

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**

**ภาควิชาพืชสวน**

เรื่อง

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Potato

โดย

**นางสาวปรีดารัตน์ ทองสุคติ**

อาจารย์ที่ปรึกษา

**รศ.ดร. สมชาย กกล้าหาญ**

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2550

๒๓๖.

๒/471 ๗

๒๕๕๐

เลขรายชื่อ.....

เลขทะเบียน..... **82156**

วัน,เดือน,ปี..... -8 ก.ค. 2551

b. 119 15161
i. ....

หนังสือนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

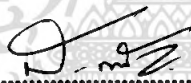
ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด  
Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Potato

โดย  
นางสาวปรีดารัตน์ ทองสุคดี

ได้รับพิจารณาเห็นชอบ โดย

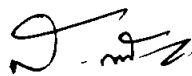


(รศ.ดร. สมชาย กกล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 10 เดือน ๕-๑ พ.ศ. ๕1.....

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ.ดร. สมชาย กกล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 10 เดือน ๕-๑ พ.ศ. ๕1.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด
โดย	น.ส. ปรีดารัตน์ ทองสุขดี
สาขาวิชา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

### บทคัดย่อ

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ คือ มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ต้องทำการลดอุณหภูมิ (control) , มันฝรั่งหั่นสดที่นำไปทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที , 10 นาที , 15 นาที และ 20 นาที จากการทดลองพบว่า มันฝรั่งหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TA ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.24 เปอร์เซ็นต์ มันฝรั่งหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีสีเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาเวลา 5 นาที , 10 นาที และ 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 16 วัน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้สั้นที่สุดเพียง 12 วัน

Title                                   Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh  
Cut Potato.

By                                       Miss. Preedarat Thongsukdee

Major                                 Horticulture

Department                         Horticulture

Faculty                               Agricultural Technology

Advisor                               Assoc.Prof.Dr.Somchai Glahan

### **Abstract**

Influence of precooling time on quality and storage life of fresh cut potato. The statistical model was completely randomized design comprised of 5 treatment ; non-precooling (control) and four levels of time as followed 5, 10, 15 and 20 minutes of precooling at temperature as 0 degree of celsius. The results showed that fresh weight lost and TSS increased as storage time increased, while TA decreased as storage time increased. The fresh cut potato precooled at 0 degree of celsius for 10 minutes had the most fresh weight lost 1.24 percent, while those all treatment had a little changing of color. The fresh cut potato non-precooled and those precooled at 0 degree of celsius for 5, 10 and 15 minutes and stored at 12 degree of celsius had longest mean of shelf-life 16 days and the potato precooled at 0 degree of celsius for 20 minutes had shortest mean of shelf-life 12 days.

## คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่ง หั่นสด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่กรุณาให้โอกาสและคำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ตลอดจนคณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีการเกษตร และในภาควิชาต่างๆ ท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณที่ ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้เลขาหากขาดบุคคลดังที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนาม คอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง  
ปริศารัตน์ ทองสุคติ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	
- สารบัญตาราง	
- สารบัญภาพ	
- สารบัญภาพผนวก	
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	21
ผลการทดลอง	24
สรุปผลการทดลอง	45
วิจารณ์ผลการทดลอง	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	26
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	28
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	31
4	แสดงปริมาณค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	33
5	แสดงปริมาณค่าสีแดง ( $a^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	36
6	แสดงปริมาณค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	38
7	แสดงปริมาณความแน่นเนื้อของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	41
8	แสดงคุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	43
9	แสดงอายุการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	26
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	29
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	31
4	แสดงค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	34
5	แสดงค่าสีแดง ( $a^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	36
6	แสดงค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	39
7	แสดงปริมาณความแน่นเนื้อของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	41
8	แสดงคุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 วัน	43

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดก่อนการเก็บรักษา	52
2	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการ ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	52
3	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	53
4	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	53
5	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	54
6	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน	54
7	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการ ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน	55
8	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน	55
9	แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 8 วัน 56
- 11 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 8 วัน 57
- 12 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการ  
ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน 57
- 13 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน 58
- 14 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน 58
- 15 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน 59
- 16 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน 59
- 17 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการ  
ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน 60
- 18 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ  
อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  
12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 19 | <p>แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ<br/>อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ<br/>12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน</p> | 61 |
| 20 | <p>แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ<br/>อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ<br/>12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน</p> | 61 |
| 21 | <p>แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิ<br/>อย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ<br/>12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน</p> | 62 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

มันฝรั่งเป็นพืชอาหารของโลกที่มีปริมาณและมูลค่าของผลผลิตอยู่ในลำดับที่ 4 รองลงมาจากข้าว, ข้าวสาลีและข้าวโพด พื้นที่ปลูกมันฝรั่งทั่วโลกประมาณ 140 ล้านไร่และมีผลผลิตประมาณ 300 ล้านตันต่อปี แถบที่มีพื้นที่ปลูกมากได้แก่ ยุโรปตะวันออกและรัสเซีย รองลงมาได้แก่ แถบยุโรปตะวันตก, เอเชีย, อเมริกาเหนือ, ลาตินอเมริกาและประเทศแถบแอฟริกา

สำหรับในประเทศไทยมันฝรั่ง เป็นพืชผักอีกชนิดหนึ่งที่ปลูกกันมากพอสมควรในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวสามารถปลูกมันฝรั่งได้ดีในที่ราบ โดยไม่จำเป็นต้องปลูกบนเขาเหมือนการปลูกมันฝรั่งในฤดูอื่น ๆ ปัจจุบัน ความต้องการบริโภคมันฝรั่งมีปริมาณสูงขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะการบริโภคมันฝรั่งแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น มันฝรั่งทอดกรอบ, มันฝรั่งทอดแบบเฟรนช์ไฟร์ และใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูปที่ต้องการมันฝรั่งเป็นวัตถุดิบ เช่น แยมมันฝรั่ง, แยมกะหล่ำและต้มขงู เป็นต้น ซึ่งต้องการในปริมาณที่ค่อนข้างสูง การปลูกมันฝรั่งในภาคเหนือจึงขยายเนื่องจากการปลูกไปอย่างรวดเร็ว และอาจจะทำให้มีปัญหาในการเก็บรักษามันฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นได้

ดังนั้นหากมีการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด โดยการลดความร้อนหลังการเก็บเกี่ยวร่วมกับการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดในสภาพบรรยากาศดัดแปลง ก็น่าจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดไว้ให้นานขึ้น ลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ และเพิ่มมูลค่าของมันฝรั่งได้มากขึ้น

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการทำ precooling ต่อการยืดอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระดับอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการทำ Precooling ของมันฝรั่งหั่นสด
3. ค้นหาวีธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมันฝรั่งหั่นสดที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและการส่งออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ประวัติ

มันฝรั่ง มีถิ่นกำเนิดทางแถบที่ราบสูงของเทือกเขาแอนดีสในอเมริกาใต้ บริเวณประเทศเปรู ซึ่งมีการปลูกมันฝรั่ง และนำมาบริโภคเป็นอาหารหลักเป็นเวลาช้านาน มันฝรั่งได้มีบทบาทต่อชาวตะวันตกในศตวรรษที่ 18 โดยกลายเป็นอาหารหลักในประเทศไอร์แลนด์จึงมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า IRISH POTATO และได้แพร่หลายไปยังประเทศในยุโรปอื่นๆ รวมทั้งอเมริกาเหนือ แอฟริกา และเอเชียสำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่านำเข้ามาในปีใด แต่ชาวเขาและชาวจีนฮ่ออพยพซึ่งอาศัยอยู่บริเวณภูเขาภาคเหนือรู้จักปลูกมันฝรั่งกันมาเป็นเวลานานและเรียกมันฝรั่งว่า “อาลู” สันนิษฐานว่าพันธุ์มันฝรั่งที่ชาวเขาหรือชาวจีนฮ่อนำมาปลูกอาจเป็นพันธุ์ที่ปลูกกันในอินเดีย ซึ่งถูกนำเข้ามาโดยชาวอังกฤษและแพร่ขยายมายังประเทศพม่า ปัจจุบันพันธุ์อาลูสูญพันธุ์ไปแล้ว เนื่องจากมีคุณและผลผลิตต่ำ กสิกรจึงหันมาปลูกพันธุ์มันฝรั่งที่มาจากต่างประเทศกันหมด

### ลักษณะทั่วไป

มันฝรั่งมีชื่อสามัญว่า IRISH POTATO หรือ WHITE POTATO มันฝรั่งที่ปลูกเป็นการค้าทั่วไปในปัจจุบันมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Solanum tuberosum* เป็นพืชล้มลุกอยู่ในตระกูลพริก มะเขือ มะเขือเทศ ยาสูบ ฯลฯ ลักษณะลำต้นตรง แตกกิ่งก้าน มีความสูงอยู่ระหว่าง 50-100 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ลำต้นโดยทั่วไปเมื่อตัดตามขวางจะกลวงและเป็นรูปสามเหลี่ยม ใบเป็นใบประกอบซึ่งประกอบด้วย ใบยอด และใบย่อย ดอกมีสีขาวหรือสีม่วงอ่อนจนถึงม่วงเข้มขึ้นอยู่กับพันธุ์ ประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ เกสรตัวผู้ 5 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน

หัวมันฝรั่งจัดเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นทำหน้าที่สะสมอาหารและขยายพันธุ์ซึ่งเรียก Stolons ความยาวของ Stolons แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกเช่น ความยาวของวัน อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆ Stolons จะเจริญและเริ่มสร้างหัวหลังจากปลูกได้ 2-3 สัปดาห์ หากปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอาจใช้เวลาเพียง 1-2 สัปดาห์ เท่านั้น

ผิวของหัวมันฝรั่งจะมีรูปลึ้กๆ เรียกว่า Lenticels ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจของหัว และถ่ายเทอากาศ Lenticels จะขยายใหญ่ขึ้นหากปลูกมันฝรั่งในสภาพดินชื้น ซึ่งทำให้หัวมันฝรั่งที่เก็บเกี่ยวจะไม่สวย นอกจากนั้นยังเป็นสาเหตุให้เชื้อโรคเข้าสู่ภายในหัวได้ง่ายที่หัวมันฝรั่งจะมีตา แต่ละตาจะแตกหน่อและเจริญเติบโตเป็นต้นต่อไป จำนวนของตาต่อหัวขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพความสมบูรณ์ของหัว เช่นในหัวมันฝรั่งพันธุ์บิงท์เจ (Bintje) ที่สมบูรณ์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตรจะมีตาประมาณ 15 ตา มันฝรั่งต้นหนึ่งจะให้หัวต่างกัน แต่ละพันธุ์โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในระหว่าง 6-10 หัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ขนาดหัว สีของหน่อ สีผิว และสีเนื้อก็มีลักษณะต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวมันฝรั่งเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นทำหน้าที่สะสมอาหารและขยายพันธุ์ซึ่งเรียก stolons ความยาวของ stolons แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกเช่น ความยาวของวัน อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆ stolons จะเจริญและเริ่มสร้างหัวหลังจากปลูกได้ 2-3 สัปดาห์ หากปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอาจใช้เวลาเพียง 1-2 สัปดาห์ เท่านั้น ผิวของหัวมันฝรั่งจะมีรูเล็กๆ เรียกว่า Lenticels ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจของหัว และถ่ายเทอากาศ Lenticels จะขยายใหญ่ขึ้นหากปลูกมันฝรั่งในสภาพดินชื้น ซึ่งทำให้หัวมันฝรั่งที่เก็บเกี่ยวจะไม่สวย นอกจากนั้นยังเป็นสาเหตุให้เชื้อโรคเข้าสู่ภายในหัวได้ง่ายที่หัวมันฝรั่งจะมีตา แต่ละตาจะแตกหน่อและเจริญเป็นต้นต่อไปจำนวนของตาต่อหัวขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพความสมบูรณ์ของหัว เช่นในหัวมันฝรั่งพันธุ์บิงท์เจ (bintje) ที่สมบูรณ์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร จะมีตาประมาณ 15 ตา มันฝรั่งต้นหนึ่งจะให้หัวต่างกัน แต่ละพันธุ์โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในระหว่าง 6-10 หัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ขนาดหัว สีผิว และสีเนื้อก็มีลักษณะต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์เช่นเดียวกัน

หัวมันเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นทำหน้าที่สะสมอาหารและขยายพันธุ์ บางครั้งหัวมันฝรั่งอาจเกิดขึ้นที่จุดต่อระหว่างใบและลำต้นในกรณีที่ไม่สามารถส่งอาหารไปเก็บไว้ที่หัวมันฝรั่งได้ เนื่องจากท่ออาหารถูกทำลายซึ่งเกิดขึ้นได้ในระหว่างการพูน โคน การกำจัดวัชพืชหรือถูกเชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายในส่วนของลำต้น

## พันธุ์

ในประเทศไทยมีสองประเภทคือพันธุ์ที่ใช้บริโภคสดและพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป ซึ่งได้แก่พันธุ์สปันต้า เป็นพันธุ์ของเนเธอร์แลนด์ มีอายุปานกลาง (100-200 วัน) เจริญเติบโตเร็วทรงต้นสูง โคนต้นมีสีม่วงดอกสีขาว ลักษณะหัวยาวใหญ่ ตาดีน ผิวสีเหลืองเรียบ เนื้อในสีเหลือง พันธุ์นี้เมื่อเก็บไว้นานๆ หัวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่เกือบดำ ด้านทานแล้งได้ดีพอสมควรใช้ในการบริโภคสด

พันธุ์เคนนิเบค เป็นพันธุ์จากสหรัฐอเมริกาและมีการผลิตหัวพันธุ์จำหน่ายในต่างประเทศ เช่น แคนาดา เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2521 โดยบริษัทแปรรูป เป็นมันทอดกรอบโดยเฉพาะ ลักษณะของพันธุ์ใบใหญ่ พุ่มหนา หัวค่อนข้างใหญ่ กลมรี ทรงรูปไข่ ตาดีน ผิวสีเหลืองอ่อนเรียบเนื้อสีขาวทานแล้งได้ดีพอสมควร

พันธุ์แอตแลนติก เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดจากสหรัฐอเมริกา มีการผลิตพันธุ์จำหน่ายในหลายประเทศ เช่น แคนาดา สกอตแลนด์ เป็นต้น อายุเก็บเกี่ยวปานกลาง ระหว่าง 100-200 วัน มีทรงพุ่มหนาผลสีเขียว เข้ม ค่อนข้างใหญ่ รูปร่างหัวกลม ค่อนข้างเล็ก เนื้อสีขาว คุณภาพในการแปรรูปดี ปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากที่สุดในประเทศไทย

## สภาพปลูกที่เหมาะสม

สภาพปลูกมีผลมากในการให้ผลผลิตของมันฝรั่ง ประเทศแถบหนาว ผลผลิตจะสูงกว่าประเทศทางแถบร้อน เนื่องจากมีสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความยาวของวันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างหัวของมันฝรั่ง

## อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง มันฝรั่งจะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกระหว่าง 15-18 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 21 องศาเซลเซียส ในระยะเริ่มสร้างหัวจะทำให้ผลผลิตลดลง และผลผลิตจะต่ำลงอย่างมากเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลผลิตของมันฝรั่งสูงขึ้นแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย

ในประเทศไทยควรปลูกมันฝรั่งช่วงฤดูหนาว คือในเดือนพฤศจิกายนหรือต้นเดือนธันวาคมในบริเวณพื้นที่ราบต่ำของจังหวัดเชียงใหม่เพื่อให้ระยะการสร้างหัวของมันฝรั่งมีอุณหภูมิพอเหมาะในช่วงกลางฤดูหนาว (ปลายเดือนธันวาคม - ต้นเดือนมกราคม) จะทำให้ผลผลิตสูงกว่าช่วงอื่น สำหรับนอกฤดูปลูกเกษตรกรจะปลูกมันฝรั่งบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,200-1,500 เมตร ซึ่งสามารถปลูกได้เกือบตลอดปี เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำแต่ควรเลือกช่วงเวลาปลูกในระยะที่มีฝนตก เพื่อให้มีน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก

## ความยาวของวัน

มันฝรั่งมีการตอบสนองต่อความยาวของวันแตกต่างกัน ซึ่งอยู่กับพันธุ์ บางพันธุ์ต้องการ วันยาว บางพันธุ์ตอบสนองต่อวันสั้นหรือ ในระดับกลางๆ โดยทั่วไปพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้จะให้ผลผลิตสูงในช่วงความยาวของวัน 12-13 ชั่วโมง พันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดหรือสร้างพันธุ์ในประเทศแถบหนาวจะต้องการวันยาว 15-16 ชั่วโมงสำหรับพันธุ์เบา แต่พันธุ์หนักบางพันธุ์สามารถปรับตัวได้ดีและให้ผลผลิตสูงไม่ว่าจะเป็นในสภาพวันยาวหรือวันสั้น

## การเก็บรักษามันฝรั่ง

จุดมุ่งหมายในการเก็บรักษามันฝรั่งก็คือ ทำให้มีการสูญเสียต่ำที่สุด การสูญเสียหลังจากการเก็บเกี่ยวนั้นหมายถึง การสูญเสียทั้งปริมาณและคุณภาพซึ่งสาเหตุการสูญเสียได้แก่

1. การปฏิบัติที่มีผลกระทบแก่หัวมันฝรั่งโดยตรง สาเหตุมาจาก
  - เครื่องมือที่เก็บเกี่ยว
  - การปฏิบัติในระหว่างและหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การขนมันฝรั่งเข้าจากแปลงถึงโรงเก็บ
2. การกระทบกระเทือนทางอ้อม

เป็นการสูญเสียคุณภาพของหัวมันฝรั่งโดยเกิดการสูญเสียน้ำในหัวมันฝรั่ง เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทิ้งหัวมันฝรั่งไว้กลางแจ้งที่มีแสงแดดจัด ซึ่งทำให้ผิวของหัวมันฝรั่งเป็นสีเขียวและเซลล์ที่หัวตายเน่าได้ง่าย
  - การเก็บมันฝรั่งที่อายุอ่อนเกินไปทำให้อัตราการหายใจของหัวมันฝรั่งสูง เกิดความร้อนในระหว่างการเก็บรักษา ผิวถลอกติดเชื้อโรคได้ง่าย
3. การสูญเสียจากโรคและแมลงศัตรู เช่น การเกิดโรคจากเชื้อรา แบคทีเรียและไวรัส การทำลายของแมลงต่างๆ เช่น หนอนผีเสื้อ หนอนกระทู้

### การป้องกันการสูญเสีย

1. ควรเก็บเกี่ยวมันฝรั่งด้วยความระมัดระวัง เก็บหัวมันฝรั่งที่มีอายุแก่จัดเพราะจะกระทบกระเทือนต่อการเก็บเกี่ยวน้อย
2. ควรเลือกหัวมันฝรั่งที่ดี แห้งและไม่มีดินติด ไม่เปียกและไม่ถูกแสงแดดในการเก็บเกี่ยว
3. ควรทำการผึ่งหัวมันฝรั่งก่อนนำเข้าโรงเก็บ โดยผึ่งหัวมันฝรั่งในที่ร่มระบายอากาศได้คืบาน 7-15 วัน และควรทำทันทีหลังการเก็บเกี่ยว
4. ควรลดอุณหภูมิในโรงเก็บมันฝรั่ง
5. โรงเก็บรักษาหัวมันฝรั่ง ควรถูกสุขลักษณะปราศจากเชื้อโรค โดยใช้ยาฆ่าเชื้อโรคพ่นในโรงเก็บก่อนนำมันฝรั่งเข้าเก็บ

### สิ่งที่ควรคำนึงในการเก็บรักษามันฝรั่ง

- ก. อุณหภูมิ อุณหภูมิภายในกองมันฝรั่งไม่ควรจะสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการเน่าในโรงเก็บได้ เนื่องจากหัวมันฝรั่งมีการหายใจเมื่ออุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นด้วยดังนั้นควรมีการลดอุณหภูมิในโรงเก็บมันฝรั่งด้วย
- ข. ความชื้นในอากาศ ถ้าความชื้นในอากาศสูง และอุณหภูมิก็สูงด้วยจะทำให้หัวมันฝรั่งที่เป็นแผลหายช้ากว่าปกติ และเป็นเหตุให้เชื้อราหรือแบคทีเรียเข้าทำลายหัวมันฝรั่งได้ง่าย เน่าเสียหายได้เร็ว
- ค. แสง เมื่อหัวมันฝรั่งถูกแสงจะทำให้หัวมันฝรั่งสร้างคลอโรฟิลล์และผิวจะเป็นสีเขียวจะทำให้หัวมันฝรั่งต่ำลง และเป็นพิษต่อผู้บริโภคด้วย

### หลักในการปรับปรุงสภาพในโรงเก็บมันฝรั่ง

1. ใช้อากาศเย็นจากภายนอกเข้ามาทำให้อุณหภูมิกายในโรงเก็บต่ำลง
2. รักษาอุณหภูมิกายนอกและภายในกองมันฝรั่งให้เท่ากัน โดยเก็บเป็นชั้นบางๆ
3. หลีกเลี้ยงไม่ให้หัวมันฝรั่งถูกแสงแดดโดยตรง
4. ในโรงเก็บควรมีการถ่ายเทอากาศดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในโรงเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งพยายามให้มีแสงสว่างกระจายสม่ำเสมอ
6. เก็บรักษามันฝรั่งไว้เรียงเป็นชั้นบางๆ

## โรคที่สำคัญและการป้องกันของมันฝรั่ง

### โรคใบไหม้

สาเหตุ โรคใบไหม้เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอรา

อาการ ใบเป็นจุดดำ คล้ายถูกน้ำร้อนลวก บริเวณแผลเป็นสีเขียวหม่น ถ้าอากาศเย็นและความชื้นสูงด้านใต้ใบตรงจุดดำนี้จะมองเห็นคล้ายเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ สีขาวใสติดอยู่ ต่อมาแผลจะค่อย ๆ แห้งกลายเป็นสีน้ำตาล และขนาดของแผลจะขยายใหญ่ขึ้นจนเกือบจะทั่วใบ จนใบแห้งไหม้เป็นสีน้ำตาล (ไหม้แบบฉ่ำน้ำ) และจะลุกลามอย่างรวดเร็ว จึงมักมองเห็นการเกิดโรคกระจายเป็นหย่อม ๆ ทั้งลำต้นและกิ่ง และยังทำลายที่หัว ทำให้เกิดอาการหัวเน่าในภายหลัง

### การป้องกันกำจัด

1. ลดความชื้นในแปลงปลูก โดยใช้ระยะปลูกที่ห่างออกไปอีกเล็กน้อย และอย่าให้น้ำมากเกินไป ควรหลีกเลี่ยงการให้น้ำในตอนเย็น เพราะอากาศเย็นจะทำให้เกิดโรคมามากขึ้น
2. ควรถอนต้นที่เป็นโรคทิ้ง และเผาทำลายทันที เพื่อลดการขยายพันธุ์ และลดการแพร่ระบาดของเชื้อต่อไป
3. ควรหลีกเลี่ยงการปลูกมันฝรั่งในบริเวณที่เคยปลูกมะเขือเทศมาก่อน หรือไม่ควรปลูกมันฝรั่งซ้ำในบริเวณที่เคยเป็นโรคนี้มาก่อน
4. เมื่อสภาพอากาศเย็นค่อนข้างหนาวและความชื้นสูง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของโรค หากพบว่าโรคเริ่มระบาด ให้พ่นสารเคมีป้องกันการแพร่ระบาด สารที่แนะนำ คือ สารประเภทเมทาแลคซิล และ ออฟฟูเรส ควรใช้ในรูปแบบของสารผสม หรือใช้สลับกันกับสารแมนโคเซป

### โรคใบจุด

สาเหตุ โรคใบจุด เกิดจากเชื้อราออลเทอนาเรีย

อาการ บริเวณแผลที่เป็นจุดบนใบจะมีลักษณะเป็นวงซ้อน ๆ กัน แผลจะเป็นจุดสีน้ำตาลขนาดเล็ก และค่อย ๆ ลุกลามขยายใหญ่ออก จะมีจำนวนจุดมากขึ้นจนคล้ายกับใบไหม้ แบบแห้งกรอบ

โรคนี้จะระบาดในสภาพที่มีความชื้นสูงและอากาศไม่เย็นนัก เชื้อราจะแพร่กระจายโดยปลิวไปตามลม และสามารถอาศัยอยู่ข้ามฤดูได้ในเศษซากพืชที่ตกค้างอยู่ในดิน

### การป้องกันกำจัด

1. อย่ารดน้ำให้ชุ่ม โขกจนเกินไป
2. ตัดใบที่เป็นโรค เก็บเผาทำลาย

3. ถ้าจำเป็นต้องใช้สารเคมี สารที่แนะนำคือ ไอโพรไดโอน ควรใช้สลับกับ แมนโคเซป เพื่อป้องกันการดื้อยา

### โรคเหี่ยวเหี่ยว

สาเหตุ โรคเหี่ยวเหี่ยว เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชิวโดโมแนส

อาการ ใบสลดคลุ้ม เหมือนการขาดน้ำ หลังจากนั้น 2-3 วัน จะแสดงอาการเหี่ยวอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยที่ใบยังคงเขียวอยู่ และต้นจะตายในที่สุด เชื้อนี้อยู่ในดินและในน้ำ การแพร่กระจายจะแพร่ไปทางน้ำเป็นส่วนมาก ทำให้มองเห็นว่าเกิดโรคเป็นหย่อม ๆ และขยายวงกว้างออกไปเรื่อย ๆ ถ้าความชื้นสูงโรคจะระบาดอย่างรวดเร็ว

### การป้องกันกำจัด

1. เลือกที่ปลูก โดยปลูกในบริเวณที่ไม่เคยปลูกมันฝรั่งหรือมะเขือเทศมาก่อน
2. ลดความชื้นในแปลงปลูก อย่าให้น้ำขังและนาน ๆ
3. ถอนต้นที่เป็น โรคออกไป แล้วเผาทำลาย พยายามเปิดดินบริเวณนั้นให้ดินแห้ง และอย่าให้น้ำไหลจากแปลงปลูกที่เป็นโรคไปยังแปลงข้างเคียง

### โรคจืดกลาก (สแคป)

สาเหตุ โรคจืดกลาก (สแคป) เกิดจากเชื้อราสเตร็ปโตไมซีส

อาการ แสดงอาการที่หัว โดยหัวมันฝรั่งที่เป็นโรคจะเป็นสะเก็ดแห้ง ๆ สีน้ำตาล มีขอบแผลนูน เป็นสีน้ำตาล กลางแผลยุบลงไปเล็กน้อย แผลเหล่านี้จะอยู่ติดกันเป็นแผ่น เกิดเป็นสะเก็ดคล้ายจืดกลาก ทำให้ราคาหัวมันฝรั่งตกต่ำ โรคนี้มีระบาดในบริเวณปลูกที่อยู่เชิงเขาหินปูน และดินที่มีสภาพค่อนข้างเป็นด่าง การแพร่ระบาดจากแหล่งปลูกหนึ่งไปยังแหล่งอื่น ๆ โดยติดไปกับหัวพันธุ์

### การป้องกันกำจัด

1. หลีกเลี่ยงการปลูกมันฝรั่งในบริเวณใกล้กับภูเขาหินปูน
2. คัดเลือกหัวพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคมารปลูก
3. เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับสภาพดิน และทำให้มีการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ในดินสูงขึ้น (<http://www.doae.go.th/library/html/detail/potato/index.html>)

### สารอาหารที่มันฝรั่งให้กับร่างกาย

คาร์โบไฮเดรต ซึ่งให้พลังงานที่สำคัญแก่เรา แต้นอกจากพลังงานแล้วก็ยังมียูตามิน C สูงในมันฝรั่งสด แต่เพราะเราทำให้มันสุก ยูตามิน C จึงสลายตัวไปเกือบหมด แต่ยังมีโพแทสเซียม หรือยูตามิน K ซึ่งก็มีความสำคัญในการสร้างกล้ามเนื้อ และยังช่วยการทำงานของระบบประสาท รวมถึงระบบการสื่อสารใน

สมองด้วย การเก็บมันฝรั่งเอาไว้วันนั้น ควรมีแอปเปิ้ลอยู่ใกล้ๆ ด้วย เพราะจะทำให้มันฝรั่งไม่งอกออกมา และอย่าเก็บมันฝรั่งร่วมกับหอมใหญ่หรือมะเขือเทศเพราะทั้งคู่มีก๊าซธรรมชาติที่ทำให้มันฝรั่งเสีง่าย

### สารอาหารในมันฝรั่ง 100 กรัม (ยังไม่แปรรูป)

Potato, raw, with peel

Nutritional value per 100 g (3.5 oz)

Energy 80 kcal 320 kJ

Carbohydrates 19 g

Starch 15 g

Dietary fiber 2.2 g

Fat 0.1 g

Protein 2 g

Water 75 g

Thiamin ( Vit. B1) 0.08 mg

Riboflavin ( Vit. B2) 0.03 mg

Niacin ( Vit. B3) 1.1 mg

Vitamin B6 0.25 mg

Vitamin C 20 mg

Calcium 12 mg

Iron 1.8 mg

Magnesium 23 mg

Phosphorus 57 mg

Potassium 421 mg

Sodium 6 mg

(<http://topicstock.pantip.com/wahkor/topicstock/2007/10/X5871480/X5871480.html>)

ซึ่งมันฝรั่งมีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะมีโปแตสเซียมสูง มีวิตามินซี กรดโฟลิก และมีกากใยสูงอีก ทั้งยังมีสารอาหารอื่นๆ ที่มีประโยชน์ ยกเว้นวิตามิน A และ D เมื่อมีการปลูกมันฝรั่งเพื่อใช้เป็นอาหารหลักอย่างกว้างขวางและมีการบริโภคร่วมกับนมเนยซึ่งมีวิตามิน A และ D และแคลเซียม ประชากรของยุโรปก็มีสุขภาพแข็งแรงขึ้นมากในต้นศตวรรษที่ 19 จนสามารถสู้กับภัยจากโรคเลือดออกตามไรฟัน (scurvy) วัณโรค ท้องร่วง ฯลฯ จนมีผลช่วยให้อัตราการเกิดสูงขึ้น และลดอัตราการตายลง มันฝรั่งจึงมีส่วนอย่างสำคัญที่ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้น ในพื้นที่ๆ วัฒนธรรมการปลูกและบริโภคมันฝรั่งกระจายไปถึง

(<http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2005q3/article2005sep15p1.htm>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การควบคุมอุณหภูมิที่ทำให้ผลไม้สุกมีคุณภาพคืออยู่ในช่วงแคบ อุณหภูมิที่ต่ำมากๆเหนือจุดเยือกแข็งจะทำให้ผลไม้จากเขตร้อนและกึ่งร้อนได้รับอันตรายจาก chilling injury และอุณหภูมิที่ผลไม้นั้นมาก สุกและมีคุณภาพที่อยู่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (สายชล ม 2528) ซึ่งอาการของ chilling มักจะรุนแรงขึ้นเมื่อย้ายผลิตผลไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่า (Morris, 1982) นอกจากนี้วิธีการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาแล้ว การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere storage; MA storage) คือสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นและมีปริมาณก๊าซ  $O_2$  ลดต่ำลง จึงเป็นวิธีการที่อาจมีความเหมาะสมต่อการขนส่ง และในขณะที่วางขาย มากกว่าวิธีการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศ (Control atmosphere storage; CA storage) เป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูงและไม่เหมาะสมต่อการขนส่งและก่อนการวางขาย ในการเก็บรักษาโดยวิธีแบบ MA storage นี้ น่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษาของ มันฝรั่งหั่นมากกว่าวิธีอื่น (จริงแท้, 2541)

การเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างจากบรรยากาศปกติ คือในบรรยากาศปกติ นั้นจะประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจน 78.08 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 20.95 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมสภาพของบรรยากาศจะทำให้การลดปริมาณของ  $O_2$  ให้น้อยลงและเพิ่มปริมาณของ  $CO_2$  ให้สูงขึ้น จะมีผลต่อการหายใจของการผลิตผลลดการสังเคราะห์และการทำงานของก๊าซเอทิลีน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลให้นานขึ้น (คณัย และ นิธิยา 2535)

การเก็บรักษาผลิตผลภายในถุงพลาสติกปิดสนิท เป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยทำให้  $O_2$  ลดต่ำลงมากๆ และปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มสูงขึ้นมากจนทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้  $O_2$  ดังนั้นการบรรจุหีบห่อจึงเป็นการดัดแปลงบรรยากาศรอบๆผลิตผลด้วย (จริงแท้, 2541) โดยใช้ถุงพลาสติกจะเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซ  $O_2$  และ  $CO_2$  ระหว่างบรรยากาศนอกถุงพลาสติก ทำให้บรรยากาศภายในถุงพลาสติกมี  $O_2$  น้อย และมี  $CO_2$  มากในสภาพดังกล่าว จะทำให้สามารถชะลอการสุกของผลิตผลได้ (สายชล, 2533)

## การเก็บรักษาผลิตผลภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงจะต้องคำนึงถึง

1. ชนิดของผลิตผล ผลิตผลต่างชนิดกันมีอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆไม่เท่ากันส่งผลให้ปริมาณการใช้  $O_2$  การปลดปล่อย  $CO_2$  และเอทิลีนไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อสภาพบรรยากาศรอบๆ ผลิตผลภายในภาชนะบรรจุ นอกจากนั้นคุณสมบัติในการยอมให้แก๊สชนิดต่างๆภายในผลิตผลผ่านเข้าออกทางเปลือกหรือผิวไปสู่อากาศย่อมส่งผลถึงความเข้มข้นของแก๊สภายในผลิตผลเอง
2. วัยและความบริบูรณ์ของผลิตผล ผลิตผลที่มีวัยต่างกันอัตราการหายใจการสร้างเอทิลีน และเมทาบอลิซึมต่างๆไม่เท่ากัน ผลิตผลที่ยังอ่อนอยู่มักมีอัตราดังกล่าวผลไม้ที่ยังไม่สุกมีอัตราต่ำเมื่อเทียบกับผลไม้ที่

กำลังสูงส่งผลให้สภาพบรรยากาศตัดแปลงเกิดขึ้นไม่เหมือนกัน ทั้งๆที่การบรรจุและการเก็บรักษาเป็นแบบเดียวกัน

3. อุณหภูมิในการเก็บรักษา อุณหภูมิยิ่งสูงอัตราปฏิกิริยาต่างๆยิ่งสูงขึ้นมีผลต่อการใช้และการผลิตแก๊สชนิดต่างๆของผลผลิต

4. ปริมาณของผลผลิตในภาชนะบรรจุ ในปริมาณที่เท่ากันถ้ามีผลิตผลบรรจุอยู่มากย่อมใช้  $O_2$  ให้หมดไปและสะสม  $CO_2$  ให้มากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลิตผลแต่น้อย

5. คุณสมบัติในการยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้ง่าย ทำให้อากาศประกอบของแก๊สภายในใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติมากกว่าภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้น้อย (จริงแท้, 2541)

การเก็บรักษาผลิตผลในสภาพบรรยากาศตัดแปลง นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆภายในผลิตผลทำให้อายุการเก็บรักษาได้แล้วยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆดังนี้

1. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลที่มีความบริบูรณ์มากขึ้น มีรสชาติคุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความบริบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาไม่ได้นาน จนส่งไปไม่ได้ไกลการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยแก้ปัญหานี้ได้
2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลผลิตต่อเอทธิลีนทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะมีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่งที่ active site ของเอทธิลีน
3. ลดอาการผิปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่เคออยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วย  $O_2$  และทำให้เกิดอาการผิปกติสีน้ำตาลมากขึ้น
4. ลดการเจริญเติบโตของจุลทรีย์ที่เจริญเติบโตบนผิวและผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมี  $O_2$  ต่ำทำให้การเจริญเติบโตบนผลิตผลลดลงด้วย
5. การเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผล แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะทำให้ควบคุมแมลงได้มักเป็นอันตรายต่อผิวและผลไม้

#### อันตรายของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบ แล้วมักปลอดภัยต่อผลิตผลสามารถยืดอายุการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง ที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่างๆ คงที่นั้นบ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไป จนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลิตผลจนได้ (จริงแท้, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลผลิตแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกันลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลผลิตมีรสชาติและกลิ่นปกติและสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติหรือไม่สุกเอาเลย (สมชาย, 2543)

นอกจากอาการที่ผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลผลิตแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงไม่ว่าปริมาณ  $O_2$  ต่ำเกินไปหรือ  $CO_2$  สูงเกินไปได้ไม่เท่ากันซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่ทราบแน่ชัดสันนิษฐานกันว่าเนื่องจากความหนาแน่นของเนื้อผลผลิต และคุณสมบัติของผิวของผลผลิตที่ยอมให้การถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลผลิตที่มีความหนาแน่นสูงการถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นได้ยากทำให้  $O_2$  ภายในลดต่ำเกินไป หรือ  $CO_2$  สะสมอยู่ภายในมากเกินไปจึงทำให้เกิดอาการผิดปกติ (สายชล, 2528)

### บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์( $CO_2$ )

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าปริมาณในบรรยากาศปกติ อาจทำให้การผลิตเอทิลีนในพืชลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดพืช อุณหภูมิ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และระยะเวลาที่ผลผลิตอยู่ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง อย่างไรก็ตามคาร์บอนไดออกไซด์จะขัดขวางการทำงานของเอทิลีน โดยไปแย่งที่เอทิลีนในการจับตัวกับตัวรับ การใช้  $CO_2$  ความเข้มข้นสูงเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการยืดอายุผลผลิตของการเก็บเกี่ยว ปริมาณ  $CO_2$  ซึ่งเป็นของเสียจากการหายใจ ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีน โดยเชื่อกันว่า  $CO_2$  ไปแย่งที่ของ Active site ของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณ  $O_2$  และเพิ่มปริมาณ  $CO_2$  จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตออกไปได้ (จริงแท้ 2541)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลโดยตรงกับก๊าซเอทิลีน โดยมีผลยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของเอทิลีน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับก๊าซเอทิลีน แต่ไม่อาจกระตุ้นให้ผลไม้ออกได้เนื่องจากขาดคุณสมบัติบางประการ ที่จะทำหน้าที่แทนก๊าซเอทิลีน ดังนั้นจึงมีผลยับยั้งก๊าซเอทิลีนในขณะที่เข้าไปแก่งแย่งกับก๊าซเอทิลีน ทำให้ก๊าซเอทิลีนเข้าไปกระตุ้นการสุกไม่ได้ การใส่ผลไม้ออกในภาชนะปิดสนิทจะทำให้มีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ จนกระทั่งสูงพอที่จะยับยั้งการสุกได้ แต่ถ้าผลไม้อยู่ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นเวลานานจะเกิดผลเสีย เช่น รสชาติของผลไม้อาจเปลี่ยนไป เนื่องจากเกิดการหายใจโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน (จิรา, 2531)

### บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน( $O_2$ )

$O_2$  ในบรรยากาศมี 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกระบวนการหายใจการสร้างเอทิลีนและกระบวนการออกซิเดชันอื่นๆ การลดปริมาณ  $O_2$  จะมีผลทำให้อัตราการหายใจลดลง ถ้าปริมาณ  $O_2$  ลดลงถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะไม่เพียงพอต่อการหายใจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (สมบุญ, 2538)

$O_2$  มีบทบาทต่อการทำงานของเอทิลีนในพืชความเข้มข้นของ  $O_2$  ระหว่าง 0-5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ออกหลายชนิด (คณัยและนิธิยา, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดการหมัก ( fermentation ) ขึ้นนั้นเกิดจากการหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งสังเคราะห์ได้จาก กลิ่นแอลกอฮอล์ที่สะสมขึ้น มีการผลิตอัตรา  $CO_2$  ที่สูงขึ้นเมื่อปริมาณ  $O_2$  ในบรรยากาศต่ำลงมากผลิตผล อาจเสียหายได้ การควบคุมปริมาณ  $O_2$  ให้ได้ตามระดับที่ต้องการนั้น อาจทำได้โดยการปล่อยให้ผลผลิต หายใจใช้ออกซิเจนลดลงอยู่ระดับที่ต้องการก่อน เมื่อได้  $O_2$  ที่ต้องการแล้วปริมาณ  $O_2$  จะลดลงอีกดังนั้น จะต้องคอยวัดและเพิ่มเติมออกซิเจนจากภายนอกโดยใช้ออกซิเจนจากถังก๊าซหรือใช้วิธีดูดก๊าซเนื่องจากพืช มีการหายใจ (จริงแท้, 2541)

การควบคุมเอทธิลีนโดยเก็บรักษาภายในห้องเย็นที่มีการรักษาบรรยากาศควบคุม โดยควบคุม ปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  ซึ่งจะไม่ใช้วิธีการระบายอากาศจะทำให้ปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  ที่ควบคุมเกิดการ ผิดพลาดได้ วิธีการนี้มีความยุ่งยากมากพอควร เพราะต้องคอยวัดปริมาณแก๊สในห้องเก็บรักษาเป็นประจำ (จริงแท้, 2541)

การลดปริมาณออกซิเจน จะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทธิลีนการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มี ปริมาณ  $O_2$  ต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีเปลือกเป็นสี น้ำตาล  $O_2$  เร่งให้เกิดการสูญเสียกรด ascorbic เร็วขึ้น  $O_2$  ต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ลดลงไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำกว่าจึงจะเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ ผลิตผล หลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้  $O_2$  ต่ำ ยังไปขัดขวางการสร้าง periderm ในขบวนการสมานแผลของ พืช

ปริมาณของ ในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณ  $O_2$  ให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของ  $O_2$  ในอากาศลงมี ผลต่อการสุกของผลไม้ช้าลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาบอลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง ชะลออัตราการ สลายตัวของคลอโรฟิลล์ให้ช้าลง การสังเคราะห์เอทธิลีนลดน้อยลงและความไวของผลไม้ต่อการทำงาน ของเอทธิลีนให้ช้าลงด้วยปริมาณ  $O_2$  ต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญของผลไม้

### บทบาทที่สำคัญของเอทธิลีน ( $C_2H_4$ )

เอทธิลีน (ethylene) มีสูตร โครงสร้าง  $C_2H_4$  ( $CH_2=CH_2$ ) เป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็น ก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย จัดเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอน ดัดไฟและเกิดระเบิดได้ในช่วงความ เข้มข้น 3.2-32 เปอร์เซ็นต์ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้าง กว้างขวางต่อการพัฒนาการของพืช โดยทั่วไปเอทธิลีนจะไปเร่งการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช ทั้งนี้เพราะเอทธิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2541)

และนอกจากนี้เอทธิลีนยังมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของพืชค่อนข้างมาก แม้จะมีความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ppm ก็อาจกระตุ้นให้เกิดการสุกของผลไม้หรือการร่วงของใบได้ (จิรา, 2532)

จากการศึกษาในผลไม้พบว่ากระบวนการสุกจะเกิดไม่สมบูรณ์ การตอบสนองของผลไม้ต่อเอทิลิน พบว่า เนื้อเยื่อที่ยังอ่อนอยู่มีการตอบสนองไม่ดีเท่าเนื้อเยื่อที่บริบูรณ์แล้ว (จริงแท้, 2541) ก๊าซเอทิลินเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นภายในผลไม้ขณะที่ผลกำลังสุกและเป็นฮอร์โมนพืชที่กระตุ้นให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น ก๊าซเอทิลินจึงได้ชื่อว่า ripening hormone หรือ ripening gas จากการศึกษาพบว่าในระยะผลแก่จัดนั้น จะมีการสร้างก๊าซเอทิลินภายในพืชอัตราที่ต่ำมากและจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดียวกันกับช่วงอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นระยะที่กระบวนการสุกจะเริ่มสร้างก๊าซเอทิลินจะถึงจุดสูงสุดและจะคงที่อยู่ระยะหนึ่งแล้วค่อยๆ ลดลงซึ่งอยู่ในระยะเวลาเดียวกันการหายใจที่ค่อยๆ ลดลงอัตราการสร้างก๊าซเอทิลินจะมากขึ้นต่างกันขึ้นกับชนิดของผลไม้ (จิรา, 2541)

การผลิตและการทำงานของเอทิลินขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยหลายอย่างได้แก่ ชนิดหรือพันธุ์อายุทางสรีรวิทยาเมื่อเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ปริมาณของเอทิลินในบรรยากาศ ปริมาณไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ความเครียดต่างๆ ฮอร์โมนพืชและสารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทิลิน

การสังเคราะห์เอทิลินในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทิลินเพียงเล็กน้อย จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดคลิโนเลอิก เมทไธโอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลิน ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเอทิลินได้อย่างรวดเร็วและต้องการ  $O_2$  ในการสังเคราะห์ด้วย (คณัย, 2540)

จริงแท้ (2541) กล่าวว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเอทิลินคือ

1. ชนิดหรือพันธุ์ เช่น ทุเรียนพันธุ์ชะนี จะสุกเร็วกว่าพันธุ์หมอนทอง
2. อายุทางสรีรวิทยา เมื่อเก็บเกี่ยว โดยผลที่แก่จะผลิตเอทิลินได้มากกว่าผลอ่อน
3. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส จะทำให้สร้างเอทิลินมาก แต่หากอุณหภูมิต่ำไปจะเกิด chilling injury (อาการสะท้านหนาว) ได้
4. ปริมาณ  $O_2$  และปริมาณ  $CO_2$  ในบรรยากาศ

### บทบาทของเอทิลินหลังการเก็บเกี่ยว

เอทิลินมีทั้งประโยชน์และโทษต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ประโยชน์ของเอทิลิน เช่น ใช้ในการบ่มผลไม้ให้สุกอย่างสม่ำเสมอ ส่วนโทษของเอทิลินมีมากมายดังนี้

1. เร่งให้เกิดการสุกในขณะที่ขนส่งหรือระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจได้
2. เร่งการเสื่อมสภาพให้เร็วขึ้น ทำให้ผักใบหรือผักที่มีสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เพราะสูญเสียคลอโรฟิลล์ไปเร็วขึ้น

3. มีผลกระทบต่อรสชาติของผักบางชนิด เช่น แครอทถ้าได้รับเอทิลีนในปริมาณที่สูงจะเกิดรสขม เพราะเอทิลีนกระตุ้นให้มีการสร้างสาร isocoumarin ขึ้นมา นอกจากนั้นเอทิลีนยังทำให้รสชาติของมันเทศเสียไปด้วยเพราะเกิดสาร ipomeamarone ขึ้นมา
4. ผักกาดหอมห่อซึ่งได้รับเอทิลีนจะมีอาการจุดสีน้ำตาลแดงขึ้นที่ก้านใบ ถ้าหากอาการรุนแรงจะทำให้ก้านใบมีสีน้ำตาลแดง ทั้งนี้เพราะเอทิลีนไปกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase) ทำให้เกิดสารประกอบฟีนอลมาก
5. เอทิลีนมีความสำคัญมากต่อสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน โดยเฉพาะเป็นสารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสุกของผลไม้ จึงเรียกเอทิลีนว่า ripening gas เอทิลีนยังทำให้เกิดความผิดปกติแก่ใบผักและดอกไม้ด้วย

### ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน

1. ออกซิเจน การสังเคราะห์เอทิลีนจะหยุดชะงักในบรรยากาศที่ขาด  $O_2$  ทั้งเพราะ  $O_2$  จำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน 1-aminoclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทิลีน ปริมาณ  $O_2$  ซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทิลีนลดลง
2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียสอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะลดลง และจะหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามก็มีการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อลดอุณหภูมิลง

### สารดูดซับเอทิลีน

การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดีคือ ค่างทับทิม (potassium permanganate,  $KmnO_4$ ) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับ  $C_2H_4$  เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิดคือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide,  $MnO_2$ ) และเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol,  $C_2H_6O_2$ ) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็น  $C_2H_4$  ได้อีก วิธีการเตรียม EA ทำได้โดยจุ่มวัสดุที่มีความพรุนสูงในสารละลายอิมัลชันของค่างทับทิมแล้วผึ่งลมให้แห้ง EA สามารถดูดซับ  $C_2H_4$  ที่มีผลไม้ออกมาออกผล ช่วยลดปริมาณ  $C_2H_4$  จึงชะลอการสุกได้ (สุชีรา, 2537)

### ชนิดของภาชนะบรรจุภัณฑ์

ภาชนะบรรจุ หมายถึงวัสดุหรือสิ่งที่ใช้รองรับสินค้าเพื่อการจัดการกับสินค้าเพื่อการจัดการกับสินค้านั้นหรือเพื่อการขนส่งเพื่อการวางขาย ภาชนะบรรจุสำหรับผักและผลไม้มีหลายชนิดตั้งแต่ แข็งชะลอม ไปจนถึง กล่องโฟมหรือตะกร้าพลาสติก ส่วนใหญ่ในที่นี้ใช้เป็นถุงพลาสติก ส่วนใหญ่ทำมาจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

polyethylene ซึ่งมี 2 ชนิด คือ low density polyethylene (LDPE) และ high density polyethylene (HDPE) ถุงที่ทำจาก LDPE มีความใสกว่า แต่ถุงที่ทำจาก HDPE มีความขุ่นมากมีความแข็งแรงมากกว่า นอกจาก LDPE และ HDPE ถุงที่ทำจาก polypropylene (PP) ก็ถูกนำมาใช้เช่นกัน ถุงชนิดนี้มีความใสมากเป็นพิเศษ ถุงทั้ง 3 ชนิดยอมให้อากาศและน้ำผ่านได้น้อยมาก การใช้บรรจุผักและผลไม้จึงต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเทได้ (จริงแท้ .2546)

ถุง PE นับเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำ สำหรับถุง LDPE เป็นลักษณะส่วนหนึ่งของถุง PE ซึ่งจะแตกต่างในเรื่องความหนาแน่นของถุง ซึ่งถุง LDPE มีลักษณะยืดตัวได้ดี ทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด พร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนเชื่อมติดปิดผนึกได้ดี ป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร แต่สามารถปล่อยให้ไขมันซึมผ่านได้ง่าย แต่ทนต่อการครูดและฉีกต่างๆ ไป นอกจากนี้ยังปล่อยให้อากาศซึมผ่านได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ อาหารหรือผลไม้ที่ไวต่ออากาศเมื่อใส่ในถุง LDPE คุณภาพอาหารจะแปรเปลี่ยนไปในไม่กี่วัน ส่วนถุง PP หรือถุงร้อน คุณสมบัติเด่น คือจะมีความใสและป้องกันการความชื้นได้ดี มีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถบรรจุอาหารในขณะร้อนได้ (ปุ่น และ สมพร .2544)

#### การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ อุณหภูมิสูงผักและผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว อายุในการวางขายหรือใช้ในการบริโภคลดต่ำลง การลดอุณหภูมิและการเก็บรักษาให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอจึงเป็นสิ่งจำเป็น ยิ่งไปกว่านั้น ความรวดเร็วในการลดอุณหภูมิลงก็เป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะกับผักและผลไม้ที่ค่อนข้างจะบอบบาง เน่าเสียได้ง่าย

#### แหล่งที่มาของความร้อนในผักและผลไม้

ผักและผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่ มีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ผลของการหายใจนี้ทำให้เกิดความร้อนขึ้น ดังสมการ



ซึ่งหมายความว่าในการหายใจที่ใช้น้ำตาลไป 1 กรัม โมเลกุล (โมล) หรือออกซิเจน 6 กรัม โมเลกุล มีการปลดปล่อย  $CO_2$  ออกมา 6 กรัม โมเลกุล และให้พลังงานความร้อนออกมา 673 Kcal หรือ 2670 BTU ความร้อนจากการหายใจนี้ เรียกว่า vital heat หรือ heat of respiration ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืชและอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมที่สำคัญ

ความร้อนอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องกำจัดออกคือ ความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูก หรือเรียกว่า field heat เมื่อผักและผลไม้ถูกเก็บเกี่ยวมาอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศรอบ ๆ ในแปลงปลูก มีความร้อนอยู่ในตัวค่อนข้างสูงเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบข้าง โดยเฉพาะจากแสงอาทิตย์ ผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความจุความร้อนสูง (heat capacity ของน้ำ = 1 cal/g/C) ผักและผลไม้ส่วนใหญ่มี specific heat ประมาณ 0.9 (specific heat คือ สัดส่วนความจุความร้อนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับความจุความร้อนของน้ำ) ความร้อนในส่วนนี้เป็นความร้อนส่วนใหญ่ของความจุความร้อนทั้งหมดที่จะต้องเอาออก ถ้าไม่เอาออกจะทำให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิสูงอยู่ ส่งผลให้มีการหายใจสูงอยู่นานและมีการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ มากตามไปด้วย

นอกจากความร้อนจากการหายใจและความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูกแล้ว ยังมีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้เป็นของผักและผลไม้โดยตรงแต่ก็ต้องถูกเอาออกไปด้วยพร้อม ๆ กัน ในการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ ได้แก่ ความร้อนที่ติดมากับภาชนะบรรจุ ความร้อนของอากาศรอบ ๆ ผักและผลไม้ ความร้อนจากดวงไฟในห้องลดอุณหภูมิ ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านฉนวนผนังห้องเข้ามาได้ ฯลฯ ความร้อนจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องถูกยกขึ้นมาพิจารณาอย่างละเอียด เพื่อให้การทำผักและผลไม้ไม่ให้เย็นลงจะได้เป็นไปอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ (จริงแท้, 2546)

**วิธีการลดความร้อนของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่นิยมใช้ ได้แก่**

#### 1. การทำให้เย็นโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)

วิธีนี้เป็นวิธีที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ตู้เย็น สิ่งของที่เก็บในตู้เย็นถูกทำให้เย็นลงโดยการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางคือ อากาศ สำหรับการทำให้เย็นโดยตู้เย็นนั้นต่างจากห้องเย็น เพราะในตู้เย็นส่วนใหญ่จะมีการหมุนเวียนของอากาศค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในช่องเก็บผักผลไม้ด้านล่าง การทำให้เย็นเกิดขึ้นโดยการนำ (conduction) เป็นส่วนใหญ่ แต่ในห้องเย็นจะมีพัดลมเป่าให้อากาศหมุนเวียน ทำให้มีความสามารถในการทำให้เย็นสูงกว่ามาก เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเกิดได้ทั้งการนำและการพา (conduction และ convection) วิธีการทำให้เย็นโดยใช้ลมนี้แบ่งได้หลายแบบ คือ

1.1 room cooling คือการใช้ห้องเย็นเป็นห้องสำหรับลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ลงโดยตรง โดยไม่ต้องมีกรรมวิธีพิเศษอย่างไรนอกจากนำผักและผลไม้เข้าไปไว้เท่านั้น การเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ (70-130 เมตร/นาทีก) หรือการปรับช่องที่ลมออกจากเครื่องทำความเย็นให้ตรงกับตำแหน่งของภาชนะบรรจุผักและผลไม้ให้มากที่สุดจะช่วยให้อุณหภูมิได้เร็วขึ้น ในการทำให้เย็นในห้องเย็นนี้ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ควรมีช่องระบายอากาศเพื่อให้เวลาของการทำให้เย็นสั้นเข้า

1.2 forced-air cooling เป็นวิธีการที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ลมผ่านไปยังผักและผลไม้อย่างทั่วถึงกันในเวลาอันสั้น ซึ่งอาจทำได้โดยสร้างห้องสำหรับทำการนี้โดยเฉพาะหรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์บรรจุในกล่องเรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าไปเรียงในห้องเย็นเป็น 2 แถวชิดฝาผนัง เว้นที่ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก ใช้ผ้าใบปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลิตภัณฑ์เพื่อไม่ให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรงแต่จะต้องถูกดูดผ่านผักและผลไม้ก่อน วิธีนี้สามารถทำให้ผักและผลไม้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่บอบบางใช้น้ำในการทำให้เย็นไม่ได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว และสามารถใช้ได้ผลดีในกรณีที่มีผลิตภัณฑ์ปริมาณไม่มากนัก (จริงแท้, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก 82156 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (hydro cooling) เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงสามารถใช้เป็นตัวกลางในการทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงได้ดีกว่าการใช้อากาศ ประสิทธิภาพของการทำให้เย็นโดยใช้น้ำก็เช่นเดียวกับอากาศ กล่าวคือขึ้นอยู่กับการสัมผัสระหว่างผลิตภัณฑ์กับน้ำต้องให้มากที่สุด และน้ำจะต้องเย็นเท่าที่จะเย็นได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียกับผลิตภัณฑ์ ในทางปฏิบัติทำได้หลายวิธีด้วยกัน อย่างง่ายที่สุด ได้แก่ การจุ่มยก หรืออาจทำได้โดยผ่านผลผลิตไปตามสายพานและจัดให้มีน้ำเย็นไหลผ่านลงมาทำความเย็นกับผลิตภัณฑ์ ข้อสำคัญ คือ การไหลเวียนของน้ำต้องมากพอที่จะสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้อย่างทั่วถึง และสามารถรักษาอุณหภูมิของน้ำได้ค่อนข้างคงที่ (คนชัย และนิธิยา.2535)

3. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำแข็ง (ice cooling) การใช้น้ำแข็งบดเป็นก้อนเล็ก ๆ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงโดยตรง เป็นวิธีที่ใช้กันมานานและยังใช้กันอยู่โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่มีการทำความเย็น การใช้น้ำแข็งนี้ น้ำจะสามารถลดความเย็นลงได้รวดเร็ว เพราะแต่ละกรัมของน้ำแข็งเมื่อละลายเป็นน้ำสามารถดูดความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์ได้ถึง 80 cal แต่ในทางปฏิบัติแล้วประสิทธิภาพในการทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำแข็งไม่สามารถเข้าสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้อย่างทั่วถึงเพราะไม่ใช่ของไหล (fluid) นอกจากนั้นเมื่อน้ำแข็งเริ่มละลายไปมักจะเกิดช่องว่างขึ้นระหว่างผลิตภัณฑ์กับน้ำแข็งที่ยังเหลืออยู่ ช่องว่างนี้กลายเป็นสิ่งขัดขวางการถ่ายเทความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์กับน้ำแข็งอุณหภูมิลดลงได้ช้า (จริงแท้ และธีรนุต, 2543)

4. การทำให้เย็นโดยอาศัยการระเหยของน้ำ (evaporation cooling) เป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก เพราะไม่ต้องใช้พลังงานที่มีราคาแพง แต่มีข้อจำกัดว่าไม่สามารถลดอุณหภูมิได้มากและเร็วตามต้องการ วิธีนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำการระเหยน้ำเกิดขึ้นได้มาก ในการปฏิบัติผักและผลไม้จะถูกนำไปไว้ในห้อง ภาชนะ อุโมงค์ หรือถ้ำที่สร้างขึ้น โดยจัดให้มีน้ำไหลผ่านผนังทั้งด้านบนและด้านล่าง เมื่อน้ำระเหยออกไป เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผลิตภัณฑ์มายังผนังห้องและน้ำทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิลดลงได้พอสมควร (จริงแท้ .2546)

5. การทำให้เย็นโดยใช้สุญญากาศ (vacuum cooling) ทำในสภาพที่มีความดันต่ำ โดยการดูดเอาอากาศออกไปจากห้องลดอุณหภูมิซึ่งต้องมีความแข็งแรงมาก ในสภาพเช่นนี้จุดเดือดของน้ำจะลดต่ำลงใกล้ 0 องศาเซลเซียส ตามความดันบรรยากาศที่ลดลง น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอออกไปได้ง่ายโดยใช้ความร้อนจากผลิตภัณฑ์นั่นเองทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดต่ำลง (จริงแท้ .2546)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kader (1992) ได้กล่าวว่าการบรรจุผลไม้ในเขตร้อนในสภาพบรรยากาศควบคุมและคัดแปลงควรเก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในช่วง 12-20 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> 5-10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ O<sub>2</sub> 3-5 เปอร์เซ็นต์

Mathooko et al. (1995) รายงานว่าเก็บรักษาผลมะเขือเทศในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 20 สามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีน โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ ACC synthase และ ACC oxidase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lang and Kader (1995) ศึกษาผลของการควบคุมบรรยากาศในผลอโวคาโดพันธุ์ Hass โดยใช้ก๊าซออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการพัฒนาของอาการสะท้านหนาวได้นานถึง 12 สัปดาห์

Glahan and Puchangtong, (2001) พบว่าภายหลังจากเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่ง ที่เก็บรักษาใน CO<sub>2</sub> 12 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ O<sub>2</sub> 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด 1.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.16-0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ของหน่อไม้ฝรั่งทุกการทดลองจะลดลงเล็กน้อย ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.53-6.40 brix เมื่อสิ้นสุดการทดสอบพบว่าหน่อไม้ฝรั่งจะมีลักษณะที่ดีและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับและสามารถพัฒนาให้ขนส่งระยะทางไกลโดยทางเรือเดินทะเลได้ซึ่งค่าขนส่งถูกกว่าทางเครื่องบินนับ 10 เท่าจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงสามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้

Glahan and Kerdsiri (2001) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> ต่อคุณภาพภายหลังจากเก็บรักษากล้วยหอมทองผลปรากฏว่ากล้วยหอมทองที่บ่มสุกที่อุณหภูมิห้องก่อนการเก็บรักษามีปริมาณ TSS ระหว่าง 19.60-22.40 brix มีเปอร์เซ็นต์ TA ระหว่าง 0.0034-0.0101 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกล้วยหอมทองที่บ่มสุกที่อุณหภูมิห้องภายหลังจากเก็บรักษา 35 วัน มีเปอร์เซ็นต์ TA ระหว่าง 0.0101-0.0304 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดระหว่าง 0.48-0.87 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ประพันธ์ (2526) กล่าวว่าปัจจุบันมีการนำเอาวิธีการเก็บรักษาแบบตัดแปลงบรรยากาศ (MA-storage) มาร่วมใช้กับการเก็บรักษา และการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบตัดแปลงบรรยากาศซึ่งจะช่วยลดปริมาณของออกซิเจน ทำให้อัตราการหายใจลดลง และการผลิตเอทิลีนต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์เพิ่มขึ้นทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนักสามารถป้องกันการเน่าเนื่องจากเชื้อราได้บ้างบางชนิดจากการปนเปื้อน

สุชัญญา (2530) ได้รายงานการเก็บรักษาผลละมุดในถุงพลาสติกปิดสนิทในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 51 วัน และพบว่าการบ่มผลละมุดให้หายฝาดด้วย CO<sub>2</sub> ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิห้อง ความฝาดจะหายไปภายในเวลา 4 วัน โดยยังคงมีความกรอบและความแน่นเนื้อมาก

อนันดา (2538) หาค่าการเจริญเติบโต คำนีการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาผลกล้วยหอมพันธุ์แกรนด์เนน ในสภาพบรรยากาศตัดแปลง พบว่าการเจริญเติบโตของผลกล้วยหอมมีลักษณะเป็นแบบ single sigmoid ความหนาแน่น, ปริมาณแป้ง และ soluble solids เพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุ 9, 8 และ 11 สัปดาห์ ตามลำดับ หลังจากนั้นเหลี่ยมผลลดลงเมื่ออายุมากขึ้น และเห็นไม่ชัดเจน เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวซึ่งทำให้คุณภาพภายหลังจากบ่มสูงสุด คือ 11 – 12 สัปดาห์ หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว การเก็บรักษาผลกล้วยหอมในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส โดยบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลในถุงพลาสติกปิดสนิท (sealed polyethylene bag, SPEB), SPEB ใส่สารดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> (EA), SPEB ใส่สารดูดซับแก๊ส C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (EA) หรือ SPEB ใส่สารดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> (EA) และสารดูดซับแก๊ส C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (EA) ปรากฏว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 45 วันความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> และ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ในทุกวิธีการมีค่าอยู่ระหว่าง 0.03 – 5.85, 4.91 – 10.92 เปอร์เซ็นต์ และ 0.01 – 0.06 ppm. ตามลำดับ การสูญเสียน้ำหนัก, ความแน่นเนื้อ, total soluble solids, total sugars สีเปลือกและสีเนื้อเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย หลังจากบ่มให้สุกด้วย C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ที่ 18 องศาเซลเซียส ผลกล้วยในทุกวิธีการมีคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลจาก SPEB, SPEB + cA, SPEB + EA และ SPEB + cA + EA มีการหักของข้าวเมื่อนำมาบ่มให้สุก ถ้าเก็บรักษานานเกินกว่า 45, 50, 50 และ 55 วันตามลำดับ

จริงแท้ (2541) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณ CO<sub>2</sub> ให้ผลในการควบคุมโรคมากกว่าที่ระดับ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis sp.* และ *Rhizopus sp.* ในผลสตอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งผลสตอเบอรี่ในต่างประเทศ และบางส่วนในประเทศไทย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าในสภาพที่มี CO<sub>2</sub> สูงขึ้นอาจกระตุ้นให้เกิดโรคนางอย่างเจริญเติบโตได้มากขึ้นด้วย ดังนั้นการปรับสภาพบรรยากาศเพื่อการควบคุมโรคจึงค่อนข้างจะมีผลเฉพาะเจาะจงกับผลิตภัณฑ์ และโรคแต่ละชนิด

ยูพัตสา (2542) ศึกษาอิทธิพลของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน โดยวิธีบรรจุในถุงพลาสติก polyethylene (PE) ใช้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 3, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส พบว่าข้าวโพดที่เก็บรักษาไว้ในคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพและอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 29.4 วัน และมีปริมาณ TSS สูงที่สุดคือ 4.92 brix

พรรณีภา (2543) พบว่าถั่วฝักยาวที่อายุ 8 วัน หลังตัดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกพร้อมกับ CO<sub>2</sub> 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 20 วัน ภายหลังจากการเก็บรักษาถั่วฝักยาวจะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และพบว่าถั่วฝักยาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกพร้อมกับ CO<sub>2</sub> 10 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักลดน้อยที่สุดคือ 1.77 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวและลักษณะภายนอกน้อยที่สุด และมีค่าเฉลี่ย TSS สูงที่สุดคือ 4.83 brix ส่วนถั่วฝักยาวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกพร้อมกับ CO<sub>2</sub> 0 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.45 เปอร์เซ็นต์

## อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

1. มันฝรั่งหั่นสด
2. ก๊าซ O<sub>2</sub> และ CO<sub>2</sub>
3. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
4. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent)
5. สารดูดความชื้น (moisture absorbent)
6. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
7. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer)
8. hand refractometer
9. เครื่องวัดสี
10. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
11. burette
12. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น NaOH, phenolphthalein
13. เครื่องแก้ว เช่น beaker , test tube , flask
14. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น สมุด , ดินสอ , ปากกา , กล้องถ่ายภาพ

### วิธีดำเนินการทดลอง

จัดหาผลมันฝรั่งที่มีคุณภาพที่ดี สด ผิวสีเหลืองอ่อน นำมาทำความสะอาดเอาสิ่งสกปรกออก นำมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นสำหรับทำซूप แช่ด้วยกรดซิตริกโดยผสมน้ำในอัตราส่วน 0.2 กรัมต่อปริมาณน้ำ 1,000 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ค่า ph ที่ 0.3 แล้วนำมันฝรั่งหั่นสดที่ได้มาเข้าสู่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กันตามวิธีที่กำหนดไว้จากนั้นนำมาบรรจุลงในถาดโพลีเอทิลีนขนาด 150±1 กรัม และใส่สารดูดความชื้น ( Moisture absorbent ) และใส่สารดูดซับ ( ethylene absorbent ) 4% โดยน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสด จากนั้นนำมาใส่ในถุงพลาสติก polyethylene (PE) อีกครั้งและผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศพร้อมกับเติม CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> ตามอัตราที่กำหนดและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เพื่อการเปลี่ยนแปลง

วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 5 treatment combination treatment ละ 3 ซ้ำ และทำการทดลองในระดับอุณหภูมิของการ precooling ที่ 0 องศา และใช้ระยะเวลาในการทำ precooling (นาที) คือ

วิธีการที่ 1 (Control)	=	ไม่ต้องทำการ precooling
วิธีการที่ 2	=	ทำการ precooling เป็นระยะเวลา 5 นาที
วิธีการที่ 3	=	ทำการ precooling เป็นระยะเวลา 10 นาที
วิธีการที่ 4	=	ทำการ precooling เป็นระยะเวลา 15 นาที
วิธีการที่ 5	=	ทำการ precooling เป็นระยะเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาข้อมูล

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยชั่งมันฝรั่งหั่นสดทุกครั้งที่ทำกรวิเคราะห์และนำมาวิเคราะห์และนำมาคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{นน.สดก่อนการเก็บรักษา} - \text{นน.สดหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

### 2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

นำมันฝรั่งหั่นสดมาคั้นน้ำออกหลังจากนั้นนำน้ำคั้นจากผลมันฝรั่งหั่นสดหยดลงบนเครื่อง hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS หน่วยเป็น brix

### 3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

มันฝรั่งหั่นสดมาคั้นน้ำให้ได้ 5 มิลลิลิตร แล้วเติม phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัว indicator จากนั้นนำไปไตเตรทด้วยสารละลายค่างมาตรฐาน (0.1 N NaOH) จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนจากขุ่นเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรของสารละลายค่างที่ใช้ไปเพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรด ascorbic ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแอสคอร์บิก} = \frac{\text{N base} \times \text{มิลลิลิตร Base} \times \text{meq.wt. ของกรดแอสคอร์บิก}}{\text{มิลลิลิตรของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดย N base = normality ของ NaOH

มิลลิลิตร base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท

meq.wt ของกรด ascorbic = 0.06808

### 4. สีเนื้อ

ทุกๆ 4 วัน โดยทำการเปรียบเทียบสีเนื้อของมันฝรั่งหั่นสดก่อนทดลองและหลังทดลองโดยใช้เครื่องวัดสี

### 5. ปริมาณความแน่นเนื้อ

ทุกๆ 4 วัน หลังการเก็บรักษานำมันฝรั่งหั่นมาวัดด้วยเครื่อง firmness tester โดยวัดที่ส่วนของมันฝรั่งหั่น 3 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และนำมาบันทึกผลในตาราง

### 5. คุณภาพกลิ่น

ทุกๆ 4 วัน หลังการเก็บรักษานำมันฝรั่งหั่นสดมาดมกลิ่น โดยใช้ผู้ทดสอบ 5 คน แบ่งคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนน	5	คือ	กลิ่นดีมากเช่นเดียวกับมันฝรั่งหั่นสด
ระดับคะแนน	4	คือ	กลิ่นใกล้เคียงกับมันฝรั่งหั่นสด
ระดับคะแนน	3	คือ	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน	2	คือ	กลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน	1	คือ	กลิ่นผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับ

## 7. อายุการเก็บรักษา

โดยพิจารณาจากลักษณะคุณภาพภายนอกและภายในของมันฝรั่งหั่นสดลักษณะอาการที่ผิดปกติของสีเนื้อและการเน่าเสียของมันฝรั่งหั่นสด นับเป็นจำนวนวัน

### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มทดลอง	วันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
สิ้นสุดการทดลอง	วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น	20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็ว ร่วมกับช่วงระยะเวลาต่างๆ กัน (ภาพที่ 1) เมื่อสิ้นสุดการทดลองของมันฝรั่งหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.11 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.79 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มากที่สุดคือ 1.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5, 15 และ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.01, 0.97 และ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ใช้ระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.79 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิต่ำไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 , ไม่ได้ลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วและ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็น 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.11, 1.09 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่ำ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.94 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิต่ำไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 1)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มากที่สุดคือ 1.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ได้ทำการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา 15, 20 และ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.92, 0.92 และ 0.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ใช้ระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.82 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

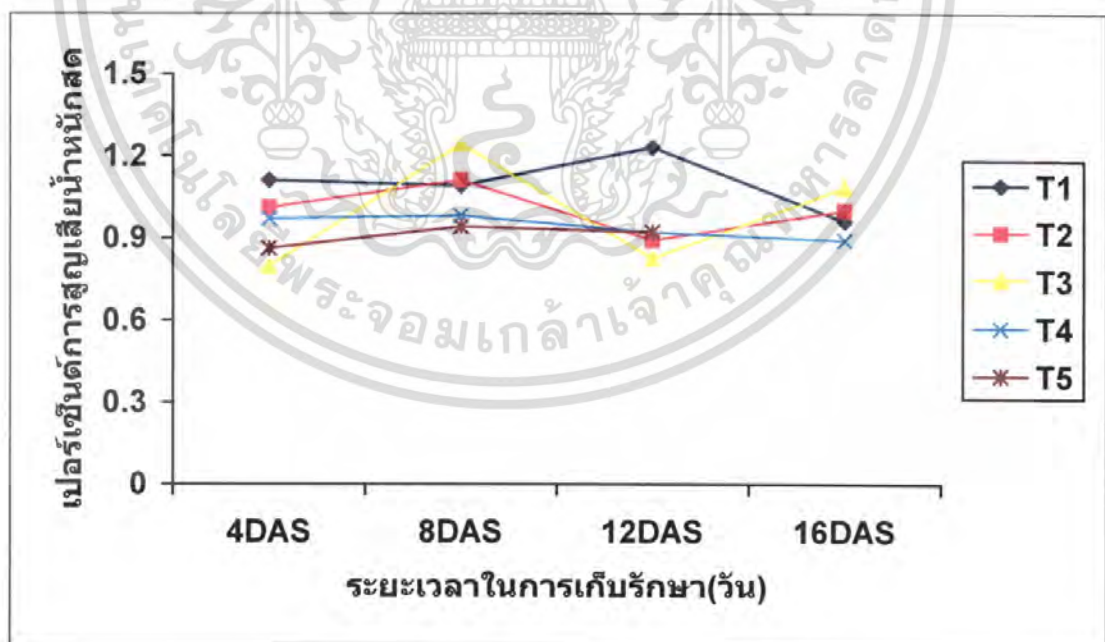
มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดคือ 1.00 และ 0.96 ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิ 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.89 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)



ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของนกสดของการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิตั้งที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) หลังการเก็บรักษา			
	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	1.11 A	1.09 AB	1.23 A	0.96 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	1.01 AB	1.11 AB	0.89 B	1.00 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	0.79 C	1.24 A	0.82 B	1.08 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	-0.97 ABC	0.98 AB	0.92 B	0.89 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	0.86 BC	0.94 B	0.92 B	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของมันฝรั่งหั่นสดหลังการเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ตามอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองมันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.17 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.10 brix

### ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดพบว่ามันฝรั่งหั่นมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 7.17 – 6.17 brix

### ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 6.20 brix รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาทีและ 15 นาที มีปริมาณ TSS คือ 6.17 brix ส่วน มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.10 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการลดอุณหภูมิจึงผลทำให้ปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.17 brix รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณ TSS คือ 7.00 และ 6.83 brix ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีและ 20 นาทีมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.67 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการลดอุณหภูมิจึงผลทำให้ปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.0 brix รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TSS คือ 6.87 brix มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีและ 20 นาทีมีปริมาณ TSS คือ 6.73 brix มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา

15 นาทีที่มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 6.43 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

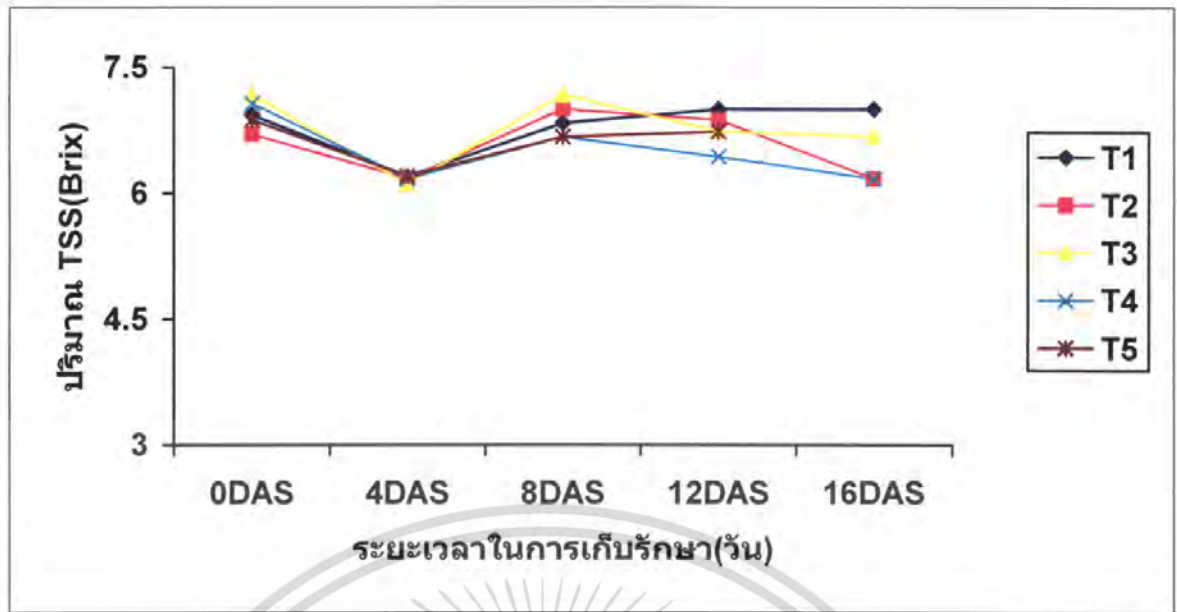
#### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.0 brix รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS คือ 6.67 brix มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และ 15 นาทีที่มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.17 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ปริมาณ TSS ( Brix )				
	0DAS	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	6.93 AB	6.20 A	6.83 A	7.00 A	7.00 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	6.70 B	6.17 A	7.00 A	6.87 AB	6.17 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	7.17 A	6.10 A	7.17 A	6.73 AB	6.67 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	7.07 A	6.17 A	6.67 A	6.43 B	6.17 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	6.87 AB	6.20 A	6.67 A	6.73 AB	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

### 3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า มันฝรั่งหั่นสดหั้นจะมีปริมาณ TA ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.47 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.29 เปอร์เซ็นต์

#### ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษา มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.40 – 0.47 เปอร์เซ็นต์

#### ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที, มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที และ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.35 เปอร์เซ็นต์, 0.34 เปอร์เซ็นต์ และ 0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที, มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.31 เปอร์เซ็นต์, 0.31 เปอร์เซ็นต์ และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที, มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที และ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.32 เปอร์เซ็นต์, 0.31 เปอร์เซ็นต์ และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

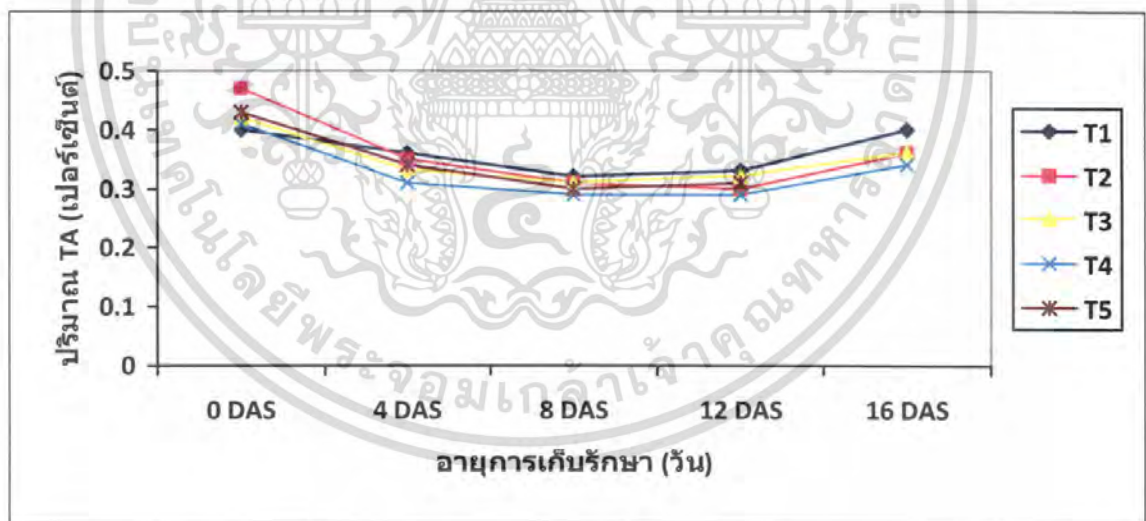
### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุดคือ 0.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์, 0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.34 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลด อุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ปริมาณ TA				
	0DAS	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	0.40a	0.36a	0.32a	0.33a	0.40a
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	0.47a	0.35a	0.31a	0.30a	0.36ab
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	0.42a	0.33a	0.31a	0.32a	0.36ab
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	0.41a	0.31a	0.29a	0.29a	0.34b
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	0.43a	0.34a	0.30a	0.31a	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณค่าความสว่างของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ค่าสี

##### ค่าความสว่าง (L\*)

##### ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าความสว่างของมันฝรั่งหั่นสดจะมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 66.45-71.22

##### ภายหลังการเก็บ 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 67.85 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างของสีคือ 65.82 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างของสีคือ 65.31 ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างของสีคือ 65.17 และมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าความสว่างของสีน้อยที่สุดคือ 65.15 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

##### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 65.98 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างคือ 65.84 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างของสีคือ 65.83 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างคือ 65.68 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 64.57 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างของมันฝรั่งหั่นสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

##### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 66.09 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างคือ 65.73 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างคือ 65.59 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างคือ 65.17 ส่วน

มันฝรั่งพันธุ์สดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 65.06 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างของมันฝรั่งพันธุ์สดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

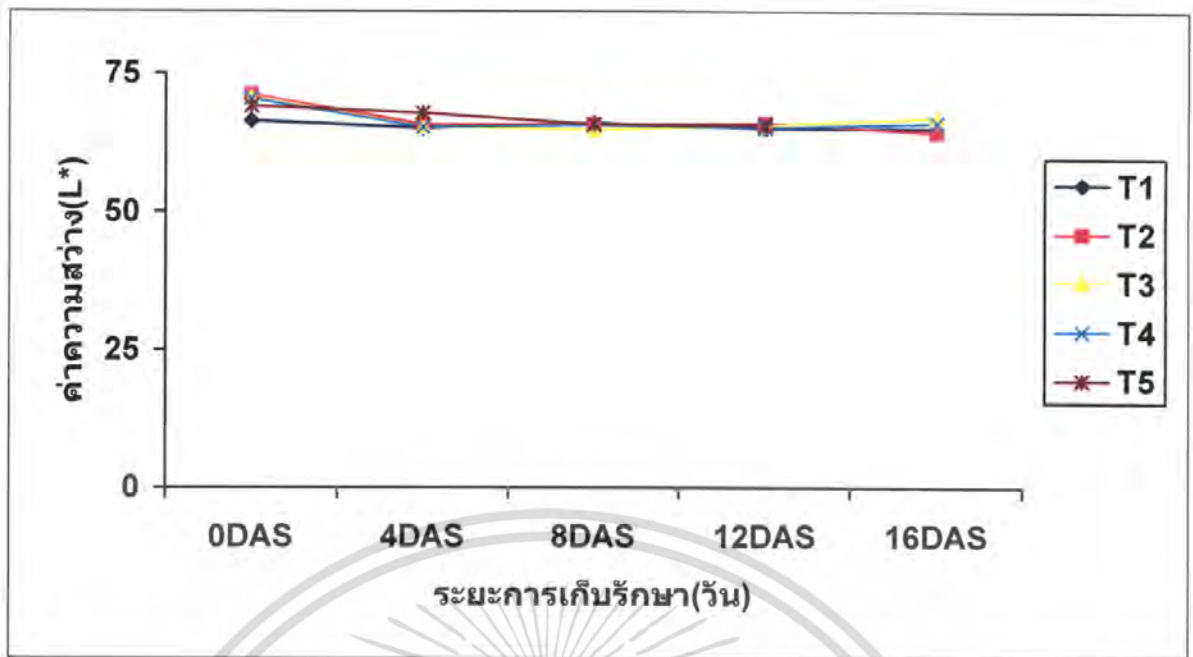
ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งพันธุ์สดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 66.90 รองลงมาคือมันฝรั่งพันธุ์สดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างคือ 66.07 และมันฝรั่งพันธุ์สดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าความสว่างคือ 65.07 ส่วนมันฝรั่งพันธุ์สดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 64.37 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างของมันฝรั่งพันธุ์สดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของการเก็บรักษาของมันฝรั่งพันธุ์สด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ค่าสี $L^*$				
	0DAS	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	66.45 A	65.15 A	65.98 A	65.06 A	65.07 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	71.22 A	65.82 A	65.84 A	66.09 A	64.37 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	70.53 A	65.31 A	64.57 A	65.59 A	66.90 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	70.37 A	65.17 A	65.68 A	65.17 A	66.07 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	69.14 A	67.85 A	65.83 A	65.73 A	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณค่าความสว่างของน้ำมันปาล์มชนิด หลังการเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

#### ค่าสีแดง (a\*)

##### ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีแดงจะมีค่าอยู่ระหว่างช่วง (-0.63) – (-0.43)

##### ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

น้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 1.71 รองลงมาคือน้ำมันปาล์มชนิดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีแดงคือ 1.64 ส่วนน้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.59 น้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.42 และน้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ 1.41 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงของน้ำมันปาล์มมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

##### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

น้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 1.85 รองลงมาคือน้ำมันปาล์มชนิดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.75 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.70 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.68 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ 1.17 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงของมันฝรั่งหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 1.73 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีแดงคือ 1.69 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.65 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.54 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ 1.53 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

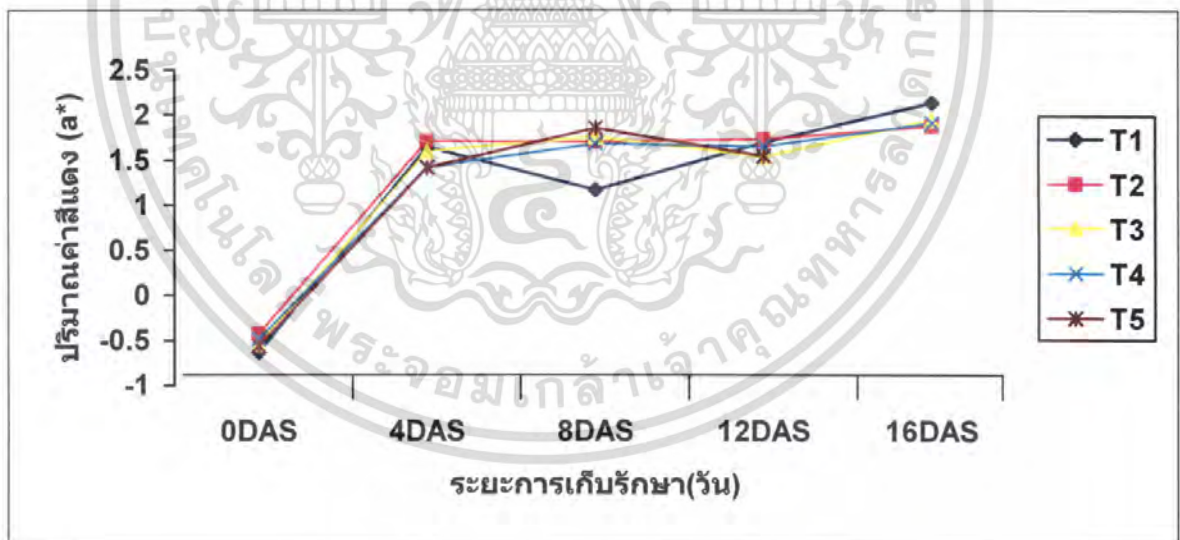
#### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 2.13 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.94 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.91 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงคือ 1.87 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงของมันฝรั่งหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงค่าสีแดง ( $a^*$ ) ของการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ค่าสี $a^*$				
	0DAS	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	-0.63 A	1.64 AB	1.17 C	1.69 A	2.13 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	-0.43 A	1.71 A	1.70 B	1.73 A	1.87 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	-0.55 A	1.59 AB	1.75 AB	1.53 A	1.94 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	-0.49 A	1.42 B	1.68 B	1.65 A	1.91 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	-0.57 A	1.41 B	1.85 A	1.54 A	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณค่าสีแดงของมันฝรั่งหั่น ภายหลังจากเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าสีเหลือง (b\*)

### ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีเหลืองมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 25.20-28.36

### ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 27.61 รองลงมา คือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 26.50 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 25.19 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาทีมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 25.08 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 27.50 รองลงมา คือมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีเหลืองคือ 27.25 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 26.51 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาทีมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 26.32 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 28.43 รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 27.56 และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 27.19 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 26.94 ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 26.70และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

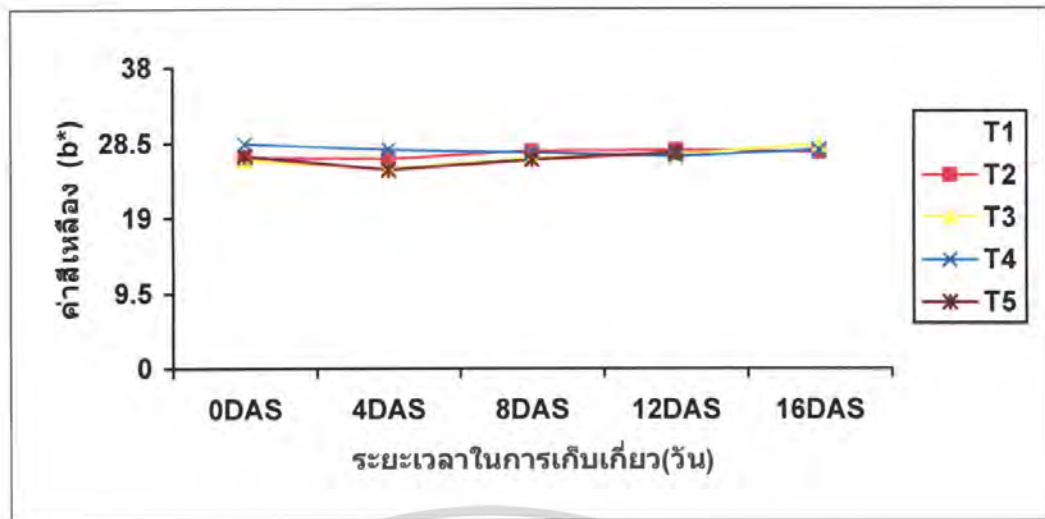
### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 28.21 รองลงมาคือมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีเหลืองคือ 27.59 และมันฝรั่งสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีค่าสีเหลืองคือ 27.54 มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาทีมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 27.29 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองมีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** แสดงค่าสีเหลือง (b \*) ของการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ค่าสี b *				
	0DAS	4DAS	8DAS	12DAS	16DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	25.20 A	25.08 A	26.32 A	28.43 A	27.59 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	26.67 A	26.50 A	27.50 A	27.56 AB	27.29 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	26.20 A	25.19 A	26.51 A	26.94 AB	28.21 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	28.36 A	27.61 A	27.25 A	26.70 B	27.54 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	26.85 A	25.08 A	26.32 A	27.19 AB	-

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และ ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณค่าสีเหลืองของมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

## 5. ปริมาณความแน่นเนื้อ

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองแคอทหั่นมีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 3.04 นิวตันและมีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 0.95 นิวตัน

### ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด มีปริมาณความแน่นเนื้ออยู่ในช่วงระหว่าง 5.68 – 4.86 นิวตัน

### ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 9.38 นิวตัน รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 9.18 นิวตัน มันฝรั่งหั่นสดหั่นที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 8.83 นิวตัน และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 8.22 นิวตัน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 6.68 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ

### ภายหลังจากเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 17.72 นิวตัน รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดหั่นที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 17.58 นิวตัน และมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 17.17 นิวตัน มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 16.27 นิวตัน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 15.93 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ

#### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 19.43 นิวตัน รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดหั่นที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 19.38 กก./ตร.ซม. มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 18.88 นิวตัน และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 17.75 นิวตัน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 17.62 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ

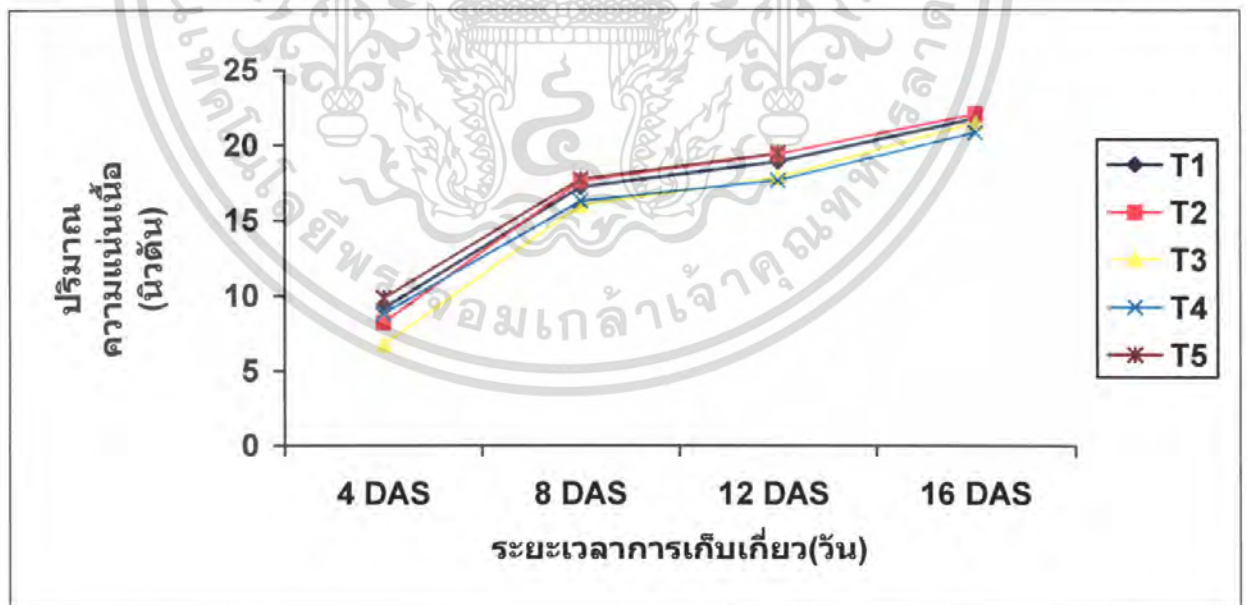
#### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 22.07 นิวตัน รองลงมาคือ มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 21.77 นิวตัน และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 21.45 นิวตัน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 20.82 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 แสดงความแน่นเนื้อของการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	ความแน่นเนื้อของมันฝรั่งหั่นสด				
	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	5.65A	9.18 A	17.17 A	18.88 A	21.77 A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	4.86 A	8.22 A	17.58 A	19.38 A	22.07 A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	5.01A	6.68 A	15.93 A	17.75 A	21.45 A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	5.68A	8.83 A	16.27 A	17.62 A	20.82 A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	4.94A	9.83 A	17.72 A	19.43 A	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 7 แสดงความแน่นเนื้อของมันฝรั่งหั่นสดภายหลังการเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสด

ในระหว่างการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดทุกๆ การทดลองพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองมันฝรั่งหั่นสดมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

### ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และ มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนน 5 คะแนน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ

### ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที และ 15 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับมันฝรั่งหั่นสด โดยมีคะแนน 5 คะแนน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับมันฝรั่งหั่นสด โดยมีคะแนน 4 คะแนน การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ

### ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที และ 15 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับมันฝรั่งหั่นสด โดยมีคะแนน 4 คะแนน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีคะแนน 3 คะแนน การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ

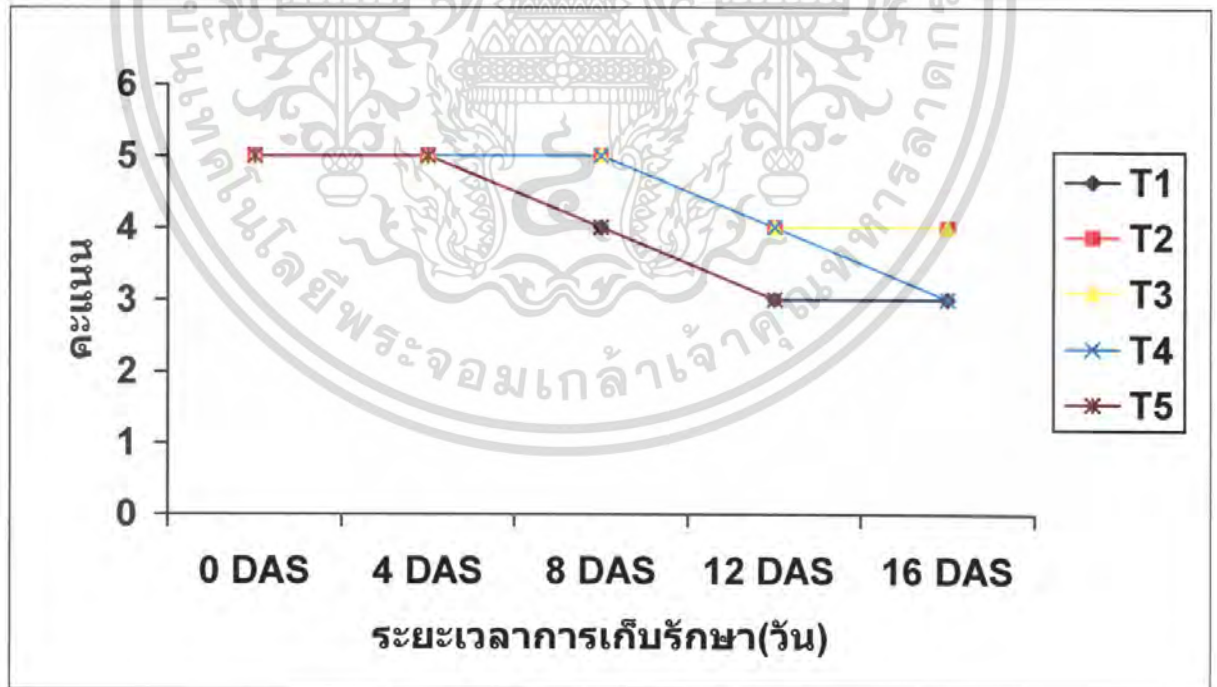
### ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 10 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับมันฝรั่งหั่นสด โดยมีคะแนน 4 คะแนน ส่วนมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีคะแนน 3 คะแนน การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงคุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่งหั่นสด				
	0 DAS	4 DAS	8 DAS	12 DAS	16 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	5.0A	5.0A	4.0A	3.0A	3.0A
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	5.0A	5.0AB	5.0A	4.0A	4.0A
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	5.0A	5.0A	5.0A	4.0A	4.0A
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	5.0A	5.0AB	5.0A	4.0A	3.0A
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	5.0A	5.0B	4.0A	3.0A	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 7 แสดงปริมาณคุณภาพกลิ่นของแครอทหั่น ภายหลังจากการเก็บรักษาที่ 4, 8, 12 และ 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต

มันฝรั่งพันธุ์สดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที , 10 นาที และ 15 นาที มันฝรั่งพันธุ์สดทุก treatment combination สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 16 วันยกเว้นการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาทีซึ่งสามารถเก็บรักษาได้เพียง 12 วัน

ตารางที่ 9 แสดงอายุการเก็บรักษาของมันฝรั่งพันธุ์สด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ไม่ลดอุณหภูมิ	16DAS
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	16DAS
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	16DAS
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	16DAS
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	12DAS

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15, และ 20 นาที และที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถสรุปผลได้ว่า

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดที่เก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ย สูงสุดคือ 1.11 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก สดเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.08 เปอร์เซ็นต์

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด

### 2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

พบว่า ในน้ำคั้นของมันฝรั่งมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 6.17 – 7.17 brix และปริมาณ TSS นี้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงสุดคือ 7.17 brix และเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงสุดคือ 7.00 brix

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณ TSS ของมันฝรั่งหั่นสด โดยมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด

### 3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

พบว่า ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.40 – 0.47 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ TA นี้จะลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TA เฉลี่ยสูงสุดคือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณ TA เฉลี่ยสูงสุดคือ 0.34 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณ TA ของมันฝรั่งหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด

#### 4. ความเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ

##### ค่าความสว่าง ( $L^*$ )

ปรากฏว่า ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 66.45-71.22 ค่าความสว่างนี้จะลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อการเก็บรักษาผ่านไป 4 วัน มันฝรั่งมีค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุด คือ 67.85 และเมื่อเก็บรักษาได้ 16 วัน มันฝรั่งมีค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุด 66.90

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าความสว่างของมันฝรั่งหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด

##### ค่าสีแดง ( $a^*$ )

ปรากฏว่า ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นมีค่าสีแดงอยู่ในช่วง (-0.63) – (-0.43) และค่าสีแดงนี้จะเพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วันมันฝรั่งหั่นสดมีค่าสีแดงเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.71 และหลังจากเก็บรักษาได้ 16 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีค่าสีแดงเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.13

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าสีแดงของมันฝรั่งหั่นสด โดยมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ จะมีค่าสีแดงมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุด

##### ค่าสีเหลือง ( $b^*$ )

พบว่า ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดค่าสีเหลืองของมันฝรั่งหั่นสด มีค่าอยู่ระหว่างช่วง 25.20-28.36 และค่าสีเหลืองนี้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีค่าสีเหลืองเฉลี่ยสูงสุดคือ 27.61 และหลังจากเก็บรักษา 16 วัน มันฝรั่งหั่นสดมีค่าสีเหลืองเฉลี่ยสูงสุดคือ 28.21

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าสีเหลืองของมันฝรั่งหั่นสด โดยมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศา

เซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด

## 5. ปริมาณความแน่นเนื้อ

พบว่า ก่อนการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อ อยู่ในช่วงระหว่าง 4.86-5.68 กก./ตร.ซม. และปริมาณความแน่นเนื้อนี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งภายหลังจากการเก็บรักษา 4 มันฝรั่งหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงสุดคือ 9.83 กก./ตร.ซม. และหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน มันฝรั่งมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงสุดคือ 21.77 กก./ตร.ซม.

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณความแน่นเนื้อของมันฝรั่งหั่นสด โดยมันฝรั่งหั่นที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีความแน่นเนื้อมากที่สุด และมันฝรั่งที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาทีมีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุด

## 6. คุณภาพกลิ่นของมันฝรั่ง

พบว่า ภายหลังจากการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นเป็นเวลา 4-8 วัน มีคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เช่นเดียวกับมันฝรั่งหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน มีคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ และภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน มันฝรั่งที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และมันฝรั่งที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 , 10 และ 15 นาที มีคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเป็นที่ยอมรับได้ แต่มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีกลิ่นผิดปกติมากจนไม่เป็นที่ยอมรับได้

## 7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต

พบว่า มันฝรั่งหั่นสดทั้งที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 16 วัน แต่มันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่สุดเพียง 12 วัน

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิต่อการยืดอายุการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 16 วัน โดยที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลผลิต จึงสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าอุณหภูมิปกติจากการที่เราใช้ถุง PE ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มาก จึงไม่เกิดการหายใจโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Brydson, 1969)

ภายหลังการเก็บรักษามันฝรั่งหั่นสด ในทุกวิธีการจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตยังมีชีวิตและยังคงมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสม อีกทั้งยังมีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ทำให้การเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้นเราจึงควรลดการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตให้มากที่สุด จึงจะทำให้ผลผลิตสูญเสียคุณภาพช้าลงและเก็บรักษาผลผลิตได้นานยิ่งขึ้น

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ จะต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต จึงจะทำให้ผลผลิตนั้นสามารถเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดอัตราการหายใจและการเกิดเอทธิลิน ทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นานขึ้น (Wills และคณะ, 1981)

## เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรীরวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จริงแท้ ศิริพานิช และ ชีรนุศ ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2543. **การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- จิราณ หนองคาย. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้**. แมสพับลิชชิง. กรุงเทพฯ.
- คณีย์ บุญเกียรติ. 2540. **สรীরวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- คณีย์ บุญเกียรติและนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ. เอกสารอัดสำเนา
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์หทัยเฮง.
- บุพัตสา คำดี. 2545. **“อิทธิพลของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาข่าโพดหวาน” ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย กล้าหาญและบุพัตสา คำดี. 2544. **“อิทธิพลของสัดส่วน CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> และอายุของผักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข่าโพดหวาน” ในการประชุมวิชาการ มมส. ครั้งที่ 1 มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรীরวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายชล เกตุษา. 2528. **สรীরวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- สุชีรา เขียงยุคดีสากล. 2537. **“การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม”** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Glahan, S. and Kerdsiri, T. 2001. "Influence of CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> on Quality after Storage of Gros Michel "Hom Thong". 55. **Abstracts. The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment.** Kasetsart University, Kamphaeng sean Campus, Nakhon Pathom.

Glahan, S. and Puchangthong, S. 2000. "Influences of CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> Proportion on the Quality After Storage of Gros Michel Hom Thong" 55. **Abstracts The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment.** Nakhonpathom : Kasetsart University.

Kader, A.A. 1993. **Postharvest Technology of Horticulture Crops.** New Your : Division of Agriculture and Natural Resources.

Lang, D.D. and A.A. Kader. 1995. **Respiration of 'HASS' Avocado in response to Elevated CO<sub>2</sub> Level.** HortScience. 30:809.

Mathooko, F.M. , Y. Kubo. , A. Inoba and R. Nakamura. 1995. **Characterization of the Regulation of C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> Biosynthesis in Tomato Fruit by CO<sub>2</sub> and Diazocyclopentadiene.** Posthavest Bioll Tech. 5 : 221-233

(<http://www.doae.go.th/library/html/detail/potato/index.html>)

(<http://topicstock.pantip.com/wahkor/topicstock/2007/10/X5871480/X5871480.html>)

(<http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2005q3/article2005sep15p1.htm>)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดก่อนการเก็บรักษา

ภาพผนวกที่ 2 แสดงคุณภาพของน้ำมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน



ภาพผนวกที่ 4 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน



ภาพผนวกที่ 6 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน



ภาพผนวกที่ 8 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 9 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน



ภาพผนวกที่ 10 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 11 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน



ภาพผนวกที่ 12 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 13 แสดงคุณภาพของมັນฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน



ภาพผนวกที่ 14 แสดงคุณภาพของมັນฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 15 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน



ภาพผนวกที่ 16 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 17 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 18 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 19 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 20 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 21 แสดงคุณภาพของมันฝรั่งหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 16 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้