.0 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 y | 1.0 y |
| 12° ซ | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.0 x | 1.3 x | 1.4 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | | | | | | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | |
| | | | | | | 25 | 30 |
| พันธุ์ | | | | | | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | | | | | | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | | | | | | ** | ** |
| C.V. | | | | | | 17.23 | 15.56 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 5** ค่า L* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 84.00 a | 68.96 a | 70.49 a | 69.01 a | 67.44 a | 66.51 a | 67.59 a |
| โชคอนันต์ | 82.26 b | 66.38 b | 66.61 b | 63.88 b | 65.71 a | 65.12 a | 65.53 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 83.13 x | 66.83 x | 67.90 x | 63.48 y | 63.76 y | 60.91 y | 61.47 y |
| 12° ซ | 83.13 x | 68.51 x | 69.20 x | 69.41 x | 69.39 x | 70.72 x | 71.65 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | * | ** | ** | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| C.V. | 1.39 | 3.52 | 2.81 | 4.44 | 3.33 | 3.74 | 3.34 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 6** ค่า L* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 67.58 a | 70.00 a | 70.96 a | 70.77 a | 67.26 a | 67.57 a | 66.75 a |
| โชคอนันต์ | 66.48 a | 71.95 a | 71.45 a | 68.22 a | 67.45 a | 64.82 b | 63.85 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 67.03 x | 71.38 x | 70.48 x | 67.70 y | 63.05 y | 58.91 y | 58.36 y |
| 12° ซ | 67.03 x | 70.57 x | 71.93 x | 71.92 x | 71.66 x | 73.48 x | 72.24 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | ns | ns | ns | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ns | ** | ** |
| C.V. | 2.04 | 4.28 | 4.16 | 3.93 | 5.22 | 3.13 | 3.49 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 7** ค่า L* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 69.16 a | 84.18 a | 82.94 a | 83.92 a | 83.49 a | 80.55 a | 76.66 a |
| โชคอนันต์ | 67.04 b | 84.65 a | 83.04 a | 84.17 a | 82.73 a | 79.56 a | 76.51 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 68.10 x | 84.74 x | 82.49 x | 84.22 x | 83.80 x | 82.12 x | 78.59 x |
| 12° ซ | 68.10 x | 84.09 x | 83.49 x | 83.87 x | 82.42 y | 77.99 y | 76.58 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | * | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | * | ** | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 2.56 | 2.31 | 2.05 | 2.13 | 1.55 | 2.58 | 2.54 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 8** ค่า L* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 79.94 b | 81.85 a | 81.51 a | 79.11 a | 80.50 a | 79.07 a | 69.84 a |
| โชคอนันต์ | 84.18 a | 81.57 a | 82.79 a | 80.04 a | 79.41 a | 77.81 a | 70.33 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 82.06 x | 81.47 x | 82.68 x | 82.30 x | 82.48 x | 81.74 x | 71.01 x |
| 12° ซ | 82.06 x | 81.57 x | 82.62 x | 76.85 y | 77.43 y | 75.14 y | 69.16 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 1.25 | 2.27 | 2.05 | 2.60 | 2.35 | 2.74 | 6.22 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 9** ค่า a* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | -8.12 a | -11.51 a | -10.77 a | -9.89 a | -9.96 b | -7.37 b | -6.45 b |
| โชคอนันต์ | -7.96 a | -12.63 a | -10.73 a | -6.72 a | -7.07 a | -4.47 a | -1.98 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | -8.04 x | -12.53 x | -11.07 x | -7.62 x | -8.25 x | -6.93 x | -6.38 y |
| 12° ซ | -8.04 x | -11.61 x | -10.43 x | -8.99 x | -8.78 x | -4.91 x | -2.05 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | ns | ns | * | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 14.98 | 47.86 | 32.26 | 53.01 | 41.34 | 24.12 | 20.42 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 10** ค่า a* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | -12.36 a | -9.68 b | -8.12 b | -6.84 b | -7.43 b | -4.30 b | 0.73 b |
| โชคอนันต์ | -11.78 a | -5.21 a | -2.91 a | -0.80 a | -0.91 a | -0.43 a | 4.07 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | -12.07 x | -6.59 x | -4.40 x | -4.09 x | -3.83 x | -3.52 y | 0.75 y |
| 12° ซ | -12.07 x | -8.30 x | -6.63 x | -3.55 x | -4.51 x | -1.21 x | 4.05 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | * | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ** |
| C.V. | 41.42 | 39.18 | 36.78 | 27.10 | 28.84 | 14.30 | 11.27 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 11** ค่า a* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | -12.78 b | -7.56 b | -8.10 a | -6.59 b | -7.31 b | -5.76 b | -5.58 b |
| โชคอนันต์ | -11.28 a | -5.64 a | -7.20 a | -5.15 a | -4.86 a | -4.85 a | -3.44 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | -12.03 x | -6.33 x | -8.11 x | -6.02 x | -6.35 y | -6.29 y | -5.27 y |
| 12° ซ | -12.03 x | -6.87 x | -7.19 x | -5.72 x | -5.82 x | -4.32 x | -3.75 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ns | ** | ** | * | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | * | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** |
| C.V. | 28.76 | 10.84 | 21.23 | 6.29 | 5.54 | 8.92 | 10.47 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 12** ค่า a* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันสุกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | -7.24 a | -6.32 b | -5.84 b | -3.86 a | -5.67 b | -3.76 a | 1.04 a |
| โชคอนันต์ | -7.16 a | -4.59 a | -4.34 a | -3.96 a | -4.09 a | -2.76 a | -0.56 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | -7.20 x | -5.29 x | -5.17 x | -4.37 y | -4.24 x | -4.12 x | -0.33 x |
| 12° ซ | -7.20 x | -5.62 x | -5.01 x | -3.45 x | -5.54 y | -3.40 x | -8.01 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ** | * | ns | ** | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ns | ns | ** |
| C.V. | 8.58 | 8.56 | 11.99 | 5.06 | 7.54 | 7.34 | 13.26 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 13** ค่า b* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 26.48 b | 35.52 b | 33.66 b | 33.79 a | 32.72 b | 34.74 b | 35.45 b |
| โชคอนันต์ | 32.34 a | 40.15 a | 38.46 a | 35.29 a | 37.20 a | 40.33 a | 38.01 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 29.41 x | 37.95 x | 35.36 x | 30.67 y | 31.67 y | 32.62 y | 31.42 y |
| 12° ซ | 29.41 x | 37.72 x | 36.76 x | 38.41 x | 38.25 x | 42.45 x | 42.04 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ns | ** | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | * | * | ** | ** |
| C.V. | 6.78 | 5.78 | 6.24 | 11.96 | 6.75 | 7.62 | 7.18 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 14** ค่า b* ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 35.82 b | 31.96 b | 36.54 b | 39.08 b | 34.21 b | 34.62 b | 37.92 a |
| โชคอนันต์ | 41.62 a | 39.98 a | 43.74 a | 43.25 a | 41.75 a | 38.78 a | 36.93 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 38.72 x | 36.00 x | 39.75 x | 36.10 y | 31.82 y | 27.29 y | 28.98 y |
| 12° ซ | 38.72 x | 35.94 x | 40.53 x | 46.32 x | 44.14 x | 46.11 x | 45.47 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ** |
| C.V. | 3.41 | 8.02 | 7.41 | 6.49 | 10.82 | 6.76 | 6.31 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 15** ค่า b* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 35.44 b | 25.41 b | 26.87 b | 26.26 b | 27.34 a | 29.85 a | 35.60 a |
| โชคอนันต์ | 39.64 a | 28.95 a | 32.30 a | 29.61 a | 30.21 a | 32.79 a | 35.01 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 37.54 x | 26.05y | 29.10 x | 26.69 x | 28.30 x | 25.36 y | 27.11 y |
| 12° ซ | 37.54 x | 28.31 x | 30.07 x | 29.18 x | 29.25 x | 37.28 x | 43.50 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | * | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * | ns | ns | ns | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns |
| C.V. | 3.42 | 7.78 | 8.93 | 11.46 | 12.22 | 10.87 | 9.13 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 16** ค่า b* ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 30.98 a | 31.14 a | 34.13 a | 38.61 a | 30.66 b | 34.29 b | 45.59 a |
| โชคอนันต์ | 30.10 a | 33.63 a | 33.97 a | 38.04 a | 35.82 a | 36.91 a | 38.53 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 30.54 x | 32.26 x | 31.69 x | 29.77 y | 26.42 y | 26.44 y | 30.98 y |
| 12° ซ | 30.54 x | 32.51 x | 36.41 x | 46.88 x | 40.06 x | 44.76 x | 53.14 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | ns | ns | ** | * | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | * | ns | * | * |
| C.V. | 6.71 | 15.64 | 15.14 | 10.13 | 11.09 | 7.15 | 13.20 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 17** ความแน่นเนื้อ ($N/cm^2$) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันทีระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 356.05 a | 345.64 a | 312.32 b | 252.98 a | 194.68 b | 147.83 a | 115.63b |
| โชคอนันต์ | 326.90 a | 345.64 a | 360.21 a | 259.23 a | 259.23 a | 187.92 a | 137.29a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 341.48 x | 340.43 x | 341.47 x | 274.84 x | 240.49 x | 243.61 x | 228.00x |
| 12° ซ | 341.48 x | 350.85 x | 331.06 x | 237.37 x | 213.42 x | 92.14 y | 24.92 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | * | ns | * | ns | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| C.V. | 10.78 | 11.86 | 12.46 | 20.54 | 27.76 | 39.77 | 12.77 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 18** ความแน่นเนื้อ ($N/cm^2$) ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 285.26 b | 241.53 a | 255.07 a | 139.51 a | 190.52 a | 114.13 a | 33.84 b |
| โชคอนันต์ | 343.56 a | 279.01 a | 234.24 a | 154.08 a | 183.23 a | 129.29 a | 132.28a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 314.41 x | 244.65 x | 290.46 x | 224.88 x | 271.72 x | 217.59 x | 160.33x |
| 12° ซ | 314.41 x | 275.89 x | 198.85 x | 68.71 y | 102.03 y | 25.83 y | 5.79 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | * | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ** | ** | * |
| C.V. | 14.30 | 29.02 | 42.16 | 26.20 | 25.98 | 16.62 | 120.89 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 19** อัตราส่วน TSS/TA ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 3.86 b | 4.17 a | 5.24 b | 7.50 b | 5.99 b | 8.57 b | 11.35 b |
| โชคอนันต์ | 8.44 a | 5.32 a | 8.67 a | 13.11 a | 10.84 a | 15.26 a | 21.49 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 6.15 x | 4.51 x | 5.66 y | 6.88 y | 5.84 y | 5.23 y | 7.32 y |
| 12° ซ | 6.15 x | 4.98 x | 8.25 x | 13.73 x | 10.99 x | 18.60 x | 25.52 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ns | ** | ** | ** | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns |
| C.V. | 21.95 | 28.60 | 9.77 | 13.28 | 34.10 | 16.63 | 56.03 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 20** อัตราส่วน TSS/TA ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 6.82 a | 10.24 b | 11.45 b | 16.84 a | 8.10 b | 20.00 a | 42.61 a |
| โชคอนันต์ | 7.68 a | 12.79 a | 17.39 a | 20.49 a | 13.12 a | 15.08 b | 35.60 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 7.25 x | 12.06 x | 12.17 y | 12.49 y | 6.78 y | 7.86 y | 15.22 y |
| 12° ซ | 7.25 x | 10.97 x | 16.67 x | 24.84 x | 14.44 x | 27.22 x | 62.99 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | * | ** | ns | ** | ** | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | * | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * | ns | ns | ns | ** | * |
| C.V. | 23.33 | 18.97 | 26.48 | 21.28 | 26.48 | 19.27 | 28.51 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 21** ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml น้ำคั้น) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 18.92 a | 8.04 a | 18.56 a | 14.41 a | 13.63 a | 19.53 a | 16.82 a |
| โชคอนันต์ | 15.89 a | 6.62 a | 5.43 b | 9.27 b | 12.54 a | 17.38 a | 18.98 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 17.40 x | 5.79 x | 13.27 x | 16.36 x | 16.63 x | 21.92 x | 13.52 y |
| 12° ซ | 17.40 x | 8.86 x | 10.72 x | 7.32 y | 9.63 y | 14.99 y | 22.27 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | ** | ** | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ns | ns | ns | * |
| C.V. | 28.13 | 54.86 | 25.33 | 26.39 | 21.52 | 18.67 | 23.53 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 22** ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml น้ำคั้น) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 23.96 a | 2.41 a | 6.88 a | 3.12 a | 17.77 a | 10.35 a | 6.67 b |
| โชคอนันต์ | 22.28 a | 3.83 a | 5.12 a | 2.69 a | 14.99 b | 8.21 a | 9.83 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 23.12 x | 2.19 y | 6.30 x | 2.18 y | 22.31 x | 9.24 x | 7.72 x |
| 12° ซ | 23.12 x | 4.04 x | 5.71 x | 3.64 x | 10.46 y | 9.33 x | 8.77 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ns | ns | ns | * | ns | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * | ns | ** | ** | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 21.68 | 58.12 | 40.30 | 28.04 | 15.39 | 30.47 | 25.09 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 23** การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 10.58 a | 12.86 a | 11.43 a | 14.37 a | 14.29 a | 13.80 a | 27.43 a |
| โชคอนันต์ | 8.48 b | 8.90 b | 8.25 b | 10.38 b | 12.50 b | 16.00 a | 24.63 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 9.53 x | 12.73 x | 10.99 x | 13.49 x | 16.46 x | 16.80 x | 26.43 x |
| 12° ซ | 9.53 x | 9.03 y | 8.69 y | 11.26 y | 10.33 y | 13.00 y | 25.63 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | * | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ** | ** | ** | * | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * | ns | ** | ns | * | ns |
| C.V. | 11.68 | 11.97 | 7.10 | 9.27 | 11.78 | 25.87 | 25.91 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 24** การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 14.36 a | 12.69 a | 13.55 a | 16.69 a | 17.65 a | 22.43 a | 29.88 a |
| โชคอนันต์ | 10.20 b | 9.06 b | 9.96 b | 10.55 b | 14.06 b | 16.48 b | 22.64 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 12.28 x | 10.78 x | 11.27 y | 14.06 x | 12.20 y | 18.36 x | 17.27 y |
| 12° ซ | 12.28 x | 10.97 x | 12.24 x | 13.18 x | 19.51 x | 20.55 x | 35.25 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | * | ns | ** | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | * | ** | ns | * |
| C.V. | 8.27 | 13.34 | 8.53 | 10.69 | 9.46 | 19.55 | 25.80 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 25** การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 17.52 a | 26.93 a | 39.90 a | 41.43 a | 33.08 a | 43.19 a | 52.95 a |
| โชคอนันต์ | 12.60 b | 16.99 b | 14.39 b | 21.92 b | 23.73 b | 39.28 a | 56.64 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 15.06 x | 21.28 x | 22.54 y | 24.29 y | 22.30 y | 30.15 y | 44.51 y |
| 12° ซ | 15.06x | 22.64 x | 31.75 x | 39.06 x | 34.51 x | 52.32 x | 65.08 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | * | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | * | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 14.83 | 23.09 | 31.44 | 34.30 | 31.12 | 21.74 | 26.48 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 26** การรั่วไหลของประจุ (%) ที่เนื้อติดเมล็ดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 30.86 a | 48.25 a | 49.95 a | 47.90 a | 40.81 a | 35.10 a | 48.09 a |
| โชคอนันต์ | 19.84 b | 24.58 b | 42.61 a | 34.32 b | 38.51 a | 29.88 a | 44.32 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 25.35 x | 37.61 x | 39.21 y | 38.37 x | 19.77 y | 26.73 y | 45.86 x |
| 12° ซ | 25.35 x | 35.22 x | 53.35 x | 43.85 x | 59.55 x | 38.25 x | 46.55 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ns | ** | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ns | ** | * | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 20.23 | 31.92 | 19.18 | 22.55 | 22.95 | 34.44 | 17.48 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 27** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.60 a | 0.67 a | 0.64 a | 0.65 a | 0.51 a | 0.68 a | 0.73 a |
| โชคอนันต์ | 0.33 b | 0.42 b | 0.32 b | 0.40 b | 0.33 b | 0.49 b | 0.50 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.46 x | 0.52 x | 0.36 x | 0.44 y | 0.35 y | 0.38 y | 0.48 y |
| 12° ซ | 0.46 x | 0.57 x | 0.59 x | 0.62 x | 0.50 x | 0.78 x | 0.76 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | * | * | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | * | ** |
| C.V. | 34.46 | 34.97 | 55.96 | 19.39 | 14.14 | 24.06 | 18.86 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 28** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.34 a | 1.18 a | 0.96 a | 0.83 a | 0.66 a | 0.66 a | 0.67 a |
| โชคอนันต์ | 0.57 b | 0.47 b | 0.43 b | 0.38 b | 0.20 b | 0.24 b | 0.32 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.96 x | 0.81 x | 0.59 y | 0.45 y | 0.34 y | 0.41 x | 0.37 y |
| 12° ซ | 0.96 x | 0.85 x | 0.80 x | 0.77 x | 0.53 x | 0.49 x | 0.62 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ** | * | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ** | * | ns | ** |
| C.V. | 11.78 | 14.71 | 20.48 | 26.34 | 36.85 | 44.19 | 20.98 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 29** กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 2.24 a | 2.80 a | 1.89 a | 1.52 a | 1.02 a | 1.17 a | 1.30 a |
| โชคอนันต์ | 0.63 b | 1.73 b | 0.98 b | 0.84 b | 0.75 a | 0.78 a | 1.37 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 1.44 x | 2.19 x | 0.99 y | 0.89 y | 0.70 x | 0.65 y | 1.33 x |
| 12° ซ | 1.44 x | 2.33 x | 1.88 x | 1.47 x | 1.06 x | 1.31 x | 1.34 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | * | ** | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | * | * | ns | ** | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | * | * | ns |
| C.V. | 46.45 | 32.26 | 60.75 | 44.46 | 46.79 | 45.10 | 65.86 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 30** กิจกรรมเอนไซม์ catalase ($x10^3$ unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 2.84 a | 2.53 a | 2.13 a | 2.87 a | 2.87 a | 2.67 a | 2.67 a |
| โชคอนันต์ | 1.57 a | 1.08 b | 1.10 b | 1.16 b | 0.87 b | 0.97 b | 0.96 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 2.21 x | 1.74 x | 1.28 x | 1.78 x | 1.73 x | 1.55 x | 1.34 y |
| 12° ซ | 2.21 x | 1.87 x | 1.95 x | 2.24 x | 2.01 x | 2.09 x | 2.29 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ns | ** | * | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 75.87 | 39.49 | 54.04 | 49.86 | 56.30 | 49.17 | 39.48 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 31** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.12 b | 0.09 b | 0.24 b | 0.21 b | 0.35 a | 0.18 b | 0.12 b |
| โชคอนันต์ | 0.63 a | 0.57 a | 0.69 a | 0.81 a | 0.63 a | 0.80 a | 0.49 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.38 x | 0.33 x | 0.51 x | 0.56 x | 0.57 x | 0.62 x | 0.39 x |
| 12° ซ | 0.38 x | 0.33 x | 0.43 x | 0.46 x | 0.42 x | 0.36 x | 0.23 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ns | * | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 39.91 | 44.34 | 62.68 | 82.09 | 60.63 | 116.70 | 65.87 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 32** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.14 b | 0.16 b | 0.22 b | 0.16 b | 0.13 b | 0.15 b | 0.18 b |
| โชคอนันต์ | 0.43 a | 0.40 a | 0.45 a | 0.34 a | 0.23 a | 0.27 a | 0.24 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.28 x | 0.30 x | 0.37 x | 0.31 x | 0.20 x | 0.29 x | 0.30 x |
| 12° ซ | 0.28 x | 0.26 x | 0.30 x | 0.19 y | 0.16 x | 0.13 y | 0.12 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | * | ns | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ** | ns | Ns |
| C.V. | 49.91 | 38.67 | 35.99 | 39.14 | 24.17 | 40.16 | 26.12 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 33** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.12 b | 0.09 b | 0.24 b | 0.14 b | 0.18 b | 0.18 b | 0.09 b |
| โชคอนันต์ | 0.33 a | 0.27 a | 0.56 a | 0.46 a | 0.48 a | 0.47 a | 0.44 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.23 x | 0.20 x | 0.46 x | 0.34 x | 0.36 x | 0.37 x | 0.30 x |
| 12° ซ | 0.23 x | 0.17 x | 0.34 x | 0.26 x | 0.30 x | 0.29 y | 0.23 x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | * | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | * | Ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | * | ns | ns | ns | ns | Ns |
| C.V. | 94.36 | 22.07 | 51.36 | 75.44 | 26.53 | 24.05 | 60.66 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 34** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.14 b | 0.15 b | 0.15 b | 0.11 b | 0.09 b | 0.10 b | 0.07 b |
| โชคอนันต์ | 0.34 a | 0.35 a | 0.35 a | 0.35 a | 0.22 a | 0.20 a | 0.12 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 0.24 x | 0.25 x | 0.25 x | 0.24 x | 0.15 x | 0.17 x | 0.11 x |
| 12° ซ | 0.24 x | 0.25 x | 0.25 x | 0.21 x | 0.15 x | 0.13 y | 0.08 y |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ** | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | Ns |
| C.V. | 9.13 | 31.34 | 29.65 | 45.10 | 29.91 | 18.25 | 26.61 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 35** ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 24.80a | 23.75a | 25.86a | 26.62a | 22.48a | 22.40a | 27.11a |
| โชคอนันต์ | 7.60b | 10.98b | 10.95b | 12.44b | 8.23b | 9.67b | 8.71b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 16.20x | 17.36x | 18.13x | 18.24y | 14.92x | 14.43x | 16.09y |
| 12° ซ | 16.20x | 17.37x | 18.68x | 20.83x | 15.79x | 17.64x | 19.73x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | * | ns | ns | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns | ns | Ns |
| C.V. | 10.83 | 16.49 | 13.79 | 11.82 | 20.34 | 21.24 | 16.30 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 36** ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 30.76a | 26.46a | 25.67a | 32.15a | 31.37a | 28.58a | 30.28a |
| โชคอนันต์ | 13.96b | 12.28b | 10.40b | 13.80b | 14.74b | 14.28b | 12.87b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 4° ซ | 22.36x | 19.01x | 16.54y | 21.54y | 20.17y | 19.78y | 17.36y |
| 12° ซ | 22.36x | 19.73x | 19.53x | 24.40x | 25.94x | 23.08x | 25.78x |
| *P* - Value | | | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | * | * | ** | * | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ns | * | ns | ** |
| C.V. | 13.60 | 13.11 | 15.53 | 11.56 | 16.06 | 14.07 | 13.42 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 37** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.00 a | 1.34 a | 3.07 a | 3.47 b | 3.96 b |
| โชคอนันต์ | 1.00 a | 1.03 b | 1.43 b | 4.51 a | 4.81 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 1.00 x | 1.37 x | 2.13 x | 3.87 x | 4.04 y |
| HOT - 4° ซ | 1.00 x | 1.00 y | 2.37 x | 4.11 x | 4.73 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ns | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ns | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ns | ns | Ns |
| C.V. | 0 | 11.93 | 20.04 | 16.00 | 7.59 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 38** คะแนนอาการสะท้านหนาวที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.00 a | 1.86 a | 3.43 a | 4.23 b | 4.58 b |
| โชคอนันต์ | 1.00 a | 1.03 b | 3.39 a | 5.00 a | 5.00 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 1.00 x | 1.73 x | 3.96 x | 4.49 x | 4.61 y |
| HOT - 4° ซ | 1.00 x | 1.16 y | 2.86 y | 4.74 x | 4.97 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ns | ** | ns | ** | * |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ** | ns | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ns | ns | * |
| C.V. | 0 | 22.56 | 19.79 | 8.52 | 7.56 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 39** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.59 a | 0.56 a | 0.52 a | 0.61 a | 0.53 a |
| โชคอนันต์ | 0.32 b | 0.34 b | 0.34 b | 0.35 b | 0.30 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.46 x | 0.52 x | 0.36 y | 0.44 x | 0.35 y |
| HOT - 4° ซ | 0.45 x | 0.38 y | 0.51 x | 0.52 x | 0.48 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ** | ns | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ** |
| C.V. | 30.87 | 17.65 | 14.81 | 19.07 | 14.02 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 40** กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.03 a | 0.96 a | 0.62 a | 0.60 a | 0.52 a |
| โชคอนันต์ | 0.42 b | 0.35 b | 0.34 b | 0.30 | 0.20 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.96 x | 0.81 x | 0.59 x | 0.44 x | 0.34 x |
| HOT - 4° ซ | 0.50 y | 0.50 x | 0.37 y | 0.45 x | 0.39 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ns | ** | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 27.84 | 51.40 | 19.45 | 49.79 | 49.05 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 41** กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 1.28 a | 1.58 a | 1.35 a | 1.32 a | 1.48 a |
| โชคอนันต์ | 0.40 b | 0.97 b | 0.88 b | 0.87 b | 1.00 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 1.43 x | 2.19 x | 0.99 x | 0.89 y | 0.70 y |
| HOT - 4° ซ | 0.25 y | 0.35 y | 1.23 x | 1.31 x | 1.77 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | * | * | * | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ns | * | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ns | ns | ns | ** |
| C.V. | 57.94 | 43.65 | 36.36 | 39.96 | 27.73 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 42** กิจกรรมเอนไซม์ catalase (x$10^3$unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 3.17 a | 2.81 a | 2.03 a | 2.59 a | 2.18 a |
| โชคอนันต์ | 1.48 b | 1.08 b | 0.90 b | 1.00 b | 0.76 b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 2.21 x | 1.74 x | 1.28 x | 1.78 x | 1.73 x |
| HOT - 4° ซ | 2.44 x | 2.16 x | 1.65 x | 1.81 x | 1.20 x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | * | * | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. | 73.65 | 68.74 | 44.61 | 59.85 | 48.18 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 43** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.13 b | 0.12 b | 0.22 a | 0.16 b | 0.25 a |
| โชคอนันต์ | 0.43 a | 0.40 a | 0.40 a | 0.49 a | 0.40 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.38 x | 0.33 x | 0.51 x | 0.56 x | 0.57 x |
| HOT - 4° ซ | 0.19 y | 0.20 y | 0.11 y | 0.09 y | 0.08 y |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ns | * | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | * | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ns | * | ns |
| C.V. | 41.37 | 44.32 | 63.38 | 81.54 | 77.26 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 44** กิจกรรมเอนไซม์ guaiacol peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.10 b | 0.11 b | 0.18 b | 0.14 b | 0.12 a |
| โชคอนันต์ | 0.26 a | 0.28 a | 0.28 a | 0.24 a | 0.16 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.28 x | 0.30 x | 0.37 x | 0.31 x | 0.20 x |
| HOT - 4° ซ | 0.08 y | 0.09 y | 0.09 y | 0.07 y | 0.07 y |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | * | ns |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | * | ** | ns | * | ns |
| C.V. | 55.31 | 49.38 | 20.39 | 48.47 | 31.99 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 45** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.13 b | 0.12 b | 0.22 a | 0.11 b | 0.13 b |
| โชคอนันต์ | 0.28 a | 0.27 a | 0.37 a | 0.33 a | 0.31 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.23 x | 0.20 x | 0.46 x | 0.34 x | 0.36 x |
| HOT - 4° ซ | 0.18 x | 0.20 x | 0.13 y | 0.10 y | 0.08 y |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | * | ** | ns | * | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ns | ns | ** |
| C.V. | 76.61 | 16.98 | 59.90 | 80.61 | 36.91 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 46** กิจกรรมเอนไซม์ ascorbate peroxidase (unit/g protein) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 0.10 b | 0.10 b | 0.11 b | 0.10 b | 0.08 b |
| โชคอนันต์ | 0.23 a | 0.24 a | 0.23 a | 0.25 a | 0.17 a |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 0.24 x | 0.25 x | 0.25 x | 0.24 x | 0.15 x |
| HOT - 4° ซ | 0.09 y | 0.09 y | 0.10 y | 0.10 y | 0.11 y |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ** | ** | * |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | ** | ** | * | ns |
| C.V. | 13.72 | 40.40 | 16.47 | 55.84 | 27.39 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 47** ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ที่วัดค่าทันที ระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 28.44a | 26.21a | 28.35a | 31.55a | 30.27a |
| โชคอนันต์ | 10.47b | 11.41b | 11.56b | 12.52b | 11.73b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 16.20y | 17.36y | 18.13y | 18.24y | 14.92y |
| HOT - 4° ซ | 22.71x | 20.26x | 21.78x | 25.83x | 27.08x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ** | * | ** | ** | ** |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ns | ** | * | ns |
| C.V. | 15.59 | 13.82 | 9.94 | 15.72 | 17.86 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 48** ปริมาณ total antioxidant capacity (FRAP value; mmol/l) ที่เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์4 และโชคอนันต์ของผลมะม่วงที่วัดค่าหลังจากการเก็บรักษาและย้ายมาที่อุณหภูมิห้อง 3 วันระหว่างการได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

| พันธุ์ | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| น้ำดอกไม้เบอร์4 | 32.70a | 29.82a | 29.64a | 29.37a | 27.82a |
| โชคอนันต์ | 14.41b | 12.73b | 13.82b | 12.57b | 13.98b |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 4° ซ | 22.36x | 19.01y | 16.54y | 21.54x | 20.17x |
| HOT - 4° ซ | 24.75x | 23.54x | 26.92x | 20.39x | 21.62x |
| *P* - Value | | | | | |
| ปัจจัย | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) | | | | |
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| พันธุ์ | ** | ** | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ** | ns | ns |
| พันธุ์ × อุณหภูมิเก็บรักษา | ns | ** | ** | ns | ns |
| C.V. | 15.72 | 14.06 | 15.00 | 15.40 | 19.20 |

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง $P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

* หมายถึง $0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง $P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ประวัติการศึกษาและการทำงาน

**ชื่อ** นายอุกฤษฎ์ จงจตุพร

**เกิดวันที่** 14 กุมภาพันธ์ 2529

**สถานที่เกิด** เขตคันนายาว จังหวัดกรุงเทพมหานคร

**ประวัติการศึกษา** วท.บ. (พืชสวน) เกียรตินิยมอันดับ 2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ตำแหน่งปัจจุบัน** นักวิชาการเกษตร

**สถานที่ทำงานปัจจุบัน** สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

**ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ** -

**ทุนการศึกษาที่ได้รับ** -

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์