สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

# ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด

# Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Sweet Bamboo

โดย

**นาย อภิวัฒน์ ทองราษฎร์**

อาจารย์ที่ปรึกษา

**รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ**

ส 946 ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82135
วัน,เดือน,ปี 1-8 ก.ค. 2551

b 11945795
i.....

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชสวน)

พุทธศักราช 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี**

**ภาควิชาพืชสวน**

**เรื่อง**

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Sweet Bamboo

**โดย**

**นาย อภิวัฒน์ ทองราษฎร์**

**ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย**

.....

**(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**วันที่** ๒๙ **เดือน** ธ.ค. **พ.ศ.** ๕๑

**ภาควิชารับรองแล้ว**

.....

**(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)**

**หัวหน้าภาควิชาพืชสวน**

**วันที่** ๒๙ **เดือน** ธ.ค. **พ.ศ.** ๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| ชื่อเรื่อง | ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด |
| โดย | นาย อภิวัฒน์ ทองราษฎร์ |
| สาขาวิชา | พืชสวน |
| ภาควิชา | พืชสวน |
| คณะ | เทคโนโลยีการเกษตร |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ |

## บทคัดย่อ

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการทดลอง คือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่นำไปทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที , 10 นาที , 15 นาที และ 20 นาที จากการทดลองพบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TSS และ TA เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.05 เปอร์เซ็นต์ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีค่าความเปลี่ยนแปลงสีเปลี่ยนไปเล็กน้อย หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาเวลา 5 นาที , 10 นาที , 15 นาที และ 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| Title | Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Sweet Bamboo. |
| By | Mr. Apiwat Thongrat |
| Major | Horticulture |
| Department | Horticulture |
| Faculty | Agricultual Technology |
| Advisor | Assoc.Prof.Dr.Somchai Glahan |


**Abstract**

Influences of precooling time on quality and storage life of fresh cut sweet bamboo. The statistical model was completely randomized design comprised of 5 treatment combination ; 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 increased in contrast TSS and TA increased and a slighthy decreased as storage time increased. The fresh cut sweet bamboo precooled at 0 degree of celsius for 10 minutes had the most fresh weight lost 2.05 percent , while those all treatment had a little changing of color. The fresh cut sweet bamboo non-precooled and those precooled at 0 degree of celsius for 5, 10, 15 and 20 minutes and stored at 10 degree of celsius had longest mean of shelf-life of 6 days .



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่กรุณาให้โอกาสและคำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้เลยหากขาดบุคคลดังที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามคอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

อภิวัฒน์ ทองราษฎร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | |
| - สารบัญตาราง | |
| - สารบัญภาพ | |
| - สารบัญภาคผนวก | |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| ตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ | 19 |
| ผลการทดลอง | 22 |
| สรุปผลการทดลอง | 39 |
| วิจารณ์ผลการทดลอง | 42 |
| เอกสารอ้างอิง | 43 |
| ภาคผนวก | 45 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 23 |
| 2 | แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 25 |
| 3 | แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 27 |
| 4 | แสดงปริมาณค่าความสว่าง (L*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 29 |
| 5 | แสดงปริมาณค่าสีแดง(a*)ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 31 |
| 6 | แสดงปริมาณค่าสีเหลือง (b*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 33 |
| 7 | แสดงคุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 35 |
| 8 | แสดงความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที,15 นาที และ 20 นาที | 37 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ (ต่อ)**


| | | |
|---|---|---|
| 9 | แสดงอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที | 39 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 23 |
| 2 | แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 25 |
| 3 | แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ titratable acidity (TA) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 27 |
| 4 | แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 29 |
| 5 | แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a*)ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 31 |
| 6 | แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b*)ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3และ 6 วัน | 33 |
| 7 | แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน | 35 |
| 8 | แสดงการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน | 37 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพผนวก


| ภาพผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดก่อนการเก็บรักษา | 46 |
| 2 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน | 47 |
| 3 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน | 47 |
| 4 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน | 48 |
| 5 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน | 48 |
| 6 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน | 49 |
| 7 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน | 50 |
| 8 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน | 50 |
| 9 | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน | 51 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ (ต่อ)**


| | | |
|---|---|---|
| **10** | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน | 51 |
| **11** | แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน | 52 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

หน่อไม้ไผ่ตงเป็นไม้ไผ่ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาปลูกในประเทศนานแล้ว เนื่องจากหน่อไม้ไผ่ตงเป็นพืชที่นิยมนำหน่อมาบริโภคเช่นเดียวกับหน่อไม้ชนิดอื่นๆ ปัจจุบันหน่อไม้ไผ่ตงยังเป็นสินค้าส่งออกที่สามารถนำเงินตราเข้าประเทศในรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น หน่อไม้อัดปี๊บ หน่อไม้แห้ง หน่อไม้กระป๋อง และหน่อไม้สดแช่แข็ง ซึ่งเป็นสินค้าอาหารแปรรูปที่ส่งขายในยุโรปและอเมริกา จึงนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความต้องการสูงอยู่ในขณะนี้ แต่ปัญหาในการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นปัญหาที่สำคัญ เนื่องจากหลังจากเก็บเกี่ยวในระยะเวลาหนึ่งหน่อไม้ไผ่ตงจะเริ่มมีกลิ่นที่ผิดไปจากปกติ รสชาติเปลี่ยนไป คุณภาพลดลง นอกจากนี้การขนส่งผลผลิตไปในระยะทางไกลๆ ก็อาจพบปัญหาผลผลิตเน่าเสียได้ด้วย

ด้วยปัญหานี้เองจึงได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โดยการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตสด เพื่อลดความเสียหายอันเนื่องมาจากการเก็บรักษาและการขนส่ง และยังช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านการขนส่ง เพราะหากต้องการขนส่งไปยังระยะทางไกลๆ จากเดิมที่ต้องขนส่งทางเครื่องบินซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง ก็สามารถเปลี่ยนไปใช้การขนส่งทางเรือหรือทางรถยนต์แทนได้ โดยผลผลิตมิได้สูญเสียคุณภาพแต่อย่างใด โดยการวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การก็บรักษาผลผลิตสดของหน่อไม้ไผ่ตง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มการบริโภคสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการทำ Precooling ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระดับอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการทำ Precooling ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด
3. ค้นหาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ที่เหมาะต่อการยืดอายุการเก็บรักษา และการส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

หน่อไม้ไผ่ตง เป็นไม้ไผ่ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาปลูกในประเทศไทยนานแล้ว และเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่เกษตรกรปลูกพืชสวน หน่อไม้ไผ่ตงเป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคเช่นเดียวกับหน่อไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายหลายชนิด มีคุณลักษณะพิเศษกว่าหน่อไม้ของไผ่ชนิดอื่น คือมีรสชาติดี ไม่ขมหรือเฝื่อน จึงมีผู้นิยมใช้หน่อไม้ไผ่ตงประกอบอาหาร ปัจจุบันหน่อไม้ไผ่ตงยังเป็นสินค้าแปรรูปส่งออกที่สามารถนำเงินตราเข้าประเทศได้มากชนิดหนึ่งเนื่องจากหน่อไม้ไผ่ตงเป็นไม้โตเร็ว สามารถขึ้นได้ในสภาพดินเกือบจะทุกชนิด ดังนั้นจึงมีเกษตรกรหันมานิยมปลูกกันทั่วไปในทุกพื้นที่ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรทางภาคตะวันออก ในแถบจังหวัดปราจีนบุรีและนครนายก ซึ่งได้มีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปในหลายจังหวัด

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**

หน่อไม้ไผ่ตง เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ GRAMINEAE มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dendro calamus asper Baker.* ไผ่เป็นพืชที่มีอยู่มากในประเทศจีน ไผ่ที่รู้จักกันในโลกมีอยู่จำนวน 1,250 ชนิด เฉพาะในประเทศไทยมีไผ่ประมาณ 44 ชนิด ไผ่ตงเป็นไม้ไผ่ชนิดหนึ่งที่มีชื่อสามัญว่า Sweet bamboo และเป็นไผ่ที่นิยมนำมาปลูกกันมากในปนะเทศไทย โดยมีชาวจีนนำเข้ามาปลูกเมื่อราว 70-80 ปีมาแล้วโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ของจังหวัดปราจีนบุรี

ไผ่ตง บางท้องที่เรียกว่า ไผ่บ้าน หรือไผ่หวาน เป็นไม้ร่วมสกุลกับไผ่ซางหรือไม้ซาง ลักษณะของไผ่ตงมีลักษณะลำใหญ่และสูง ปล้องยาวไม่มีหนาม ขณะที่เป็นลำต้นอ่อนมีขนสีน้ำตาลคลุมต้น พอมีอายุขนสีน้ำตาลจะหลุดไปและมีลำต้นสีเขียว

**ต้น** ลักษณะต้นมีสีเขียวเข้ม สูงราว 5-10 เมตร มีขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-12 เซนติเมตร ปล้องจะยาวประมาณ 20-40 เซนติเมตร บริเวณข้อปล้องจะนูนหรือโปนออกมาเล็กน้อย ไม่มีร่องตามีแขนงที่แตกออกมาประมาณ 5-10 กิ่ง มีกาบหุ้มต้นเป็นขนหยาบสีน้ำตาลออกดำ ยอดกาบจะเรียวแหลม

**ใบ** มีรูปใบคล้ายหอกปลายเรียวแหลม โคนใบจะมนและมีขนยาวจนสากมือ ด้านหลังใบจะนิ่ม เพราะมีขนสั้นๆขึ้นหนาแน่น

**หน่อ** มีลักษณะเป็นรูปกรวยสีน้ำตาลดำหุ้มหน่อโดยทั่วไป น้ำหนักแต่ละหน่อมีประมาณ 1-2 กิโลกรัม กาบสีน้ำตาลปนดำ จะหุ้มสลับกันทั้ง 2 ข้าง เนื้อภายในของหน่อไม้ชนิดนี้จะมีสีขาวอมเหลือง เนื้อค่อนข้างละเอียด มีรสหวานและขื่นนิดหน่อย แต่เมื่อนำไปต้มความขื่นจะหายไป จึงเป็นหน่อไม้ที่เหมาะสำหรับการปรุงอาหารอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พันธุ์หน่อไม้ไผ่ตง**

1. ไผ่ตงดำ มีลักษณะกาบหน่อเป็นสีน้ำตาลปนดำ เนื้อภายในเป็นสีขาวละเอียดไม่มีเสี้ยน ส่วนใหญ่การออกหน่อของไผ่ตงดำจะออกในฤดูฝน หน่อไม้ไผ่ตงดำจะมีรสหวาน ซึ่งคนทั่วไปจะเรียกว่า หน่อไม้หวานหรือตงหวาน

2. ไผ่ตงเขียว เป็นหน่อไม้ไผ่ตงขนาดปานกลางลำต้นเตี้ย สีของลำต้นเขียวกว่าหน่อไม้ไผ่ตงดำ สีของกาบดำสนิทมีขนหยาบ เนื้อภายในเป็นสีขาวอมเหลือง ลักษณะค่อนข้างหยาบเล็กน้อย มีรสหวานอมขื่น ไม่หวานจืดเหมือนไผ่ตงดำ

3. ไผ่ตงลาย เป็นหน่อไม้ไผ่ตงที่เกิดจากไผ่ตงที่ปลูกในดินขาดสารอาหาร และถูกแมลงรบกวน มีลักษณะหน่อเป็นลายปนเทาแทรกน้ำตาลปนเข้ม

4. ไผ่ตงหนู เป็นไผ่ตงที่มีลำต้นขนาดเล็กกว่าไผ่ตงพันธุ์อื่นๆ มีลักษณะคล้ายไผ่ตงดำ แต่เล็กกว่า เนื่องจากไผ่ตงหนูเป็นพันธุ์ชนิดเล็ก ซึ่งสามารถปลูกได้มากในพื้นที่เท่ากัน อย่างไรก็ตามไผ่ตงหนูก็ไม่ค่อยจะมีผู้นิยมปลูก เพราะให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ

**การขยายพันธุ์หน่อไม้ไผ่ตง**

การขยายพันธุ์หน่อไม้ไผ่ตง สามารถทำได้ทั้งแบบอาศัยเพศ หมายถึง การการใช้เมล็ดขยายพันธุ์ ซึ่งในความเป็นจริงเมล็ดไผ่ตงส่วนใหญ่ไม่ค่อยจะสมบูรณ์มีเปอร์เซ็นต์งอกต่ำ และใช้เวลานานกว่าการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ หมายถึง การใช้เหง้าหรือการลำและกิ่งแขนงเพาะชำซึ่งจะได้ผลดีและรวดเร็วกว่า

1.การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์แบบใช้เมล็ด โดยการเก็บเมล็ดไผ่จากต้นมาเพาะเลี้ยงในแปลงเพาะไผ่ ซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยาก เพราะ ไผ่ส่วนมากออกดอกเพียงครั้งเดียวแล้วก็จะตายทั้งกอ เรียกว่า การตายขุย ดังนั้นเกษตรกรจะต้องเตรียมการเพาะชำไผ่ด้วยเมล็ดดังนี้

-ควรเลือกดินเพาะชำไผ่ให้มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งสามารถระบายน้ำได้ดี

-ให้ดินมีลักษณะความเป็นกรดเล็กน้อยและมีความสมบูรณ์

-ควรยกแปลงที่จะเพาะชำให้สูงจากระดับดินทั่วไปเล็กน้อย และให้มีความกว้างราว 1 เมตร และมีระยะห่างกันเล็กน้อย

-ก่อนหว่านเมล็ดไผ่ลงแปลง ควรพรวนดินให้โปร่ง และใส่ปุ๋ยคอกพร้อมรดน้ำให้ชุ่ม

-นำเมล็ดไผ่ที่เก็บได้มาเก็บเศษผงให้สะอาด นำไปตากให้แห้ง ก่อนนำมาโรยตามร่องเป็นแถวบนแปลงปลูก ให้โรยโดยสม่ำเสมอ แล้วจึงใช้ดินทรายกลบลงบางๆ จนทั่ว แล้วคลุมด้วยฟาง

-แปลงเพาะเมล็ดไม่ควรอยู่กลางแดดจ้า ควรให้มีแสงส่องลอดผ่านบ้างเล็กน้อย เช่น ใช้วัสดุบังแดดในตอนเช้า แต่ให้แสงแดดเต็มที่ในตอนเย็นเมื่อต้นกล้าไผ่งอกขึ้นมา

-รักษาความชื้นของดินในแปลงเพาะเมล็ดให้มีความชื้นสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-กำจัดวัชพืช และดูแลแปลงเพาะไผ่ตลอดเวลาเป็นระยะ เช่น พรวนดินใส่ปุ๋ยคอกเล็กน้อย หลังจากต้นกล้าไผ่ออดมาได้ประมาณ 1 สัปดาห์ด้วยเป็นต้น

2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

เป็นวิธีการขยายพันธุ์ไผ่ด้วยวิธีการนำส่วนต่างๆดังนี้

1. การปักกิ่งชำ

2 .การตอนกิ่งแขนง

3. การขยายพันธุ์ด้วยเหง้า

4.การขยายพันธุ์โดยการใช้ลำไผ่

5.การขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

**แมลงและศัตรูพืช**

ไผ่ตงเป็นพืชที่ไม่มีปัญหามากนักในเรื่องโรคและแมลง แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกควรหาทางป้องกันจำพวกเชื้อราและแมลง ซึ่งมักจะเข้าไปกัดกินกาบและหน่ออ่อน เช่น หนอน ด้วงชนิดต่างๆ หรือไม่ก็เป็นพวกหนอนผีเสื้อกลางคืน เป็นต้น

การป้องกันและควบคุมแมลงเหล่านี้ โดยการใช้สารปราบศัตรูพืชผสมน้ำราดไปตามหน่อและเหง้า หรือไม่ก็ทำการตัดลิดกิ่งแขนงตามลำต้นของไผ่ ก็จะสามารถลดจำนวนแมลงลงได้ การทำความสะอาดพื้นที่บริเวณปลูก ก็มีส่วนทำให้สามารถกำจัดแมลงต่างๆ ได้อีกทางหนึ่ง

**การดูแลรักษา**

การให้น้ำ ในพื้นที่ปลูกควรจะมีแหล่งน้ำ หรืออยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้รดต้นไผ่แต่ละกอให้เปียกชุ่ม รักษาความชื้นในดินเอาไว้ โดยจะผ่านการดูดซับจากฟางหรือหญ้าคลุมโคนต้น ดังนั้นเมื่อไผ่ตงโตขึ้นจึงผ่อนการให้น้ำลดลงเป็นสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง

การให้ปุ๋ย หลังจากปลูกไผ่ในระยะแรก เกษตรกรยังไม่ต้องให้ปุ๋ยทันทีเพราะ แต่ละหลุมที่ขุดปลูกไผ่ก็มีปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ผสมลงไปก่อนแล้ว ดังนั้นในระยะช่วงแรกๆ จึงไม่ต้องกังวลเรื่องปุ๋ยมากนัก

**การเก็บเกี่ยวผลผลิต**

เมื่อไผ่ตงมีอายุประมาณ 3 ปี เกษตรกรผู้ปลูกก็สามารถที่จะเลือกตัดหน่อไม้ไผ่ตงได้ตลอดทั้งปี แต่ในปัจจุบันไผ่ตงอายุ 1 ปี ก็สามารถที่จะตัดหน่อได้แล้ว และจะตัดหน่อไปได้เรื่อยๆ ทุก 3-4 วัน ซึ่งในกรณีที่ไผ่ตงได้รับการดูแลรักษาดีก็จะออกหน่อให้ตัดได้แทบทุกวันเลยทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดหน่อไม้ไผ่ตง ผู้ตัดต้องมีความรู้ความชำนาญในการตัดพอสมควร โดยใช้เสียมหางปลาขนาด 4 นิ้ว สอดแทงลงไปบริเวณโคนหน่อที่ไม่อ่อนไม่แก่เกินไป การตัดหน่อไม้เกษตรกรจะเริ่มตัดในตอนเช้า ทั้งนี้เพื่อที่จะได้หน่อสดส่งตลาดทัน หากทิ้งไว้นานอาจทำให้รสชาติไม่ดีพอ การตัดหน่อไม้ไผ่ตงควรเลือกตัดเอาเฉพาะหน่อที่อวบใหญ่ โดยเริ่มจากกลางกอออกมาบริเวณริมกอ

หน่อไม้ไผ่ตงที่มีอายุ 3 ปีขึ้นไป ยิ่งจะมีหน่อไม้ไผ่ตงแตกออกมากขึ้นไปด้วย เช่นจากอายุกอไม้ไผ่ตง 3 ปี จะให้ผลผลิตประมาณ 8-10 หน่อต่อกอ แต่ถ้ากอไม้ไผ่ตงมีอายุ 5 ปี จะให้ผลผลิตประมาณ 30-35 หน่อต่อกอ (ยุพยงษ์, 2546)

**การเก็บรักษา**

การเก็บรักษาผักและผลไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะเก็บรักษาผลิตผลให้อยู่ในสภาพปกติได้นานที่สุด นิยมทำการเก็บรักษาเมื่อมีผลผลิตล้นตลาดหรือมีมากเกินความต้องการ การเก็บรักษาไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งสามารถช่วยควบคุมราคาผลิตผลในตลาดไม่ให้ลดต่ำลงมาก การเก็บรักษาที่ดีจะต้องพยายามรักษาความสดของผักและผลไม้ให้คงอยู่ได้นานที่สุดด้วย นอกจากนั้นการเก็บรักษาผลิตผลบางชนิดชั่วระยะเวลาหนึ่งจะช่วยทำให้ผลิตผลมีคุณภาพดีขึ้นด้วย เช่น มันเทศ เมื่อเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งจะมีความหวานเพิ่มขึ้น เป็นต้น

1.การเก็บรักษาที่ดีจะมีผลต่อสรีรวิทยาของผลิตผลหลายประการ ได้แก่

1.1 ช่วยควบคุมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของของส่วนที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ผักหรือผลไม้บางชนิด ถึงแม้ว่าจะเก็บรักษาที่ดีจะควบคุมหรือหยุดยั้งการเจริญเติบโตไม่ให้เกิดขึ้น ดั้งนั้นจะต้องเก็บรักษาในสภาพที่เหมาะสม

1.2 ช่วยควบคุมการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ผักและผลไม้จะมีอัตราการคายน้ำได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษา

1.3 ช่วยควบคุมอัตราการหายใจให้ช้าลง การลดอัตราการหายใจของผักและผลไม้ให้ช้าลงมีผลทำให้เมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลเกิดช้าลงด้วย ซึ่งการควบคุมดังกล่าวทำได้โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง และเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของบรรยากาศให้มีออกซิเจนน้อยลง พืชแต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกัน เช่น ถั่วแขกมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลมะเขือเทศประมาณ 10 เท่า และเน่าเสียได้เร็วกว่าผลมะเขือเทศ ส่วนผักคะน้า ผักกาดหอมห่อและข้าวโพดหวานมีอัตราการหายใจสูงและมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าหอมหัวใหญ่และมันฝรั่งซึ่งมีอัตราการหายใจค่อนข้างต่ำ

1.4 ช่วยควบคุมและยับยั้งอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ให้หยุดชะงักหรือเจริญได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเก็บรักษาผลิตผลนั้น คุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีหรือไม่ดีและจะเก็บรักษาได้ระยะเวลาสั้นหรือนานขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆได้แก่

1. ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง สภาพแวดล้อม และการเขตกรรมก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตผล

2. ความแก่-อ่อนของผักหรือผลไม้ขณะจัดออกจากต้น ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุน้อยเกินไปหรือแก่เกินไปจะเน่าเสียได้ง่าย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นาน ดังนั้นต้องเก็บเกี่ยวในกระยะที่มีความแก่-อ่อนเหมาะสม

3.พันธุ์ที่ใช้ ผลิตผลแต่ละพันธุ์จะมีคุณภาพในการเก็บรักษาแตกต่างกัน ดังนั้นควรคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม หรือมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสำหรับผลิตผลแต่ละพันธุ์

4.คุณภาพของผลิตผลที่นำมาเก็บรักษา จะต้องคัดเลือกเอาเฉพาะที่มีคุณภาพดีไม่มีรอยแผล แตก ช้ำ หรือเน่า ถ้ามีรอยแผลหรือมีส่วนเน่าเสียปนอยู่เพียงเล็กน้อยทำให้จุลินทรีย์สามารถเข้าทำลายผลิตผลได้ง่าย ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียมากขึ้นในภายหลัง นอกจากนั้นผลิตผลที่มีแสงยังมีอัตราการคายน้ำและอัตราการหายใจสูง

5.การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยลดอุณหภูมิของผลิตผลให้ต่ำลง มีผลทำให้อัตราการหายใจและเมแทบอลิซึมเกิดช้าลง ผลิตผลจะเก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนั้นการลดความร้อนก่อนนำผลิตผลมาเก็บรักษาจะช่วยลดการทำงานของห้องเย็นลงด้วย ดังนั้นเมื่อเก็บเกี่ยวผลิตผลมาแล้วต้องรีบนำมาเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นโดยเร็วที่สุด

6. ความสะอาดของผลิตผล ผลิตผลที่จะนำมาเก็บรักษาต้องสะอาด เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลิตผลให้มีน้อยที่สุด เพื่อเก็บรักษาผลิตผลไว้ได้นาน (จริงแท้,2546)

**การทำให้เย็น**

พืชผักเป็นสิ่งมีชีวิต ขบวนการที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เช่น การใช้พลังงาน จะดำเนินต่อไปหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชผักซึ่งเป็นพืชที่เน่าเสียง่าย เนื่องจากเป็นพืชอวบน้ำ ประกอบด้วย น้ำถึงร้อยละ 80-95 โดยระหว่างการเก็บเกี่ยว พืชจะสะสมความร้อนที่ได้รับในแปลงปลูก เรียกว่า ความร้อนแฝง (field heat) ซึ่งจะทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำ และการหายใจสูง ทำให้สูญเสียน้ำ เหี่ยวและเน่าเร็ว จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิหรือกำจัดความร้อนแฝง (precooling) ในพืชอย่างรวดเร็ว ก่อนเก็บรักษาและขนส่ง เพื่อชะลออัตราการคายน้ำยืดอายุให้ผลผลิต (นิพนธ์, 2548)

การทำให้เย็น (cooling) คือการดึงเอาความร้อนจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกไป โดยอาศัยตัวกลางเป็นตัวนำ และ/หรือนำพาความร้อนออกไป ซึ่งการทำให้เย็นลงนี้มีศัพท์เฉพาะเรียกกันว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"precooling" หมายถึงการทำให้เย็นลงก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นนั่นเอง (จริงแท้, 2546) โดยวิธีการที่ทำให้เย็นมีดังนี้

1. การทำให้เย็นโดยการใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)

เป็นวิธีการที่เห็นกันอยู่โดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ตู้เย็น สิ่งของต่างๆที่เก็บในตู้เย็นจะถูกทำให้เย็นลง โดยการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางคือ อากาศ สำหรับการทำให้เย็นลงโดยตู้เย็นนั้นต่างจากห้องเย็น เพราะในตู้เย็นส่วนใหญ่จะมีการหมุนเวียนของอากาศค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะในช่องเก็บผักผลไม้ด้านล่าง การทำให้เย็นเกิดขึ้นโดยการนำ (conduction) เป็นส่วนใหญ่ แต่ในห้องเย็นจะมีพัดลมเป่าให้อากาศหมุนเวียน ทำให้มีความสามารถในการทำให้เย็นสูงกว่ามาก เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเกิดได้ทั้งการนำและการพา (conduction และ convection) ซึ่งวิธีการทำให้เย็นโดยใช้ลมนี้ แบ่งได้เป็นอีกหลายแบบ คือ

1.1) room cooling คือการใช้ห้องเย็นเป็นห้องสำหรับใช้ลดอุณหภูมิของผักและผลไม้โดยตรง โดยไม่ต้องมีกรรมวิธีพิเศษ นอกจากนำผักและผลไม้ไปไว้ วิธีนี้ความเร็วในการลดอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เพราะอากาศเย็นไหลเวียนรอบๆภาชนะบรรจุเท่านั้น การเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ (70-130 เมตร/นาที) หรือการปรับช่องที่ลมออกมาจากเครื่องทำความเย็นให้ตรงกับตำแหน่งของภาชนะบรรจุผักและผลไม้ให้มากที่สุดจะช่วยให้ลดอุณหภูมิได้เร็วขึ้น ในการทำให้เย็นในห้องเย็นนี้ ภาชนะบรรจุควรมีช่องระบายอากาศเพื่อให้เวลาของการทำให้เย็นสั้นลง โดยปกติถ้าพื้นที่ของช่องระบายอากาศน้อยกว่า 2% ก็จะไม่ได้ประโยชน์มากไปกว่าภาชนะปิด ถ้าช่องระบายอากาศมีพื้นที่ถึง 5% จะช่วยลดเวลาของการทำให้เย็นลงไป 25% ในขณะที่ความแข็งแรงของภาชนะบรรจุลดลงเพียง 2-3%

1.2) forced-air cooling เป็นวิธีการที่ทำให้ลมผ่านไปยังผักและผลไม้อย่างทั่วถึงกันในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งอาทำได้โดยสร้างห้องเย็นสำหรับทำการนี้โดยเฉพาะ หรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลผลิตที่บรรจุกล่องเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำเข้าห้องเย็นเป็น 2 แถว ชิดฝาผนัง เว้นที่ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก ใช้ผ้าใบปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลผลิตเพื่อมิให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรง แต่จะต้องผ่านผักและผลไม้ก่อน วิธีนี้สามารถทำให้ผักและผลไม้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียง 1/4 ถึง 1/10 ของเวลาที่ใช้ในแบบ room cooling ขึ้นอยู่กับความเร็วของลมและชนิดของผลผลิต วิธีนี้เหมาะสำหรับผลผลิตที่บอบบางใช้น้ำในการททำให้เย็นไม่ได้ เช่น เห็ด สตรอเบอร์รี หรือผลผลิตที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว

2. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (hydrocooling)

เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงสามารถใช้เป็นตัวกลางในการทำให้ผลผลิตเย็นลงได้ดีกว่าการใช้อากาศ ประสิทธิภาพของการทำให้เย็นโดยใช้น้ำเช่นเดียวกับอากาศ นั่นก็คือต้องขึ้นอยู่กับการสัมผัสระหว่างผลผลิตกับน้ำต้องให้มากที่สุด และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำจะต้องเย็นเท่าที่จะเย็นได้ โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียกับผลผลิต ในทางปฏิบัติทำได้หลายวิธีด้วยกัน อย่างง่ายที่สุดได้แก่ การจุ่มยก หรืออาจทำได้โดยการผ่านผลผลิตไปตามสายพานและจัดให้มีน้ำเย็นไหลผ่านลงข้อสำคัญคือ การไหลเวียนของน้ำต้องมากพอที่จะสัมผัสกับผลผลิตได้อย่างงทั่วถึง และสามารถรักษาอุณหภูมิของน้ำได้ค่อนข้างคงที่

3. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำแข็ง (ice cooling)

การใช้น้ำแข็งบดเป็นก้อนเล็กๆ เพื่อทำให้ผลผลิตเย็นลงโดยตรง เป็นวิธีที่ใช้กันมานานและยังคงใช้กันอยู่โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำความเย็น การใช้น้ำแข็งนี้จะสามารถลดความเย็นได้อย่างรวดเร็ว เพราะแต่ละกรัมของน้ำแข็งเมื่อละลายเป็นน้ำ จะสามารถดูดความร้อนออกจากผลผลิตได้ถึง 80 cal แต่ในทางปฏิบัติแล้วประสิทธิภาพในการทำให้ผลผลิตเย็นลงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำแข็งไม่สามารถเข้าสัมผัสผลผลิตได้อย่างทั่วถึง เพราะไม่ใช่ของไหล (fluid) นอกจากนั้นเมื่อน้ำแข็งเริ่มละลายไป มักเกิดช่องว่างขึ้นระหว่างผลผลิตกับน้ำแข็งที่ยังเหลืออยู่ ช่องว่างนี้จะกลายเป็นสิ่งขัดขวางการถ่ายเทความร้อนระหว่างผลผลิตกับน้ำแข็ง ทำให้อุณหภูมิลดลงได้ช้า

4. การทำให้เย็นโดยอาศัยการระเหยของน้ำ (evaporation cooling)

วิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก เพราะไม่ต้องใช้พลังงาน แต่มีข้อจำกัดว่าไม่สามารถลดอุณหภูมิได้มากและเร็วตามต้องการ โดยใช้ได้ผลดีในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ ในการปฏิบัติผักและผลไม้จะถูกนำไปไว้ในห้อง ภาชนะ หรืออุโมงค์ที่สร้างขึ้น โดยจัดให้มีน้ำไหลผ่านผนังทั้งด้านบนและด้านล่าง เมื่อน้ำระเหยออกไป เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผลผลิตมายังผนังห้องและน้ำ ทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิลดลงได้พอสมควร อาจเรียกวิธีการนี้อีกอย่างหนึ่งว่า “passive cooling”

5. การทำให้เย็นโดยใช้สุญญากาศ (vacumm cooling)

เป็นการทำให้เย็นในสภาพที่มีความดันต่ำ โดยการดูดเอาอากาศออกไปจากห้องลดอุณหภูมิ ซึ่งต้องมีความแข็งแรงมาก ในสภาพเช่นนี้จุดเดือดของน้ำจะลดต่ำลงใกล้ 0 องศาเซลเซียส ตามความดันบรรยากาศที่ลดลง น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอออกไปได้ง่าย โดยใช้ความร้อนจากผลผลิตนั่นเอง ทำให้อุณหภูมิของผลผลิตลดต่ำลง ดังนั้นผลผลิตที่มีพื้นที่ผิวมาก เช่น พวกผักรับประทานใบ สามารถคายความร้อนออกไปได้มากด้วย ส่วนผลผลิตที่มีลักษณะเป็นผลหรือหัว มีพื้นที่ผิวน้อย เช่น มะเขือเทศ และมันฝรั่ง วิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลนัก เพราะพื้นที่ที่จะให้มีการเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นไอมีน้อย อย่างไรก็ตามในผลผลิตที่มีพื้นที่ผิวมาก หากมีการสูญเสียน้ำไปมากจะมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว มีคุณภาพต่ำลง (จริงแท้, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเลือกวิธีการทำให้เย็น**

การทำให้ผลผลิตเย็นลงสามารถทำได้หลายวิธี แต่จะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างคือ

1. ความบอบบางหรือความทนทานต่อการกระทบกระเทือนของผลผลิต เช่น สตรอเบอร์รีที่มีผิวบางและอ่อนนุ่ม ย่อมไม่สามารถใช้วิธี hydrocooling ได้ เพราะจะทำให้ผลช้ำเสียหาย และน้ำที่หลงเหลืออยู่บนผิวก็จะทำให้เกิดเชื้อราได้ง่ายอีกด้วย

2. ภาชนะสำหรับบรรจุผลผลิตที่จะใช้วิธี forced-air cooling ต้องมีช่องระบายอากาศที่เพียงพอ ส่วนภาชนะบรรจุสำหรับ hydrocooling ต้องเป็นภาชนะที่ทนน้ำได้ ไม่เสียรูปทรงเมื่อถูกน้ำ

3. ความเร็วในการจัดการตลาด เวลาที่ใช้ในการจัดการผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวจนถึงมือผู้บริโภค เป็นสิ่งกำหนดวิธีการทำให้เย็นอย่างหนึ่ง เช่น ถ้าใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงก็สามารถขนส่งผลผลิตถึงมือผู้บริโภคและคุณภาพของผลผลิตยังไม่ทันเปลี่ยนแปลง ก็อาจไม่จำเป็นต้องทำให้เย็นเลย ในทางกลับกันถ้าเวลาในการขนส่งยาวนานและช่วงเวลาก่อนการขนส่งมีน้อยมาก ก็จำเป็นต้องเลือกวิธีที่ใช้เวลาในการทำให้เย็นสั้นที่สุด

4. ราคาผลผลิต เพราะเป็นวิธีทำให้เย็นจะดีเพียงใดก็ไม่อาจนำมาปฏิบัติได้ หากทำให้ต้นทุนการผลผลิตสูงขึ้น จนไม่คุ้มกับการลงทุน

**การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**

การควบคุมอุณหภูมิที่ทำให้ผลไม้สุกมีคุณภาพดีอยู่ในช่วงแคบ อุณหภูมิที่ต่ำมากๆเหนือจุดเยือกแข็งจะทำให้ผลไม้จากเขตร้อนและกึ่งร้อนได้รับอันตรายจาก chilling injury และอุณหภูมิที่ผลไม้ส่วนมากสุกและมีคุณภาพที่อยู่ที่อุณหภูมิ20 องศาเซลเซียส(สายชล ม 2528) ซึ่งอาการของ chilling มักจะรุนแรงขึ้นเมื่อย้ายผลิตผลไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่า( Morris , 1982 ) นอกจากวิธีการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาแล้ว การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง( modified atmosphere storage ; MA storage ) คือสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซ$CO_2$ เพิ่มขึ้นและมีปริมาณก๊าซ $O_2$ ลดต่ำลง จึงเป็นวิธีการที่อาจมีความเหมาะสม ต่อการขนส่ง และในขณะที่วางขาย มากกว่าวิธีการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพบรรยากาศ ( control atmosphere storage ;CA storage ) เป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูงมากและไม่เหมาะสมต่อการขนส่งและก่อนการวางขาย ในการเก็บรักษาโดยวิธีแบบ MA storage นี้น่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษาของมันฝรั่งหั่นมากกว่าวิธีอื่น (จริงแท้,2541)

การเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างจากบรรยากาศปกติ คือในบรรยากาศปกตินั้นจะประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจน 78.08 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 20.95 เปอเซ็นต์และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมสภาพของบรรยากาศจะทำให้การลดปริมาณของ $O_2$ ให้น้อยลงและเพิ่มปริมาณของ $CO_2$ ให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีผลต่อการหายใจของการผลิตผลลดลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของก๊าซเอทธิลีน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลให้นานขึ้น ( ดนัย และนิธิยา 2535 )

การเก็บรักษาผลิตผลภายในถุงพลาสติกปิดสนิท เป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยทำให้ $O_2$ 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 จะทำให้สามารถชะลอการสุกของผลผลิตได้ (สายชล, 2533)

**บทบาทที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์**

ในบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ แต่ภายในผลไม้อาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปริมาณถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ อัตราการผ่านเข้าออกของก๊าซ และองค์ประกอบของบรรยากาศภายนอก ในกรณีที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงมาก จะมีบทบาทที่สำคัญคือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช

โดยที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะไปยับยั้งปฏิกิริยา decarboxylation ต่างๆในกระบวนการการหายใจ เท่าที่มีการศึกษาพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ succinic dehydrogenase ใน Kreb's cycle ทำให้กระบวนการหายใจปกติดำเนินต่อไปไม่ได้ นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทธิลีนด้วย โดยเชื่อว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไปแย่งที่ active site ของเอทธิลีน (จริงแท้, 2541)

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด

จึงเรียกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าเป็น bacteriostatic fungistatic agent คือจะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นมิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี โดยจะทำให้ช่วงเวลาของการเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว (lag phase) เพิ่มขึ้น เป็นผลให้การแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปได้อย่างช้ายิ่งขึ้น ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะเพิ่มมากยิ่งขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง หรือเมื่อความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น

3. สามารถละลายได้ดีในน้ำและไขมัน

และการละลายนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลงดัง สังเกตได้จากการยุบตัวของภาชนะบรรจุเนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันภายบรรยากาศ นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอจะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในผลิตภัณฑ์อาหารได้ จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าคาร์บอนไดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซด์ ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์ของอาหารที่จะบรรจุ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีผลโดยตรงกับก๊าซเอทธิลีน โดยมีผลยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของก๊าซเอทธิลีน ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับก๊าซเอทธิลีน แต่ไม่อาจกระตุ้นให้ผลไม้สุกได้ เนื่องจากขาดคุณสมบัติบางประการ ที่จะเข้าทำหน้าที่แทนก๊าซเอทธิลีน ดังนั้นจึงมีผลยับยั้งก๊าซเอทธิลีนในขณะที่เข้าไปแก่งแย่งกับก๊าซเอทธิลีน ทำให้ก๊าซเอทธิลีนเข้าไปกระตุ้นการสุกไม่ได้ การใส่ผลไม้ในภาชนะปิดสนิท จะทำให้มีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจจนกระทั่งสูงพอที่จะยับยั้งการสุกได้ แต่ถ้าผลไม้อยู่ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นเวลานาน จะเกิดผลเสียขึ้น เช่นรสชาติของผลไม้เปลี่ยนไป เนื่องจากเกิดการหายใจโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน (จิรา, 2531)

ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะช่วยลดความอ่อนแอของผลผลิตต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด (คนัยและนิธิยา, 2535)

**บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน**

ในบรรยากาศมีก๊าซออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณก๊าซออกซิเจนนี้จะมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทธิลีนและกระบวนการ oxidation อื่นๆ เช่น การ oxidize สารประกอบ phenol จนได้สารสี (pigment) สีน้ำตาล (จริงแท้, 2541) ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนระหว่าง 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถชะลอการสุกแก่ของผลไม้ได้หลายชนิด ซึ่งบทบาทของก๊าซออกซิเจนในการยับยั้งการสุกของผลไม้ ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำจะลดลง แต่ก๊าซออกซิเจนมีบทบาทโดยตรงกับการสุกแก่ของผลไม้ (สายชล, 2528)

การหมัก (fermentation) เกิดขึ้นได้จากการหายใจโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน ซึ่งสังเกตได้จากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่สะสมขึ้น มีอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้น เมื่อปริมาณก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศต่ำลงมาก ผลผลิตอาจเสียหายได้ การควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ได้ตามระดับที่ต้องการนั้น อาจทำได้โดยการปล่อยให้ผลผลิตหายใจ ใช้ก๊าซออกซิเจนจนลดลงอยู่ในระดับที่ต้องการก่อน เมื่อได้ก๊าซออกซิเจนที่ต้องการแล้ว ปริมาณก๊าซออกซิเจนจะลดลงอีกครั้ง ดังนั้นจะต้องคอยวัดและเพิ่มเติมก๊าซออกซิเจนจากภายนอก โดยใช้ก๊าซออกซิเจนจากถังก๊าซหรือใช้วิธีดูดก๊าซเนื่องจากผลผลิตมีการหายใจ (จริงแท้, 2541)

การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ก๊าซออกซิเจนสามารถเร่งให้เกิดการสูญเสียกรด ascorbic เร็วขึ้น ก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 20 การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จะลดลงไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 2 หรือต่ำ กว่าจึงจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลผลิตหลายชนิดไม่อาจทนได้ เพราะออกซิเจนต่ำจะ ไปขัดขวางการสร้าง periderm ในขบวนการการสมานแผลของพืช

ปริมาณของก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของก๊าซออกซิเจนให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนในอากาศลง มีผลต่อการสุกของผลไม้ช้าลง เพราะอัตราการหายใจและเมทาบอลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง ชะลออัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ให้ช้าลง การสังเคราะห์เอทธิลีนน้อยลง และความไวของผลไม้ต่อการทำงานของเอทธิลีนให้ช้าลงด้วยปริมาณออกซิเจนต่ำสุด ที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญของผลไม้

**บทบาทที่สำคัญของเอทธิลีน**

เอทธิลีน (Ethylene) เป็นสารอินทรีย์ที่มีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย จัดเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) มีสูตรโครงสร้างคือ $C_2H_4$ ($CH_2$=$CH_2$) ติดไฟและเกิดระเบิดได้ในช่วงความเข้มข้น 3.2-32% (จริงแท้, 2541) เอทธิลีนจัดเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งต่างจากฮอร์โมนพืชชนิดอื่นๆ เพราะมีสถานะเป็นก๊าซ การสังเคราะห์เอทธิลีนสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกเซลล์ แต่ตำแหน่งในการสังเคราะห์ยังไม่เป็นที่แน่ชัด เชื่อกันว่าการสังเคราะห์เกิดขึ้นในแวคิวโอล มีอิทธิพลต่อการเจริญและการพัฒนาการของพืชมากมาย ได้แก่ การพักตัว การร่วง การชรา การออกดอก การตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ และที่มีอิทธิพลต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว คือ การสุกของผลผลิต (สังคม, 2536) เนื่องจากเอทธิลีนเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นภายในผลไม้ขณะที่ผลกำลังสุกและเป็นฮอร์โมนพืชที่การะตุ้นให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น เอทธิลีนจึงได้ชื่อว่า ripening hormone หรือ ripening gas ส่วนอัตราการสร้างก๊าซเอทธิลีนจะมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ (จิรา, 2532) ผลไม้ประเภท climacteric จะมีการผลิตและมีความเข้มข้นของเอทธิลีนภายในผลในระหว่างการเจริญเติบโตต่ำจนกระทั่งผลไม้เริ่มสุกการผลิตเอทธิลีนจึงเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว ความเข้มข้นภายในก็สูงขึ้นด้วย ส่วนผลไม้ประเภท non-climacteric นั้นอัตราการผลิตและความเข้มข้นภายในจะต่ำอยู่ตลอดการพัฒนาและการเจริญเติบโต (จริงแท้, 2541)

การผลผลิตและการทำงานของเอทธิลีนขึ้นอยู่กับอิทธิพลและปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดหรือพันธุ์ อายุทางสรีรวิทยาเมื่อเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ปริมาณเอทธิลีนในบรรยากาศ ปริมาณไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ความเครียดต่างๆ ฮอร์โมนพืช และสารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทธิลีน (จริงแท้, 2541)

โดยทั่วไปแล้วอัตราการผลิตก๊าซเอทธิลีนในระหว่างการเก็บรักษามักจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส และเกิดอาการขาดน้ำ ซึ่งในทางกลับกัน อัตราการผลิตก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอทธิลีนจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำ ปริมาณกาซออกซิเจนน้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ โดยรอบผลผลิต (Kader, 1992)

การสังเคาระห์เอทธิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคาระห์เอทธิลีนเพียงเล็กน้อย จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิค เมทไธโอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีน ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็วและต้องการก๊าซออกซิเจนในการสังเคาระห์ด้วย (ดนัย, 2540)

จริงแท้ (2541) กล่าวว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเอทธิลีน คือ

1. ชนิดหรือพันธุ์ เช่น ทุเรียนพันธุ์ชะนีจะสุกเร็วกว่าพันธุ์หมอนทอง
2. อายุทางสรีรวิทยา เมื่อเก็บเกี่ยว โดยผลที่แก่จะผลิตเอทธิลีนได้มากกว่าผลอ่อน
3. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส จะทำให้สร้างเอทธิลีนมาก แต่หากอุณหภูมิต่ำไปจะเกิด chilling injury (อาการสะท้านหนาว) ได้
4. ปริมาณก๊าซออกซิเจนและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

**บทบาทของเอทธิลีนหลังการเก็บเกี่ยว**

เอทธิลีนมีทั้งประโยชน์และโทษต่อผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ประโยชน์ของเอทธิลีน เช่น ใช้ในการบ่มผลไม้ให้สุกอย่างสม่ำเสมอ ส่วนโทษของเอทธิลีนมีมากมายดังนี้

1. เร่งให้เกิดการสุกในขณะขนส่งหรือระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจได้
2. เร่งการเสื่อมสภาพให้เร็วขึ้น ทำให้ผักใบหรือผักที่มีสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เพราะสูญเสียคลอโรฟิลล์ไปเร็วขึ้น
3. มีผลกระทบต่อรสชาติของผักบางชนิด เช่น แครอท ถ้าได้รับเอทธิลีนในปริมาณที่สูงจะเกิดรสขม เพราะเอทธิลีนจะกระตุ้นให้มีการสร้างสาร isocoumarin ขึ้นมา นอกจากนั้นเอทธิลีนยังทำให้รสชาติของมันเทศเสียไปด้วยเพราะเกิดสาร ipomeamarone ขึ้นมา
4. ผักกาดหอมห่อซึ่งได้รับเอทธิลีนจะมีอาการจุดสีน้ำตาลแดงขึ้นที่ก้านใบ ถ้าหากอาการรุนแรงจะทำให้ก้านใบมีสีน้ำตาลแดง ทั้งนี้เพราะเอทธิลีนไปกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase) ทำให้เกิดสารประกอบฟีนอลมาก
5. เอทธิลีนมีความสำคัญมากต่อสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน โดยเฉพาะสารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการการสุกของผลไม้ จึงเรียกเอทธิลีนว่า ripening gas เอทธิลีนยังทำให้เกิดความผิดปกติแก่ใบผักและดอกไม้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีน**

1. ออกซิเจน การสังเคราะห์เอทธิลีนจะหยุดชะงักในบรรยากาศที่ขาดก๊าซออกซิเจน ทั้งนี้เพราะก๊าซออกซิเจนจำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน 1-aminoclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทธิลีน ปริมาณก๊าซออกซิเจนซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทธิลีนลดลง

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียสอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะลดลง และจะหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ดีการสังเคราะห์เอทธิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้ สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อลดอุณหภูมิลง

**บทบาทที่สำคัญของสารดูดซับเอทธิลีน**

การใช้สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติก สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ ซึ่งสารดูดซับเอทธิลีนที่รู้จักกันดีคือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, $KMnO_4$) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซเอทธิลีน เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, $MnO_2$) และเอทธิลีนไกลคอล (ethylene glycol, $C_6H_6O_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซเอทธิลีนได้อีก (สุชีรา, 2537) วิธีการเตรียมสารดูดซับเอทธิลีน ทำได้โดยเตรียมสารละลายด่างทับทิมอิ่มตัว (ใช้ด่างทับทิมประมาณ 15 กรัม ต่อน้ำอุ่น 100 มล.) แล้วใช้วัสดุที่ใช้เป็นที่เกาะของด่างทับทิม ซึ่งเป็นวัสดุที่มีพื้นที่ผิวมากๆ เช่น ซอล์ก, celite, vermiculite, perlite ฯลฯ จุ่มลงไป ผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ ก็สามารถนำไปใช้ได้ โดยบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรูเล็กๆ วางในภาชนะบรรจุผักและผลไม้ (จริงแท้, 2541)

**การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง**

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง เป็นการเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ โดยจะทำการลดปริมาณก๊าซออกซิเจนให้น้อยลง และเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของก๊าซเอทธิลีน รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ส่งผลให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานขึ้น (สมบุญ, 2544) ซึ่ง modified atmosphere storage (MA-storage) หมายถึง วิธีการเก็บรักษาโดยการลดหรือเพิ่มปริมาณก๊าซให้ต่างจากบรรยากาศปกติ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณก๊าซออกซิเจน และ/หรือการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ประพันธ์, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนน้อย และ/หรือมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติ เรียกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere storage, MA-storage) (จริงแท้, 2541)

Modified atmosphere storage (MA-storage) เป็นวิธีการที่เก็บรักษาผักและผลไม้ในสภาพของบรรยากาศที่ถูกดัดแปลง เช่น การเก็บรักษาผักและผลไม้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงแน่น ปริมาณของออกซิเจนในถุงพลาสติกจะลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปโดยการหายใจของผักและผลไม้ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการหายใจ ปริมาณของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดอกไซด์จะถูกควบคุมโดยคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ ของพลาสติกฟิล์ม ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจและอุณหภูมิขณะนั้น (สายชล, 2528)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม จึงเป็นการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างหนึ่ง ซึ่งการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงจะต้องคำนึงถึง

1. ชนิดของผลผลิต ผลผลิตต่างชนิดกัน จะมีอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆไม่เท่ากัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้ออกซิเจน การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และเอทธิลีนไม่เท่ากันด้วย ซึ่งมีผลต่อสภาพบรรยากาศรอบๆ ผลผลิตภายในภาชนะบรรจุ

2. วัยและความสมบูรณ์ของผลผลิต ผลผลิตที่มีวัยต่างกัน อัตราการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และเมแทบอลิซึมต่างๆ จะไม่เท่ากัน ผลผลิตที่ยังอ่อนอยู่มักมีอัตราดังกล่าวต่ำ ผลไม้ที่ยังไม่สุกจะมีอัตราดังกล่าวต่ำเมื่อเทียบกับผลไม้ที่กำลังสุก ส่งผลให้สภาพบรรยากาศดัดแปลงเกิดขึ้นไม่เหมือนกัน ทั้งๆที่การบรรจุและการเก็บรักษาเป็นแบบเดียวกัน

3. ปริมาณของผลผลิตในภาชนะบรรจุ ในปริมาตรที่เท่ากันถ้ามีผลผลิตอยู่มาก ย่อมใช้ออกซิเจนให้หมดไปและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ให้มากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลผลิตแต่น้อย

4. คุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซต่างๆ ผ่านเข้าออกภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ยอมให้ก๊าซต่างๆ ผ่านเข้าออกได้ง่าย ทำให้องค์ประกอบของก๊าซภายในใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติมากกว่าภาชนะบรรจุที่ยอมให้ก๊าซต่างๆ ผ่านได้น้อย

**ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง**

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในผลผลิต ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

1. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผลผลิตที่มีความบริบูรณ์มากจะมีรสชาติ คุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลผลิตที่มีความบริบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาไม่ได้นาน ขนส่งไปได้ไม่ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลผลิตต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่งที่ active site ของเอทธิลีนได้

3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาผลผลิตที่มีไขมันมาก เช่น พวกเมล็ดเคี้ยวมัน ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์ กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวโดยออกซิเจน

4. ลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆ ที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหาก จะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน และทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น

5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผักและผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมีออกซิเจนต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตบนผลผลิตลดลงด้วย

6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลผลิต ในทำนองเดียวกันกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะใช้ควบคุมแมลงได้ มักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้

7. เพิ่มคุณภาพของผลผลิต ผลผลิตบางอย่างมีการเจริญเกิดขึ้น ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศดัดแปลงจะช่วยชะลอการสร้างเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้, 2541)

**อันตรายของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง**

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้ว มักปลอดภัยต่อผลผลิต สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ แต่สำหรับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่างๆ คงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณก๊าซบางชนิดที่มีอยู่สูงหรือต่ำเกินไป จนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลผลิตได้

อาการผิดปกติของผลผลิตเมื่อเก็บรักษาไว้ภายใต้บรรยากาศดัดแปลง มีหลายรูปแบบด้วยกันลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลผลิตเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ผลผลิตมีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติไป หรือไม่สุกเอาเลย

นอกจากอาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลผลิตแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลง ไม่ว่าปริมาณออกซิเจนต่ำเกินไป หรือคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปได้ไม่เท่ากัน สันนิษฐานกันว่า เนื่องมาจากความหนาแน่นของเนื้อผลผลิต และคุณสมบัติของผิวของผลผลิตที่ยอมให้มีการถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลผลิตที่มีความหนาแน่นสูง การถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นได้ยาก ทำให้ออกซิเจนภายในลดต่ำเกินไปหรือคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่ภายในมากเกินไป จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82135

ทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้น ในผลไม้พวกส้มไม่ทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงเลย เป็นไปได้ว่าส้มนั้นมีผิวหลายชั้น ตั้งแต่เปลือกสีเขียวด้านนอกสุด เยื่อหุ้มกลีบเนื้อส้มแต่ละกลีบ และชั้น epidermis ของถุง (juice sac) แต่ละถุง ทำให้การถ่ายเทก๊าซชนิดต่างๆ เกิดขึ้นได้น้อย (สายชล, 2528)

อย่างไรก็ตาม ข้อสันนิษฐานนี้ยังไม่มีตัวเลขยืนยันและยังมีข้อโต้แย้งได้ เช่น ในกรณีของผักกาดหอมห่อ ไม่สามารถทนต่อสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงได้เกินกว่า 1-2 % ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นที่ต่ำมาก แต่ผักกาดหอมห่อก็มีลักษณะโครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นที่ผิวหรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่นๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า บริเวณก้านใบของผักกาดหอมห่อซึ่งมีสีขาวนั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์สูงได้มากกว่าบริเวณอื่นๆ ที่มีสีเขียว (จริงแท้, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. หน่อไม้ไผ่ตงหั่น
2. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องแก้ว เช่น flask, beaker, tube
5. hand refractometer
6. บิวเรตต์
7. เครื่องวัดสี (spectrophotometer)
8. firmness tester
9. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
10. สารดูดซับเอทธิลีน ( ethylene absorbent)
11. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
12. ก๊าซออกซิเจน
13. ถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 7 นิ้ว × 11 นิ้ว
14. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น NaOH,phenolphthalein
15. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น มีด ตะกร้า กล้องถ่ายรูป เป็นต้น

### วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตง

จัดหาหน่อไม้ไผ่ตงที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวมาปลอกเปลือกและทำการหั่น แล้วนำไปทำการลดอุณหภูมิในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20นาที ตามลำดับ และที่อุณหภูมิห้อง(control) นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิแล้วในระยะเวลาต่างๆ รวมทั้งที่อุณหภูมิห้องบรรจุลงในถุงพลาสติก PE ถุงละ 100 กรัม โดยน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด และใส่สารดูดซับเอทธิลีน ethylene absorbent (EA) 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ผนึกถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศแล้วเติม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนตามวิธีการที่กำหนดและสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อก๊าซออกซิเจน (แรงดันของก๊าซมีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว, PSI) คือ 7:6 ปอนด์/ตารางนิ้ว จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการวิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 กรัม ทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 3 วัน และกำหนดชุดทดลองดังนี้

วิธีการที่ 1 control นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ต้องทำการ precooling ไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

วิธีการที่ 2 นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดไปทำการ precooling เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

วิธีการที่ 3 นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดไปทำการ precooling เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

วิธีการที่ 4 นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดไปทำการ precooling เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

วิธีการที่ 5 นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดไปทำการ precooling เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

**การศึกษาข้อมูล**

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ก่อนการเก็บรักษาหลังจากนั้นทุกๆ 3 วัน แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการ สูญเสียน้ำหนักสดและคำนวณตามสมการ

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

2. ปริมาณ total soluble solids (TSS) ทุก 3 วัน หลังการเก็บรักษา นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาวัดปริมาณ TSS โดยการนำน้ำคั้นจากหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาวัดด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็น brix

3. ปริมาณ titratable acidity (TA) ทำการบันทึกผลทุกๆ 3 วัน โดยการนำน้ำคั้นจากหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3-4 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.116 N จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรด่างที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดแอสโคบิคจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแอสโคบิค} = \frac{\text{N base} \times \text{ml. base} \times \text{meq.wt. ของแอสโคบิค}}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดย N base = normality ของ NaOH

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต

meq.wt. ของกรดแอสโคบิค = 0.06808

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ โดยบันทึกผลทุกๆ 3 วัน ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้เครื่องวัดสี

5. คุณภาพกลิ่น ทุกๆ 3 วัน หลังการเก็บรักษานำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาดมกลิ่น โดยใช้ผู้ทดสอบ 5 คน แบ่งคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับคือ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับคะแนน | 5 | คือ | กลิ่นดีมากเช่นเดียวกับหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด |
| ระดับคะแนน | 4 | คือ | กลิ่นใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด |
| ระดับคะแนน | 3 | คือ | กลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ |
| ระดับคะแนน | 2 | คือ | กลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับได้ |
| ระดับคะแนน | 1 | คือ | กลิ่นผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับ |

6. ปริมาณความแน่นเนื้อ ทุกๆ 3 วัน หลังการเก็บรักษานำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาวัดด้วยเครื่อง firmness tester โดยวัดที่ส่วนของหั่น 3 จุดแล้วนำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาหาค่าเฉลี่ย และนำมาบันทึกผลในตาราง

7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต ทุกๆ 3 วันหลังการเก็บรักษา นำหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมาตรวจสอบกลิ่น/สีของเนื้อหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด และความแน่นเนื้ออยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และมีสภาพใกล้เคียงกับปกติมากที่สุด

**การวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

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

**สถานที่ทำการทดลอง**

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ระยะเวลาในการทดลอง**

| | |
|---|---|
| เริ่มทดลอง | วันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 |
| สิ้นสุดการทดลอง | วันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 |
| รวมระยะเวลาทั้งสิ้น | 6 วัน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

**1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด**

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 2.05 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ, หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที และ 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 1.42 เปอร์เซ็นต์, 1.01 เปอร์เซ็นต์และ 0.97 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.94 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

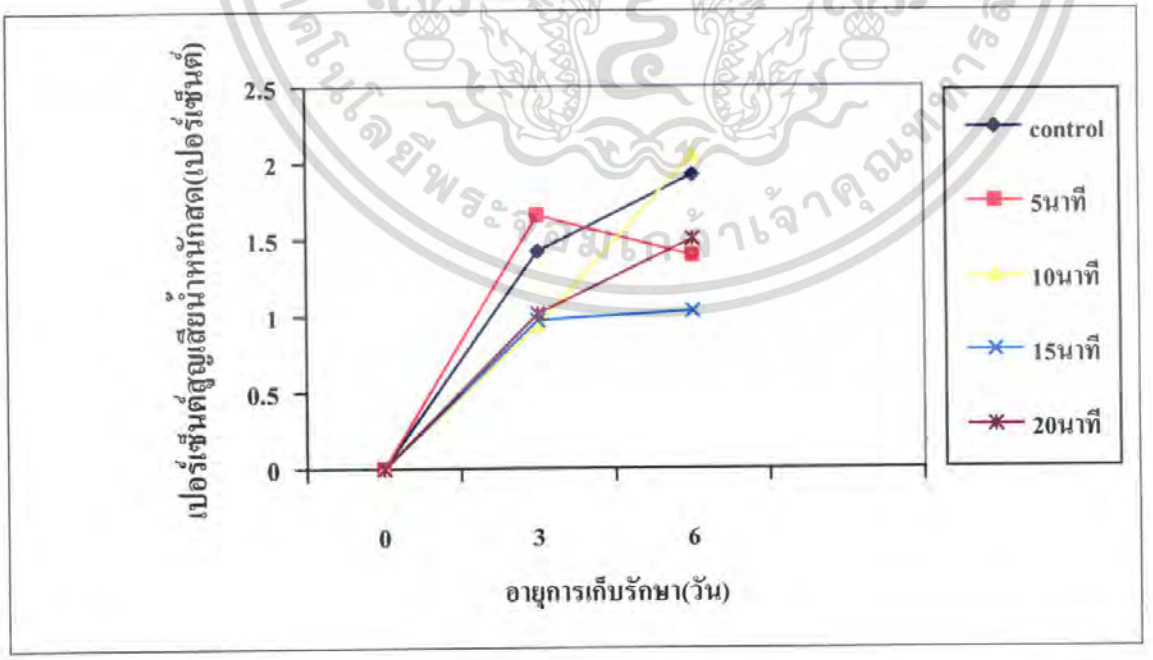
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ, หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที และ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 1.92 เปอร์เซ็นต์, 1.50 เปอร์เซ็นต์ และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.03 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการลดอุณหภูมิมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

| วิธีการ | การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) | |
|---|---|---|
| | 3 DAS | 6 DAS |
| Control | 1.42a | 1.92a |
| 5 นาที | 1.66a | 1.39ab |
| 10 นาที | 0.94a | 2.05a |
| 15 นาที | 0.97a | 1.03b |
| 20 นาที | 1.01a | 1.50ab |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 1** แสดงการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TSS ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 6.17 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 4.03 brix

**ก่อนทำการเก็บรักษา**

ก่อนทำการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 6.10 - 6.17 brix (ตารางที่ 2)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 5.076 brix รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TSS คือ 5.004 brix และ 4.900 brix ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 4.676 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

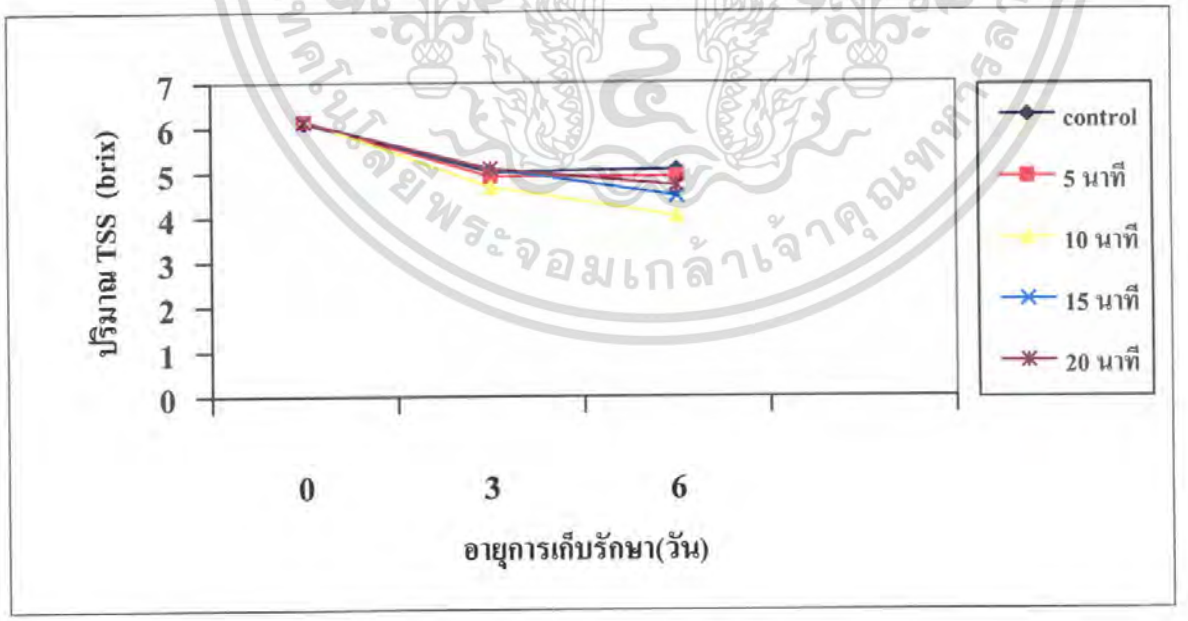
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 5.069 brix รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที, 20นาที และ 15 นาที มีปริมาณ TSS คือ 4.900 brix, 4.700 brix และ 4.476 brix ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 4.033 brix และจากการวิเคราะห์ทาง สถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณ TSS มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

| วิธีการ | ปริมาณ TSS (brix) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 6.100a | 5.004a | 5.069a |
| 5 นาที | 6.133a | 4.900ab | 4.900a |
| 10 นาที | 6.176a | 4.676b | 4.033b |
| 15 นาที | 6.133a | 5.076a | 4.476b |
| 20 นาที | 6.133a | 5.076a | 4.700ab |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 2** แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ปริมาณ titratable acidity (TA)**

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดจะมีปริมาณ TA เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.27 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์

**ก่อนการเก็บรักษา**

ก่อนทำการเก็บรักษา หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.23 – 0.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.143 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที , หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ0.136 เปอร์เซ็นต์,0.126 เปอร์เซ็นต์ และ 0.116 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.113 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

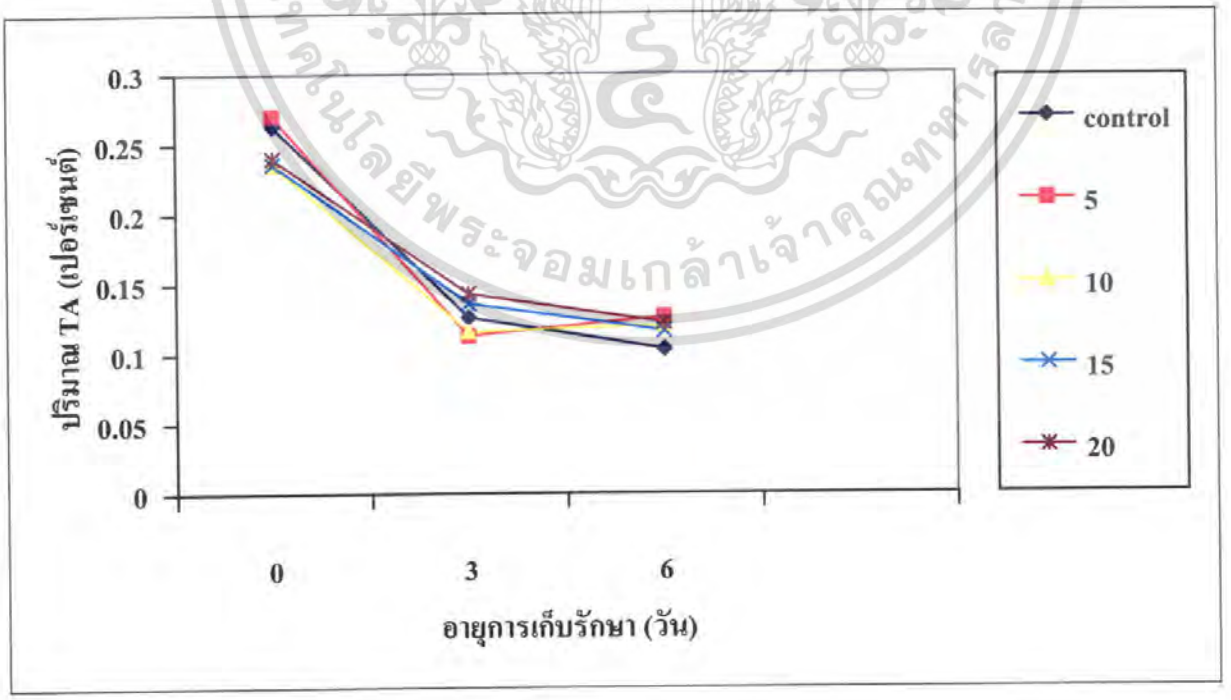
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.126 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที,10นาที และ 15 นาที,มีเปอร์เซ็นต์ TA คือ 0.122 เปอร์เซ็นต์,0.120 เปอร์เซ็นต์ และ 0.116 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ TA น้อยที่สุดคือ 0.103 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

| วิธีการ | ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 0.263a | 0.126a | 0.103a |
| 5 นาที | 0.270a | 0.113a | 0.126a |
| 10 นาที | 0.236a | 0.116a | 0.120a |
| 15 นาที | 0.235a | 0.136a | 0.116a |
| 20 นาที | 0.240a | 0.143a | 0.122a |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 3** แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ titratable acidity (TA) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4. ความเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ**

**ค่าความสว่าง ( L*)**

**ก่อนการเก็บรักษา**

ก่อนการเก็บรักษาค่าความสว่างของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 80.546 – 82.153 (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 83.113 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที,10นาที และ 5 นาที มีค่าความสว่างคือ 83.023, 81.826 และ 81.516 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 79.916 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ค่าความสว่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

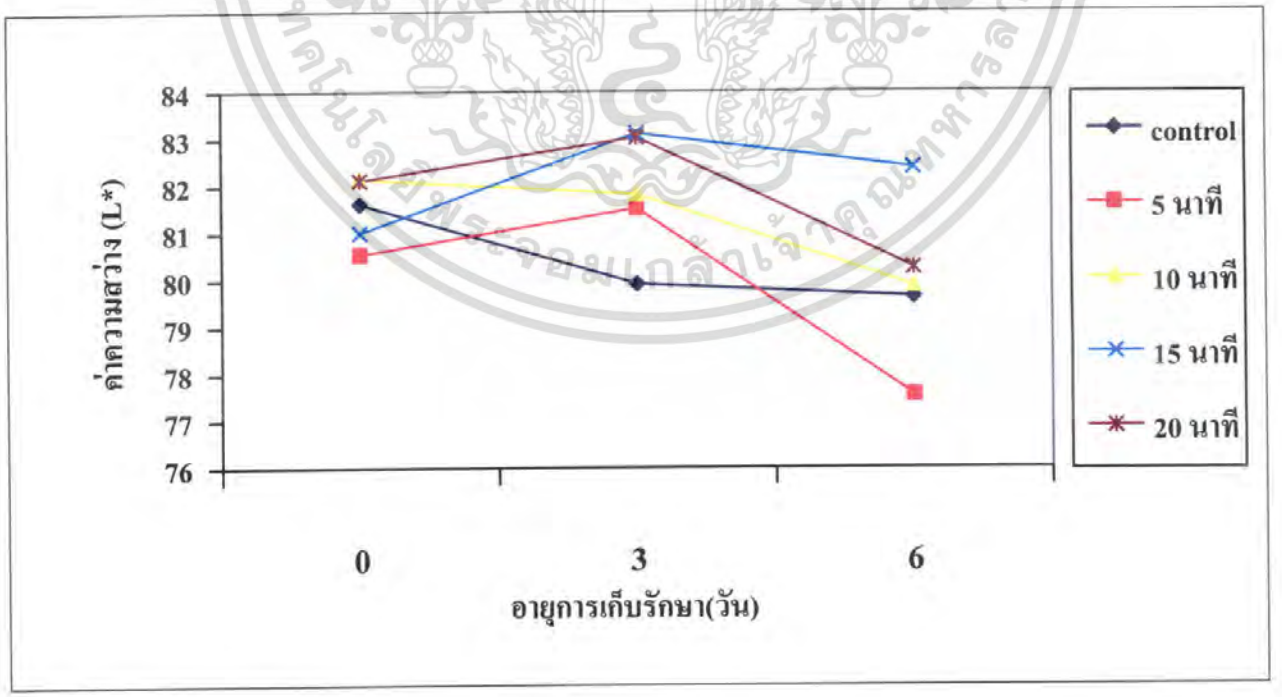
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 82.380 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที , 10 นาที และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าความสว่างคือ 80.250 , 79.876 และ 79.636 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 77.536 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ค่าความสว่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณค่าความสว่าง (L*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

| วิธีการ | ค่าความสว่าง (L*) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 81.616a | 79.916a | 79.636a |
| 5 นาที | 80.546a | 81.516a | 77.536a |
| 10 นาที | 82.153a | 81.816a | 79.876a |
| 15 นาที | 81.006a | 83.113a | 82.380a |
| 20 นาที | 82.116a | 83.023a | 80.250a |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 4** แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง(L*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ค่าสีแดง (a*)**

**ก่อนการเก็บรักษา**

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีแดงของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 0.403 - 0.480 (ตารางที่ 5)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 0.726 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว, หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และ 15 นาที มีค่าสีแดงคือ 0.620, 0.590 และ 0.513 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ 0.493 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ค่าสีแดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

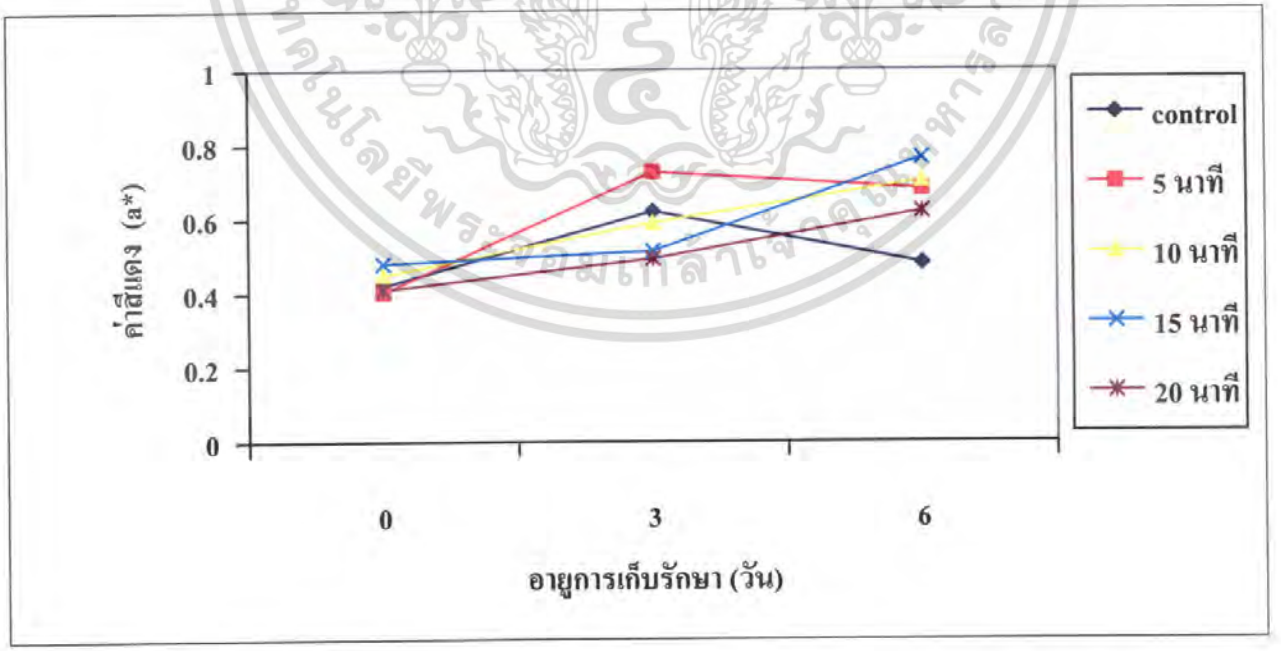
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ 0.763 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที, 5นาที และ 20 นาที มีค่าสีแดงคือ 0.703 , 0.680 และ 0.620 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ 0.480 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ค่าสีแดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณค่าสีแดง (a*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

| วิธีการ | ค่าสีแดง (a*) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 0.420a | 0.620a | 0.480a |
| 5 นาที | 0.403a | 0.726a | 0.680a |
| 10 นาที | 0.450a | 0.590a | 0.703a |
| 15 นาที | 0.480a | 0.513a | 0.763a |
| 20 นาที | 0.410a | 0.493a | 0.620a |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 5** แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง(a*)ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ค่าสีเหลือง (b*)**

**ก่อนการเก็บรักษา**

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีเหลืองของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 12.866- 17.176 (ตารางที่ 6)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 15.376 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที, 10 นาที และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีเหลืองคือ 15.330, 13.776 และ 13.266 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 12.826 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าสีเหลืองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

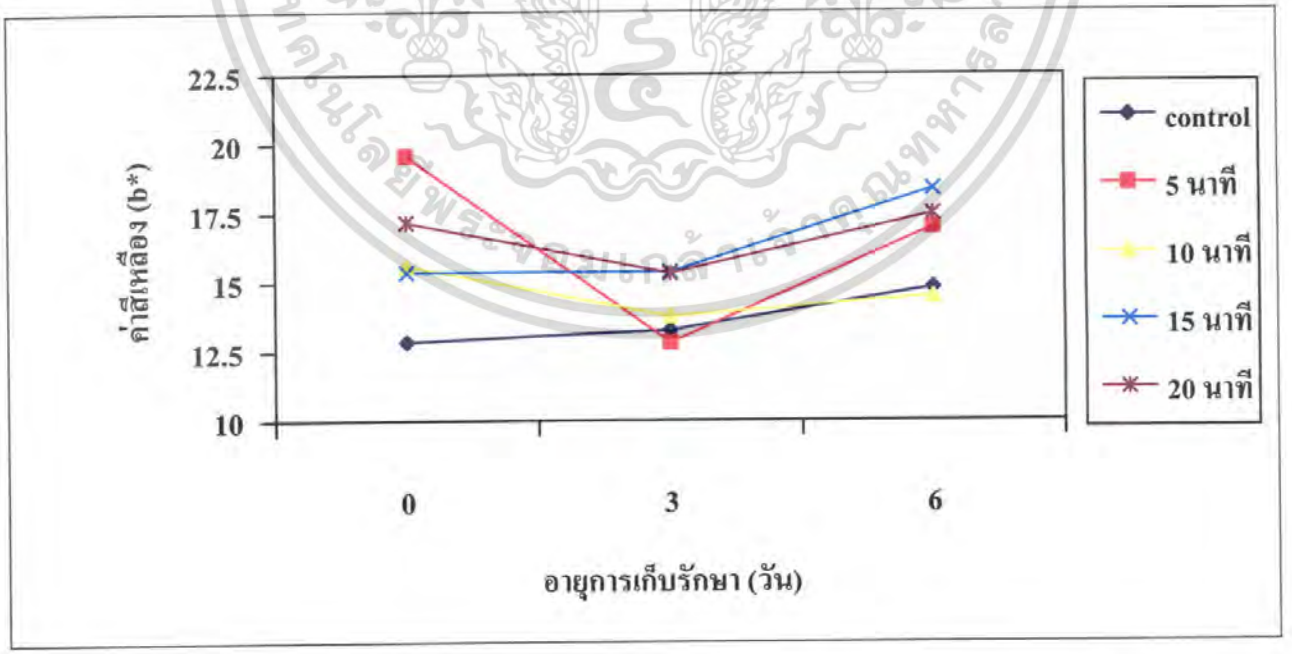
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 18.363 รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที, 5 นาที และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีเหลืองคือ 17.460, 16.970 และ 14.796 ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 14.513 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าสีเหลืองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณค่าสีเหลือง (b*) ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

| วิธีการ | ค่าสีเหลือง (b*) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 12.866b | 13.266ab | 14.796b |
| 5 นาที | 19.593a | 12.826b | 16.970ab |
| 10 นาที | 15.620ab | 13.776ab | 14.513b |
| 15 นาที | 15.376ab | 15.376a | 18.363a |
| 20 นาที | 17.176ab | 15.330a | 17.460ab |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 6** แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง(b*)ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5. คุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตง**

ในระหว่างการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทุกๆ การทดลองพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองหน่อไม้ไผ่ตงมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก โดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้ (ตารางที่ 7)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 , 15 และ 20 นาที มีคะแนนคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการลดอุณหภูมิมีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

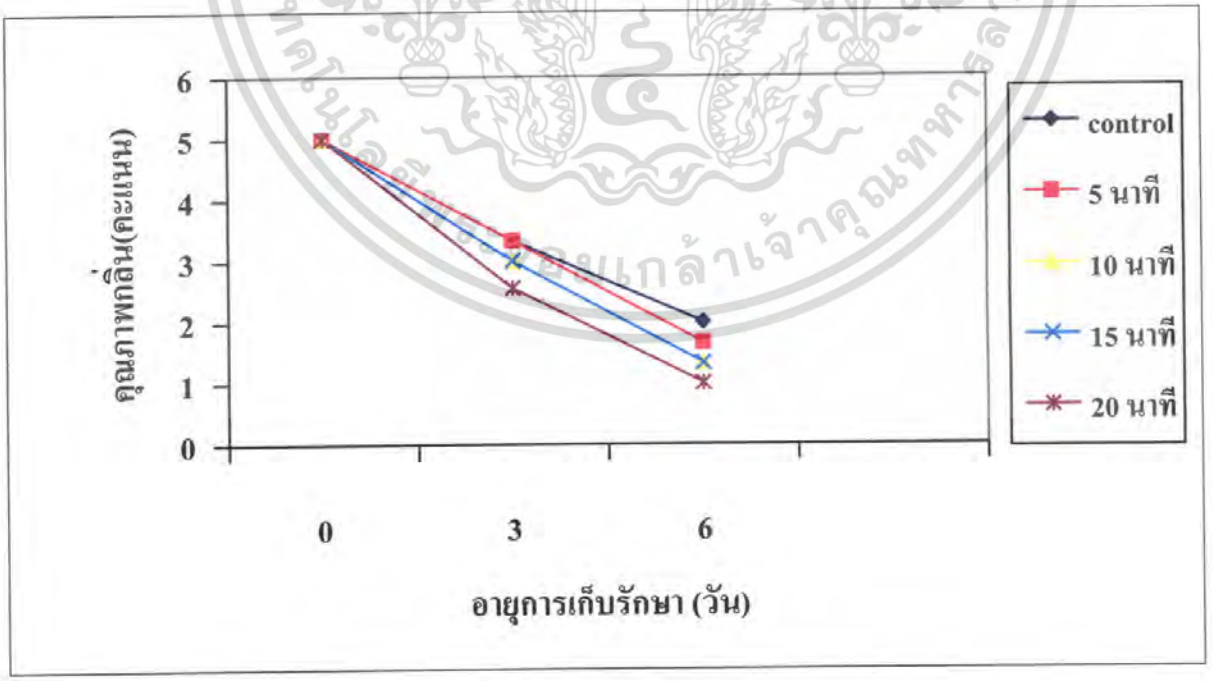
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 , 15 และ 20 นาที มีคะแนนคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับได้ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลทำให้คุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

| วิธีการ | คุณภาพกลิ่น (คะแนน) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 5.00a | 3.33a | 2.00a |
| 5 นาที | 5.00a | 3.33a | 1.66ab |
| 10 นาที | 5.00a | 3.00a | 1.33ab |
| 15 นาที | 5.00a | 3.00a | 1.33ab |
| 20 นาที | 5.00a | 2.56a | 1.00b |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 7** แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6. ปริมาณความแน่นเนื้อ**

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 14.46 นิวตัน และมีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 11.89 นิวตัน

**ก่อนการเก็บรักษา**

ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้ออยู่ในช่วงระหว่าง 16.61-19.80 นิวตัน (ตารางที่ 8)

**ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 16.99 นิวตัน รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที, 5 นาที และ 20 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 15.39 นิวตัน, 15.14 นิวตัน และ 14.94 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 14.60 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

**ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน**

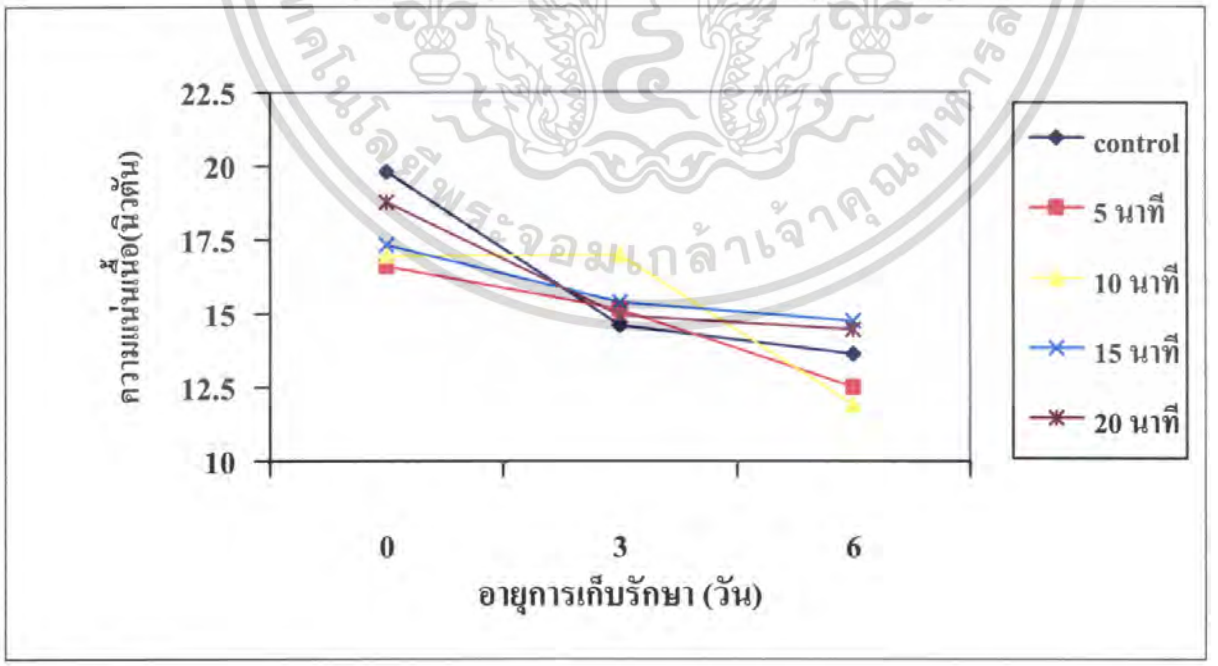
พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 14.75 นิวตัน รองลงมาคือ หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 นาที, หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาทีมีปริมาณความแน่นเนื้อคือ 14.46 นิวตัน, 13.63 นิวตัน และ 12.50 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 11.89 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การลดอุณหภูมิไม่มีผลทำให้ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

| วิธีการ | ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 DAS | 3 DAS | 6 DAS |
| control | 19.80a | 14.60a | 13.63a |
| 5 นาที | 16.61a | 15.14a | 12.50a |
| 10 นาที | 16.96a | 16.99a | 11.89a |
| 15 นาที | 17.33a | 15.39a | 14.75a |
| 20 นาที | 18.77a | 14.94a | 14.46a |

* ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




**ภาพที่ 8** แสดงการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ภายหลังการเก็บรักษาที่ 3 และ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และที่ทำการลดอุณหภูมิอยางรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที , 10 นาที , 15 นาที และ 20 นาที ในทุกๆ วิธีการทดลองสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด 6 วัน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที

| วิธีการ | อายุการเก็บรักษา (วัน) |
|---|---|
| control | 6 DAS |
| 5 นาที | 6 DAS |
| 10 นาที | 6 DAS |
| 15 นาที | 6 DAS |
| 20 นาที | 6 DAS |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ระดับอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาทีและ ที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ในถุงพลาสติกโพลีแอทธีลีน (PE) โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถสรุปผลได้ดังนี้

**1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่เก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บ รักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ย สูงสุดคือ 1.42 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาได้ 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.57 เปอร์เซ็นต์

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด

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

พบว่า ในน้ำคั้นของมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 6.10-6.17 brix และปริมาณ TSS นี้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด มีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงสุดคือ 4.94 brix และเมื่อเก็บรักษาได้ 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงสุดคือ 4.62 brix

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณ TSS ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TSS มากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด

**3. ปริมาณ titratable acidity (TA)**

พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.23 – 0.27 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณ TA นี้จะเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TA เฉลี่ยสูงสุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาได้ 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณ TA เฉลี่ยสูงสุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณ TA ของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TA มากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุด

**4. ความเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ**

**ค่าความสว่าง ( L*)**

พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด ค่าความสว่างของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 80.54 – 82.15 และค่าความสว่างนี้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุดคือ 81.87 และหลังจากเก็บรักษา 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าความสว่างเฉลี่ยสูงสุดคือ 79.93

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าความสว่างของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด

**ค่าสีแดง ( a*)**

พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดค่าสีแดงของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 0.40 – 0.48 และค่าสีแดงนี้จะลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าสีแดงเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.58 และหลังจากเก็บรักษา 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าสีแดงเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.64

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าสีแดงของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุด

**ค่าสีเหลือง (b* )**

พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดค่าสีเหลืองของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด มีค่าอยู่ระหว่างช่วง 12.86 – 17.17 และค่าสีเหลืองนี้จะเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าสีเหลืองเฉลี่ยสูงสุดคือ 14.11 และหลังจากเก็บรักษา 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีค่าสีเหลืองเฉลี่ยสูงสุดคือ 16.41

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อค่าสีเหลืองของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุด และหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด

**5. คุณภาพกลิ่นของหน่อไม้ไผ่ตง**

พบว่า ภายหลังการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดเป็นเวลา 3 วัน มีคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ ที่ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ และภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน มีคุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับได้

**6. ปริมาณความแน่นเนื้อ**

พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อ อยู่ในช่วงระหว่าง 16.61 – 19.80 นิวตัน และปริมาณความแน่นเนื้อนี้จะลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงสุดคือ 15.41 นิวตัน และเมื่อเก็บรักษาได้ 6 วันหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดมีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงสุดคือ 13.44 นิวตัน

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อปริมาณความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีความแน่นเนื้อมากที่สุด และการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณความแน่นเนื้อน้อยที่สุด

**7. อายุการเก็บรักษาผลผลิต**

พบว่า หน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดทั้งที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด 6 วัน ในทุกๆ treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสด พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 6 วัน โดยที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลผลิต จึงสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าอุณหภูมิปกติ จากการที่เราใช้ถุง PE ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มาก จึงไม่เกิดการหายใจโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Brydson, 1969)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมีกระบวนการที่น้ำเคลื่อนที่ แบบแพร่กระจายออกจากผลผลิตทำให้สูญเสียน้ำหนักสด เกิดอาการเหี่ยวเปลี่ยนแปลงไป (จริงแท้, 2541)

สุชีรา (2537) ได้กล่าวว่าการใช้สารดูดซับเอทธิลีน (EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ สารดูดซับเอทธิลีนนี้สามารถดูดซับเอทธิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมานอกผลจะช่วยลดปริมาณเอทธิลีนจึงชะลอการสุกได้

หน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาในช่วง 3 วัน คุณภาพกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เพราะปริมาณกรดและ น้ำตาลยังไม่ลดลง ซึ่งการลดลงของกรดและน้ำตาลเนื่องมาจากพืชนำ ไปใช้ในการหายใจ (Seymour, 1993) สำหรับคุณภาพกลิ่นในช่วง 6 วัน หน่อไม้ไผ่ตงเริ่มมีรสชาติผิดปกติไป เนื่องจากเริ่มมีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน จึงมีการสะสมของ ethanol (Pantastico, 1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง


จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จิรา ณ หนองคาย. 2532. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้.** แมสพับลิซซิ่ง. กรุงเทพฯ.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ดนัย บุณยเกียรติและนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ. เอกสารอัดสำเนา

ประสิทธิ์ ชุติชะเดช. 2546. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการผลิตผัก.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาผลิตพืช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ยุพยงษ์ ทิพสิงห์. 2546. **ไผ่ตง.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ

สมชาย กล้าหาญ. 2543. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมชาย กล้าหาญและยุพัตสา คำดี. 2544. **"อิทธิพลของสัดส่วน $CO_2$ : $O_2$ และอายุของฝักต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน"** ในการประชุมวิชาการ มมส. ครั้งที่ 1 มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2536 . **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว.** ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุชีรา เยี่ยงยุกดิ์สากล. 2537. "การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.

Brydson,J.A. 1969. **Plastics Materials.** Chapel River Press. London


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Glahan,S. and Puchangthong,S. 2000. " Influences of $CO_2$ : $O_2$ 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.

Pantastico,ER.B. 1975. **Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits, and Vegetables.** Westport : AVI publishing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 1** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดก่อนการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 2** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

**ภาพผนวกที่ 3** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 4** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

**ภาพผนวกที่ 5** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 6** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 7** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

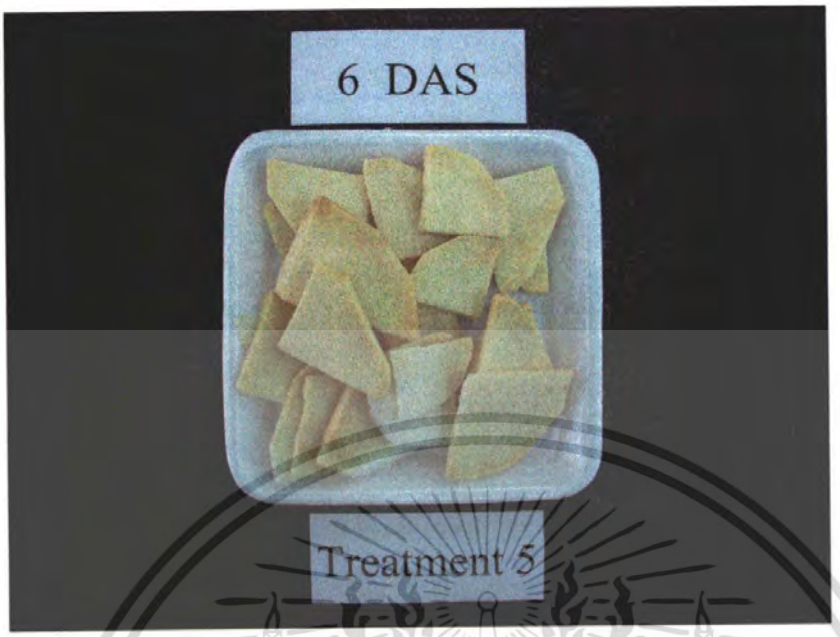
**ภาพผนวกที่ 8** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 9** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

**ภาพผนวกที่ 10** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพผนวกที่ 11** แสดงลักษณะของหน่อไม้ไผ่ตงหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เป็นระยะเวลา 20 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้