# ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี

## ผลของอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

Effect of Low Temperature on the Postharvest Quality and Storage Life of *Bambusa beechyana* Munro

นางสาวกุลชญา มีชำนาญ

ภาควิชาพืชสวน
คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

พ.ศ. 2555

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

# ผลของอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

# Effect of Low Temperature on the Postharvest Quality and Storage Life of *Bambusa beechyana* Munro

โดย
นางสาวกุลชญา มีชำนาญ

ควบคุมและอนุมัติโดย

..... วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555
(อ. ดร.เกียรติสุดา เหลืองวิลัย)

..... วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555
(อ. ดร.วชิรญา อิ่มสบาย)

**ผลของอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง**

**นางสาวกุลชญา มีชำนาญ**

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงมีอายุการวางจำหน่ายหลังเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 3°C) ความชื้นสัมพัทธ์ 70 ± 5 % เพียง 1 วัน และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 83 ± 5 % ได้นาน 7-14 วัน แต่เก็บที่อุณหภูมิ 10 ± 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 ± 5 % ได้นานน้อยกว่า 7 วัน โดยบริเวณรอยตัดเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลเข้ม สอดคล้องกับค่า L* ที่ลดลง และค่า b* ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีส่วนที่บริโภคได้ลดลง แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ในขณะที่ความแน่นเนื้อมีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา การลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงได้นาน 14 วัน มีค่าความแน่นเนื้อ และค่า L* เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหน่อไม้ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษา ส่วนการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C โดยใช้บรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก polyethylene (PE) และฟิล์มยืด polyvinyl chloride (PVC) กับการไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ (ชุดควบคุม) พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ได้ใส่บรรจุภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่บรรจุถุง PE และหุ้มฟิล์มยืด PVC หลังจากเก็บรักษาที่ 5 ± 2°C และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้องอีก 1 วัน พบว่าหน่อไม้ทั้งสามทรีทเมนต์มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ใกล้เคียงกัน โดยการหุ้มหน่อไม้ด้วยฟิล์มยืด PVC สามารถรักษาคุณภาพหน่อไม้ได้ดีที่สุด

คำสำคัญ : หน่อไม้ กิมซุง อุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษา
สาขาวิชา : เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
ปัญหาพิเศษ : ปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ดร. เกียรติสุดา เหลืองวิลัย
ปีที่พิมพ์ : 2555
จำนวน : 40

Effect of Low Temperature on the Postharvest Quality and Storage Life

of *Bambusa beechyana* Munro

Miss Kunchaya Meechumnan

## Abstract

The optimum temperature and packaging for *Bambusa beechyana* Munro storage were studied. Typically, the bamboo shoot packed in Polyethylene (PE) bag had shelf life for 1 day at ambient temperature. Browning or blackening and microbial decay at the cut surface appeared to be the primary cause for deterioration in bamboo shoots quality. At 10 ± 2°C (90 ± 5 %RH) or 5 ± 2°C (83 ± 5 %RH) could retained the quality of stored bamboo shoots up to 7 days or beyond 7 days, respectively. At low temperature, discoloration occurred concomitant with decrease in L* but increase in b* values resulting in less edible portion after storage. Furthermoer, TSS and TA contents were associated with storage duration but firmness was storage duration independent. Room-cooling gave a better quality. Two kinds of packaging i.e. (PE) and polyvinyl chloride (PVC) were studied. PE bag and PVC film wrap treatments minimized weight loss of bamboo shoots. Bamboo shoots stored at 5°C after room cooling in both packages retained their initial edible portion, TA, and for 14 days, with PVC film wrapping being inferior to the others.

Key words : bamboo shoots, *Bambusa beechyana*, low temperature, storage
Fiel : Postharvest Technology
Degree : B.S. (Agric), Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart university
Advisor : Dr. Kietsuda Hluengwilai
Year : 2012
Page : 40

## คำนำ

หน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง (*Bambusa beechyana* Munro) เป็นพืชที่ปลูกง่ายและสร้างรายได้ดีให้แก่ผู้ปลูก ลักษณะที่เด่นกว่าไผ่ตัดหน่อพันธุ์อื่นๆ ได้แก่การให้หน่อตลอดทั้งปี ไม่มีขนหรือหนามแหลม มีเนื้อหนา น้ำหนักและรสชาติดี ผู้บริโภคจึงนิยมบริโภคในรูปของหน่อสด (อัมพา, 2550) ทำให้ไผ่ชนิดนี้ได้รับความนิยมปลูกกันมากเกือบทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่หน่อไม้ไผ่ตงโดยทั่วไปมักจะเกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว สังเกตได้จากสีบริเวณรอยตัดของหน่อไม้หลังการเก็บเกี่ยวที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและง่ายต่อการเข้าทำลายของโรค ทำให้คุณภาพลดลง และอายุเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงสั้นลง และไม่สามารถขนส่งไปยังตลาดที่อยู่ห่างไกลได้

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในผลิตผลทุกอย่าง ในด้านผลิตผลเอง อุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ภายในผลิตผลก็จะเกิดเร็วขึ้น ทำให้ผลิตผลเสียหายได้ง่าย ในทางตรงกันข้าม อุณหภูมิต่ำจะทำให้ผลิตผลสามารถเก็บรักษาไว้ในสภาพเดิมได้นานกว่า (จริงแท้, 2538)

จากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่าการเก็บรักษาหน่อไม้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถรักษาคุณภาพของหน่อไม้ได้ (Chang *et al*., 2006) พบว่าการทำ precooling ก่อนบรรจุในถุง polyethylene (PE) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1°C สามารถลดการเปลี่ยนสี รักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซี ของหน่อไม้ลุ่ยจู๋ (*Bambusa oldhami* Munro) ได้ ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C สามารถลดการเปลี่ยนแปลงสีและสามารถยืดอายุเก็บรักษาได้นานถึง 10 วัน (Kleinhenz *et al*., 2000) การใช้บรรจุภัณฑ์ที่ดัดแปลงสภาพอากาศกับหน่อไม้และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10^0$C สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลและปฏิกิริยา lignifications ได้ (Shen *et al*., 2005) การเก็บรักษาหน่อไม้ที่อุณหภูมิ $2^0$C ทำให้มีอัตราการหายใจ และผลิตเอทิลีนลดลง สามารถเก็บรักษาได้นาน 30 วัน (Luo *et al*., 2008)

Cheng (2006) พบว่าการใช้เทคโนโลยี vacuum cooling ร่วมกับการทำ hydrocooling ที่อุณหภูมิ 4-$5^0$C และ vacuum drying ช่วยลดปริมาณน้ำบนผิวและเปลือกหน่อไม้ทำให้และรักษาความสดของหน่อไม้ไว้ได้ (Pongprasert *et al*., 2007) พบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ PVC และ PE บรรจุหน่อไม้หวาน *(Dendrocalamus asper* Backer) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4^0$C ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและการเกิดสีน้ำตาลได้ นอกจากนี้ (Chen *et al*., 1989) พบว่าการเก็บหน่อไม้ลุ่ยจู๋ที่อุณหภูมิ $5^0$C ความชื้นสัมพัทธ์ 80% ร่วมกับการใส่ถุง PE สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้

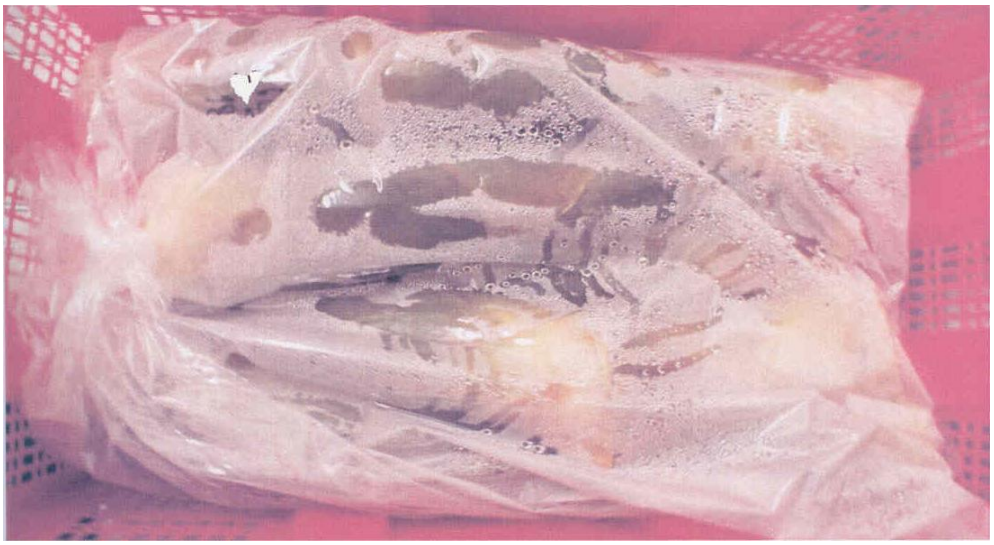
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่ำ การลดอุณหภูมิและการใช้บรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวและการยืดอายุเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

## อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงหลังเก็บเกี่ยว จากสวนเกษตรทิพยสมบัติ ตำบลไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของอุณหภูมิต่ำและชนิดของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตง โดยแปลงการทดลองออกเป็น 4 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงหลังเก็บเกี่ยว

นำหน่อไม้ไผ่ตงอายุ 10 วันหลังหน่อโผล่พ้นดิน หน่อมีขนาด 0.7-1.4 กิโลกรัม เก็บเกี่ยวหน่อในช่วงเช้า ก่อนเวลา 07.00 น. นำหน่อไม้บรรจุลงถุง polyethylene (PE) ไม่เจาะรู จำนวน 10 หน่อต่อถุง แล้วขนส่งทางรถยนต์ที่มีมีการควบคุมอุณหภูมิ มายังศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ใช้ระยะเวลาขนส่งประมาณ 3 ชั่วโมง เมื่อหน่อไม้มาถึงห้องปฏิบัติการ ทำการสุ่มหน่อไม้ คัดแยกหน่อไม้ที่มีตำหนิออก และสุ่มหน่อไม้จำนวน 4-6 หน่อ บรรจุลงถุง (PE) ขนาด 20x30 นิ้ว ที่มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 18 รูต่อถุง ก่อนบรรจุลงในตะกร้าพลาสติกที่มีฝาปิดแล้วนำไปไว้ในอุณหภูมิ 28 $\pm$ 3$^{0}$C เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 1 แสดงดารบรรจุหน่อไม้ไผ่ตงก่อนการเก็บรักษา นำหน่อไม้ 4-6 หน่อบรรจุในถุงพลาสติก PE แล้วบรรจุลงในตะกร้าพลาสติกที่มีฝาปิดแล้วนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 28$^{0}$ C

วัดคุณภาพหน่อไม้ทุกวัน วันละ 1 ตะกร้า จนหน่อไม้เสื่อมสภาพเพื่อดูอายุการวางจำหน่ายและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ดังต่อไปนี้

1. อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

นำหน่อไม้จำนวน 1 หน่อ ใส่ในโหลปริมาตร 13 ลิตร เก็บตัวอย่างแก๊สในระบบปิดนาน 15 นาที จากนั้นนำตัวอย่างแก๊สมาวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีนด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu GC-8A) โดยมีเครื่องตรวจสอบชนิด thermal conductivity detector (TCD) และ flame ionization detector (FID) สำหรับวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีนตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน มีหน่วยเป็น $mgCO_2/kg.hr$ และ $\mu lC_2H_4/kg.hr$ ตามลำดับ

2. การสูญเสียน้ำหนัก

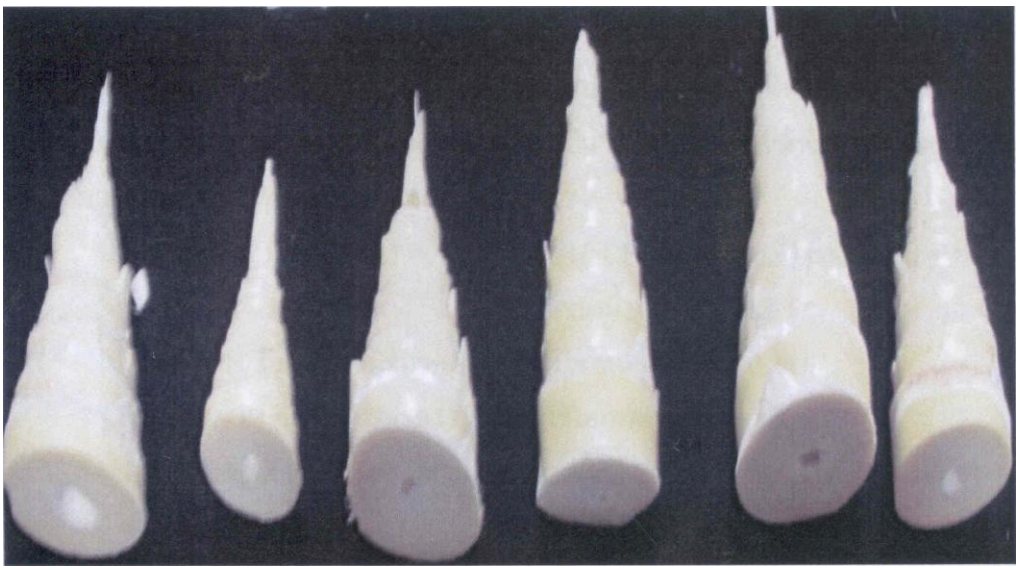
โดยชั่งน้ำหนักหน่อไม้ไผ่ตงก่อนเก็บรักษา ด้วยเครื่องชั่ง electronic balance (Ohaus, CH30R11) แล้วนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักตามสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3. เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้

ชั่งน้ำหนักหน่อไม้ทั้งหน่อก่อนปอกเปลือก จากนั้นปอกเปลือกแข็งที่มีสีเขียวออก ตัดส่วนที่แข็ง (เส้นใยมาก) และส่วนที่เป็นโรคออกด้วย ให้เหลือแต่ส่วนอ่อนที่มีสีขาวนวลซึ่งเป็นส่วนที่รับประทานได้ (ภาพที่ 2) แล้วนำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณตามสูตร

$$\text{ส่วนที่รับประทานได้ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่รับประทานได้}}{\text{น้ำหนักทั้งหน่อ}} \times 100$$



ภาพที่ 2 แสดงส่วนที่รับประทานได้ของหน่อไม้ไผ่ตงหลังปอกเปลือกแล้ว

4. ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง firmness tester

โดยวัดความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหลังทำการปอกเปลือกออกแล้วเลือกวัดบริเวณส่วนกลางและส่วนโคนของหน่อ ใช้หัวกดทะลุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร กดลึก 0.5 เซนติเมตร วัดบริเวณละ 2 ตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกัน ค่าที่ได้เป็นหน่วยกิโลกรัม จากนั้นคำนวณเป็นนิวตัน โดยการคูณด้วย 9.807

5. การเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยต่อ

ด้วยเครื่องวัดสี (CR-400, Minolta, Japan) รายงานผลโดยระบบ L*, a* , B*

L* คือ ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย L* = 0 หมายถึงสีดำ L* = 100 หมายถึงสีขาว

a* ค่าเป็น (-) หมายถึงสีเขียว ค่า a* เป็น (+) หมายถึงสีแดง

b* ค่าเป็น (-) หมายถึงสีน้ำเงิน ค่า b* เป็น (+) หมายถึงสีเหลือง

6. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids : TSS)

โดยนำน้ำคั้นที่ได้จากบริเวณส่วนกลางและส่วนโคนของหน่อไม้ไผ่ตง หยดลงบนเครื่อง refractometer (PR-32) ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^0$Brix)

7. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity : TA)

นำน้ำคั้นที่ได้จากส่วนกลางและส่วนโคนของหน่อไม้ไผ่ตง 2 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วย 0.1% NaOH โดยใช้ phenolphthalein ความเข้มข้น 1% เป็น indicator จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ต

$$\text{ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (\%)} = \frac{\text{N NaOH x NaOH (ml) x meq.wt.citric acid x 100}}{\text{ปริมาณของน้ำคั้นที่ใช้ (ml)}}$$

เมื่อ N NaOH คือความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ไทเทรตเท่ากับ 0.1 N

NaOH คือ ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไทเทรต

meq.wt.citric acid มีค่าเท่ากับ 0.06404

8. อายุการวางจำหน่าย

กำหนดให้หน่อไม้ไผ่ตงหมดอายุการวางจำหน่ายเมื่อเกิดการเสื่อมสภาพคือ มีโรคเข้าทำลายและบริเวณรอยตัดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล-ดำ

**การทดลองที่ 2** ผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และการยืดอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) นำหน่อไม้ไผ่ตงจำนวน 4-6 หน่อ ใส่ถุงพลาสติก PE ก่อนบรรจุลงตะกร้าพลาสติกเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^{0}$C และ $10^{0}$C

วัดคุณภาพหน่อไม้ไผ่ตงทุก 7 วัน จนหน่อไม้เสื่อมสภาพ เพื่อดูอายุการเก็บรักษา บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้เหมือนกับการทดลองที่ 1 ยกเว้นการวัดความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ที่ทำการบันทึกผลจากบริเวณส่วนกลางของหน่อไม้ไผ่ตงเท่านั้น เพราะโดยทั่วไปคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนโคนและส่วนกลางมีค่าใกล้เคียงกัน จะทำการตัดหน่อไม้ไผ่ตงส่วนที่เน่าเสียและส่วนที่แข็งจนไม่สามารถรับประทานได้ออกจากส่วนโคนก่อน ทำให้เหลือส่วนที่รับประทานได้จริงซึ่งเป็นส่วนที่ค่อนมาทางส่วนกลาง ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงทำการศึกษาเฉพาะบริเวณส่วนกลางผลเท่านั้น

**การทดลองที่ 3** ผลของการลดอุณหภูมิ (precooling) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

การทดลองนี้เป็นแบบ Student' *t*-test แบ่งหน่อไม้ไผ่ตงออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 4-6 หน่อ กลุ่มที่ 1 ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (ชุดควบคุม) กลุ่มที่ 2 ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยวิธี room-cooling ที่อุณหภูมิ $5^0$C จนอุณหภูมิภายในผลมีค่าเท่ากับ $5^0$C ใส่ถุงพลาสติก PE ก่อนบรรจุลงตะกร้าพลาสติก เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C

วัดคุณภาพหน่อไม้ไผ่ตงทุก 7 วัน จนหน่อไม้เสื่อมสภาพ เพื่อดูอายุการเก็บรักษา บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้เหมือนกับการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Student' *t*-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**การทดลองที่ 4** ผลของการบรรจุภัณฑ์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) นำหน่อไม้ไผ่ตงมาลดอุณหภูมิด้วยวิธี room-cooling ที่อุณหภูมิ $5^0$C จนอุณหภูมิภายในผลมีค่าเท่ากับ $5^0$C จากนั้นแบ่งหน่อไม้ไผ่ตงออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 6 หน่อ โดยกลุ่มที่ 1 ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ (ชุดควบคุม) กลุ่มที่ 2 นำไปบรรจุถุง (PE) ขนาด 20x30 นิ้ว ที่มีรูปขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 30 รู, และกลุ่มที่ 3 ห่อด้วยฟิล์มยืด polyvinyl chloride (PVC) ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83 $\pm$ 5% ทำการวัดผลการทดลองทุก 7 วัน และนำมาวางต่อที่อุณหภูมิ $28^0$C ความชื้นสัมพัทธ์ 70 $\pm$ 5% วัดผลทุกวันจนหน่อไม้เสื่อมสภาพเพื่อดูอายุการวางจำหน่าย ทำการวัดและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเหมือนกับการทดลองที่การทดลองที่ 2 และ 3

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS 15.0 for window Evaluation Version

**ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง**

ทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2554 ณ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ขอบคุณสวนเกษตรทิพยสมบัติ ตำบลไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์หน่อไม้ไผ่ตงในการทดลอง

**ผลการทดลอง**

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงหลังเก็บเกี่ยว

1.1 อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน

ในวันแรกหน่อไม้ไผ่ตงมีอัตราการหายใจ 39.3 mg$CO_2$/kg.hr และอัตราการผลิตเอทิลีน 11.3 μl$C_2H_4$/kg.hr หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$^0$C เป็นเวลา 1 วัน อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนลดลงเหลือ 6.9 mg$CO_2$/kg.hr และ 5.0 μl$C_2H_4$/kg.hr ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

หน่อไม้ไผ่ตงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$^0$C เป็นเวลา 1 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 1.8% และไม่พบอาการเหี่ยว แต่พบอาการเน่าเสียและพบหยดน้ำภายในถุงพลาสติกจำนวนมาก (ตารางที่ 1)

1.3 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ ของหน่อไม้ไผ่คงในวันแรกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70% และลดลงเหลือเพียง 10.3% หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$^0$C 1 วัน (ตารางที่ 1)

1.4 การเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัด

บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรกมีสีขาว (ภาพที่ 3) โดยค่า L* (ความสว่าง) มีค่าเฉลี่ย 84.9 ค่า a* (สีแดง) เท่ากับ 0.5 และค่า b* (สีเหลือง เท่ากับ 14.9 หลังเก็บที่อุณหภูมิ 28$^0$C 1 วัน วันพบว่าบริเวณรอยตัดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมดำ (ภาพที่ 4) ซึ่งค่า L* ลดลงเหลือ 72.7 ในขณะที่ค่า a* กับค่า b* เพิ่มขึ้นเป็น 3.3 และ 28.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

1.5 ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อบริเวณส่วนโคนของหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรกและหลังวางไว้ที่อุณหภูมิ 28$^0$C นาน 1 วันมีค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าเท่ากับ 4.0 และ 4.1 N ตามลำดับ และมีค่าใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนกลาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.1 N ในวันแรก และ 4.2 N หลังเก็บรักษานาน 1 วัน (ตารางที่ 1)

1.6 ปริมาณของแข็งทีละลายน้ำได้ (TSS)

หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$^0$C นาน 1 วัน หน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนโคน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 4.6 เป็น 5.4 $^0$Brix ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนกลางหลังเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งเท่ากับ 5.5-6.0 $^0$Brix (ตารางที่ 1)

1.7 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนโคนในวันแรกและที่นำมาวางที่อุณหภูมิ 28$^0$C เป็นเวลา 1 วัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.28-0.56 % ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนกลางมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อนำมาวางที่อุณหภูมิ 28$^0$C เป็นเวลา 1 วัน จาก 0.34 เป็น 0.44% (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงหลังเก็บเกี่ยว ที่อุณหภูมิ 28$^0$C

| คุณภาพ | วันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28$^0$C (วัน) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 0 | วันที่ 1 | *t*-test | % CV |
| อัตราการหายใจ (mg$CO_2$/kg.hr) | 39.3 | 6.9 | * | 7.0 |
| การผลิตเอทิลีน μl$C_2H_4$/kg.hr | 11.3 | 5.0 | * | 16.9 |
| การสูญเสียน้ำหนัก (%) | - | 1.8 | - | - |
| ส่วนที่รับประทานได้ (%) | 70.0 | 10.3 | * | 4.7 |
| ความแน่นเนื้อ บริเวณส่วนโคน (N) | 4.0 | 4.1 | ns | 6.4 |
| ความแน่นเนื้อ บริเวณส่วนกลาง (N) | 3.1 | 4.2 | ns | 7.2 |
| ค่า L* | 84.9 | 72.7 | * | 4.3 |
| ค่า a* | 0.5 | 3.3 | * | 33.0 |
| ค่า b* | 15.0 | 28.2 | * | 4.6 |
| TSS บริเวณส่วนโคน ($^0$Brix) | 4.6 | 5.4 | * | 4.4 |
| TSS บริเวณส่วนกลาง ($^0$Brix) | 6.0 | 5.5 | ns | 8.4 |
| TA บริเวณส่วนโคน (%) | 0.28 | 0.56 | ns | 35.7 |
| TA บริเวณส่วนกลาง (%) | 0.34 | 0.44 | * | 10.3 |

Student *'s t*-test เปรียบเทียบคุณภาพของหน่อไม้ระหว่างวันที่ 0 กับวันที่ 1

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ภาพที่ 3 หน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงก่อนการเก็บรักษา

ภาพที่ 4 หน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงที่เสื่อมสภาพจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคบริเวณตัดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $28^{0}$C เป็นเวลา 1 วัน

**การทดลองที่ 2** ผลของอุณหภูมิต่ำต่ออายุเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

2.1 ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงหลังการเก็บรักษาในทุกสภาพที่ทำการทดสอบ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเทียบกับความแน่นเนื้อในวันแรก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.7-4.0 N (ตารางที่ 2)

2.2 การเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัด

บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรก มีสีขาวโดยค่าเฉลี่ยของ L* เท่ากับ 84.9 ค่า a* (สีแดง) เท่ากับ 0.5 และค่า b* (สีเหลือง) เท่ากับ 14.9 และหลังเก็บที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 7 และ 14 วัน บริเวณรอยตัดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมดำ โดยค่า L* ลดลงเหลือ 76.3 และ 70.4 ในขณะที่ค่า a* กับค่า b* เพิ่มขึ้นเป็น 2.6 4.23 และ 18.8 21.0 ตามลำดับ ส่วนที่เก็บรักษาอุณหภูมิ $10^0$C เป็นเวลา 7 วัน ค่า L* มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 57.6 แต่ค่า a* มีค่าเพิ่มมากขึ้น และมีค่า b* มีค่ามากที่สุดซึ่งเท่ากับ 21.7 (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5)

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

หน่อไม้ไผ่ตงหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 7 และ 14 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเมื่อเทียบกับหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรก จาก $6.0^0$Brix เป็น $4.9^0$Brix ส่วนหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บอุณหภูมิ $10^0$C เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรก (ตารางที่ 2)

2.4 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

หน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10^0$C นาน 7 วันมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 0.85% รองลงมาคือที่เก็บรักษาที่ $5^0$C เป็นเวลา 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.66% ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 14 วัน มีค่าปริมาณกรดที่ไทไทรตได้ใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงในวันแรกซึ่งมีค่า 0.34-0.39% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C และ $10^0$C

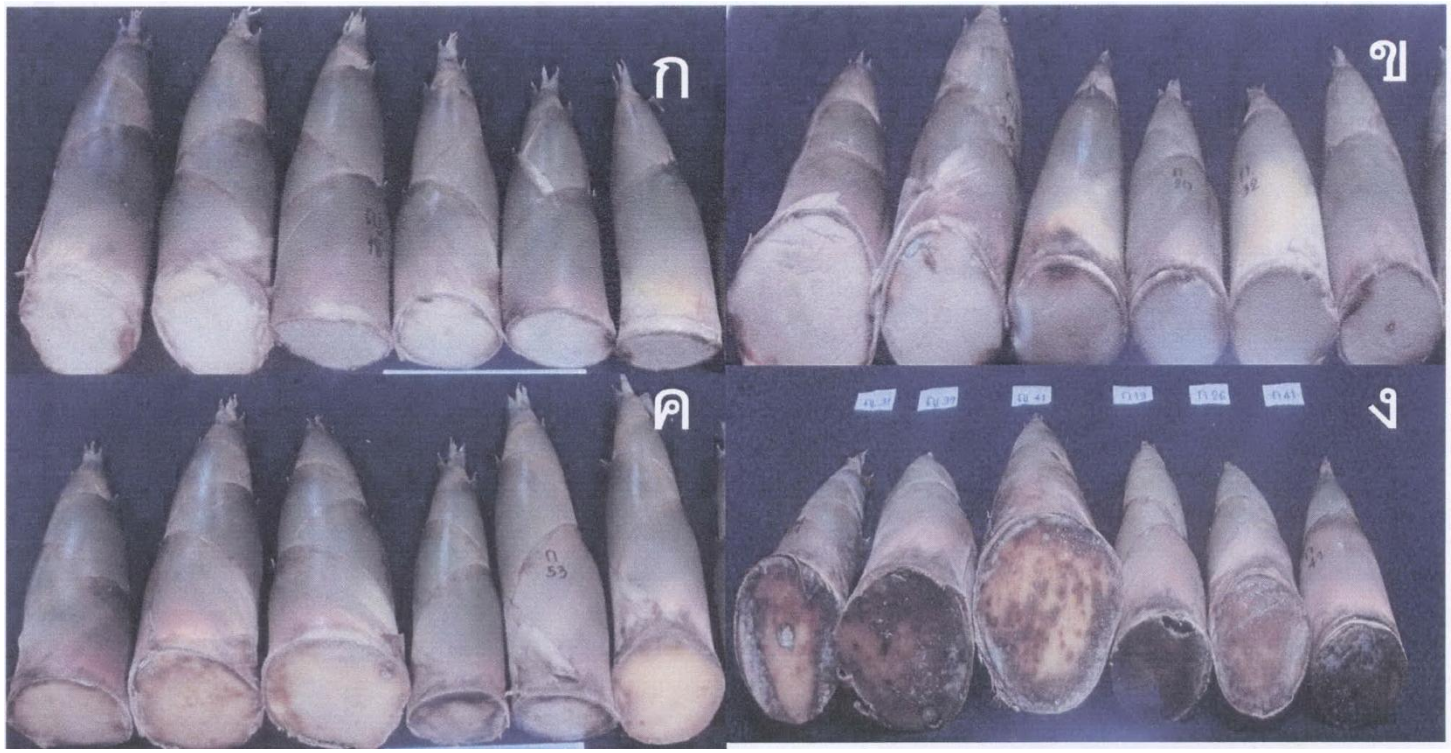
| คุณภาพ | อุณหภูมิและวันที่เก็บรักษา[1/] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 0 | $5^0$C 7 วัน | $10^0$C 7 วัน | $5^0$C 14 วัน | *F*-test | %CV |
| การสูญเสียน้ำหนัก (%) | nd | nd | nd | nd | - | - |
| ส่วนที่รับประทานได้ (%) | nd | nd | nd | nd | - | - |
| ค่าแน่นเนื้อ (N) | 3.8 | 4.0 | 3.7 | 3.8 | ns | 7.7 |
| ค่า L* | 84.9a | 76.3b | 57.6c | 70.4b | * | 15.1 |
| ค่า a* | 0.5b | 2.6ab | 3.6a | 4.2a | * | 71.6 |
| ค่า b* | 14.9b | 18.8b | 21.7a | 21.0a | * | 18.3 |
| TSS ($^0$Brix) | 6.0a | 4.9b | 6.5aa | 4.9b | * | 15.2 |
| TA (%) | 0.34c | 0.66b | 0.85a | 0.39c | * | 38.9 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

nd ไม่มีข้อมูล

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

*แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%




ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^{0}$C เป็นเวลา 7 วัน (ก) เก็บรักษาที่ $5^{0}$C เป็นเวลา 14 วัน (ข) เก็บรักษาที่ $10^{0}$C เป็นเวลา 7 วัน (ค) เก็บรักษาที่ $10^{0}$C เป็นเวลา 14 วัน (ง)

**การทดลองที่ 3** ผลของการลดอุณหภูมิ (precooling) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง

3.1 การสูญเสียน้ำหนัก

หน่อไม้ไผ่ตงเก็บรักษาที่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาที่ $5^0$C นาน 14 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 3.8% (ตารางที่ 3)

3.2 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้

หน่อไม้ไผ่ตงที่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาที่ $5^0$C นาน 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ 33.3% (ตารางที่ 3)

3.3 ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงที่ลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 4.5 N ในขณะที่หน่อไม้ที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา มีค่า 3.8 N (ตารางที่ 3)

3.4 การเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัด

บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 14 วัน มีสีขาวโดยค่าเฉลี่ยของ L*เท่ากับ 70.4 ค่า a*(สีแดง) เท่ากับ 4.2 และค่า b* (สีเหลือง) เท่ากับ 21.0 เมื่อทำการลดอุณหภูมิ มีค่า L* เพิ่มขึ้นเป็น 79.8 ในขณะที่ค่า a* กับค่า b* ลงลงเป็น 3.0 และ 20.3 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างจากหน่อไม้ที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา (ตารางที่ 3)

3.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

หน่อไม้ไผ่ตงที่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 14 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ได้ทำการทดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าเท่ากับ $4.5^0$Brix และ $4.9^0$Brix ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3.6 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

หน่อไม้ไผ่ตงที่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนเก็บรักษาที่ $5^0$C นาน 14 วัน มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ใกล้เคียงกับหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ (control) และที่ผ่านการลดอุณหภูมิที่ $5^0$C (precooling) ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C นาน 14 วัน

| คุณภาพ | อุณหภูมิและวันที่เก็บรักษา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | ลดอุณหภูมิ | *t*-test | % CV |
| การสูญเสียน้ำหนัก (%) | nd | 3.8 | - | - |
| ส่วนที่รับประทานได้ (%) | nd | 33.3 | - | - |
| ความแน่นเนื้อ (N) | 3.8 | 4.5 | * | 8.2 |
| ค่า L* | 70.4 | 79.8 | * | 6.1 |
| ค่า a* | 4.2 | 3.0 | ns | 46.5 |
| ค่า b* | 21.0 | 20.3 | ns | 14.5 |
| TSS ($^0$Brix) | 4.9 | 4.5 | ns | 6.5 |
| TA (%) | 0.39 | 0.40 | ns | 12.3 |

Student *'s t*-test เปรียบเทียบคุณภาพของหน่อไม้ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ (ชุดควบคุม) และผ่านลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

nd ไม่มีข้อมูล

**การทดลองที่ 4** ผลของการบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหน่อไม้ไผ่ตงหลังเก็บรักษา

4.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้ไผ่ตงที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C และหลังจากนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่ห่อด้วยฟิล์มยืด PVC และบรรจุถุงพลาสติก PE มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ถึง 4 เท่า (ภาพที่ 6)

4.2 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดที่เก็บรักษาอุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน และหลังย้ายมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีส่วนที่รับประทานได้อยู่ระหว่าง 30.1-36.7% เมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของหน่อทั้งหมด (ภาพที่ 7)

4.3 ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาอุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน ในทุกการทดลองมีค่าความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน แต่เมื่อย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจาก PE ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.3 N ในขณะที่หน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์และใส่ถุง PE มีความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 8)

4.4 การเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัด

บริเวณร้อยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงที่ใสบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหน่อไม้ไผ่ตงมีค่า L* ระหว่าง 79.8-80.4 แต่เมื่อนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่บรรจุในถุง PE มีค่า L* น้อยที่สุด73.2 ในขณะที่หน่อไม้ไผ่ตงที่ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์และที่หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC มีค่า L* ใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าเท่ากับ 79.9 และ 79.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

ค่า a* ของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วันในแต่ละบรรจุภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อนำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน โดยหน่อไม้ไผ่ตงที่บรรจุถุง PE มีค่า a* มากที่สุดเท่ากับ 4.3 ในขณะที่หน่อไม้ไผ่ตงที่หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC และที่ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.6 และ 2.8 ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

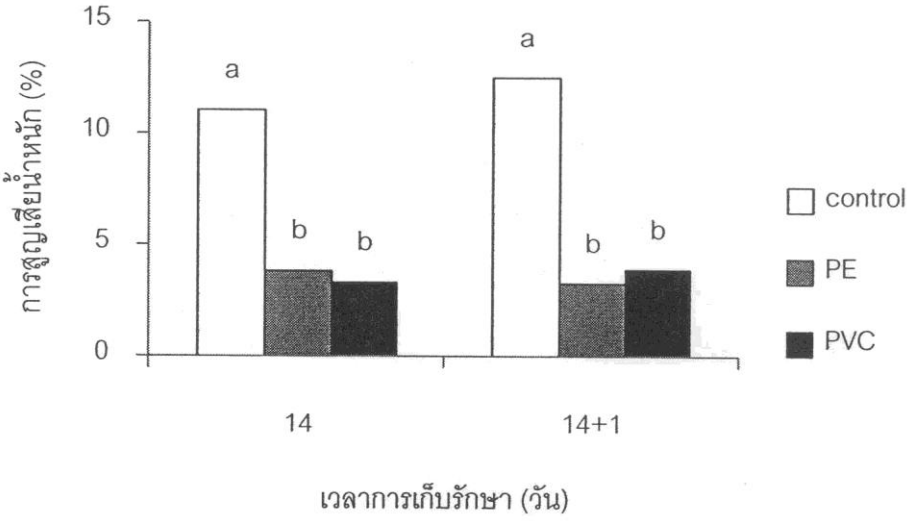
หน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน และย้ายมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน มีค่า b* ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 11)

4.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

หน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 4.5-4.9 $^0$Brix หลังย้ายมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงที่บรรจุถุงพลาสติก PE มีค่า TSS มากที่สุดเท่ากับ 5.6$^0$Brix ในขณะที่หน่อไม้ไผ่ตงที่หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC และไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.0$^0$Brix (ภาพที่ 12)

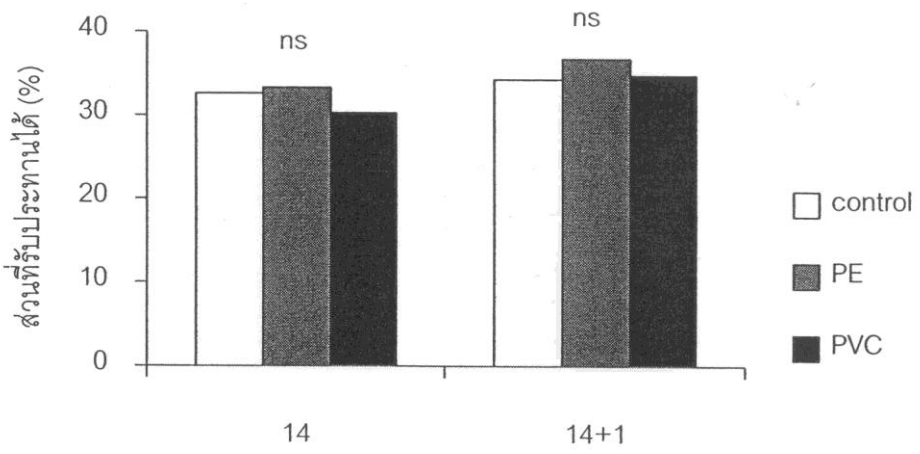
4.6 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาอุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับหน่อไม้ไผ่ตงที่นำมาวางต่อที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน ของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ระหว่าง 0.31-0.45% (ภาพที่ 13)



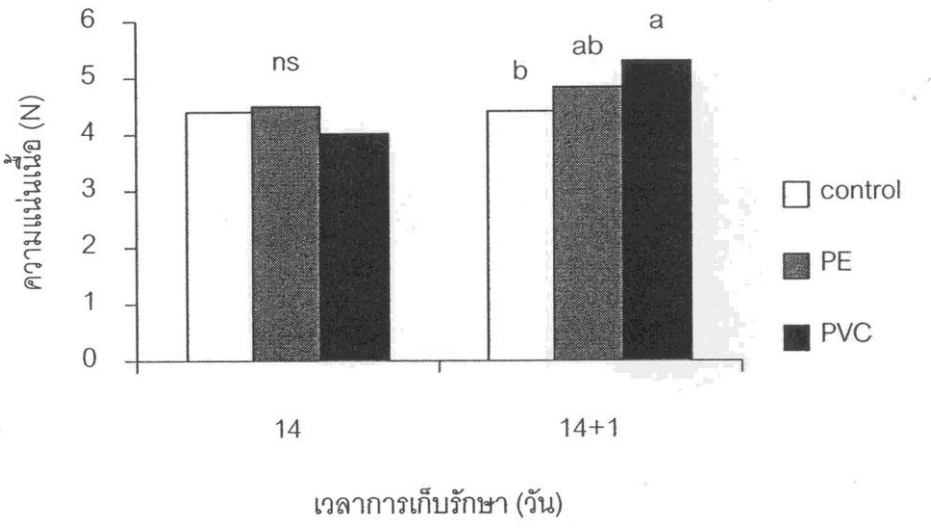

ภาพที่ 6 การสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^0$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83$\pm$ 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)




ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงส่วนที่รับประทานได้ของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83$\pm$ 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

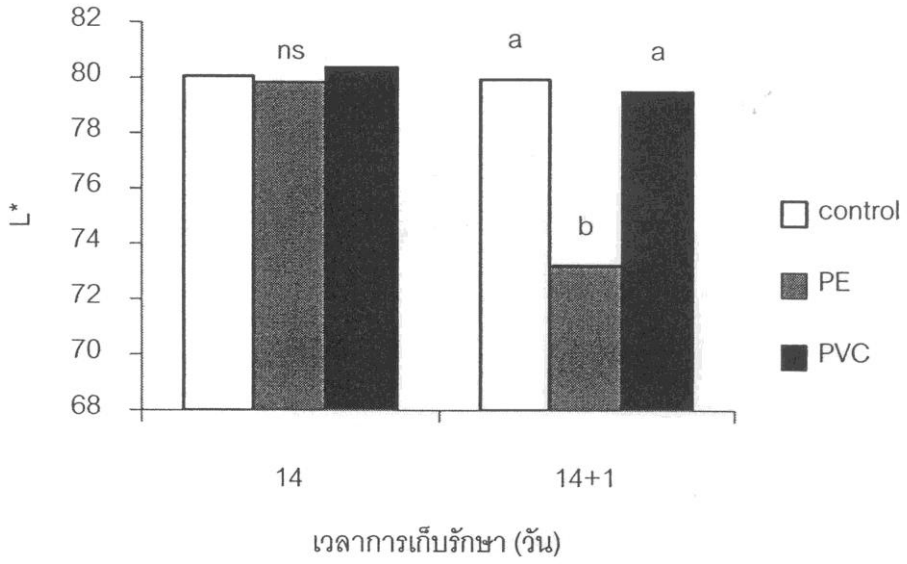
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)




ภาพที่ 8 ความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83± 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

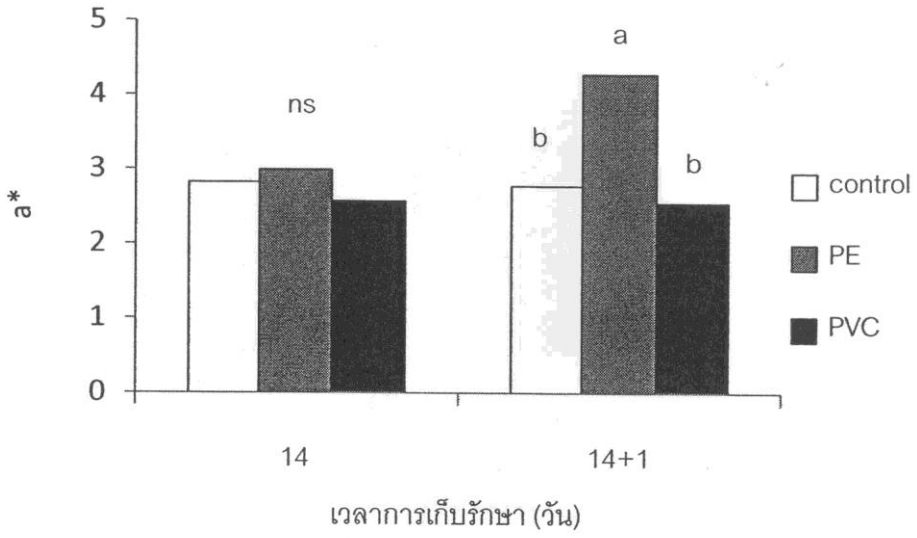
ns ไม่แตกต่างทางสถิติ




ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83± 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

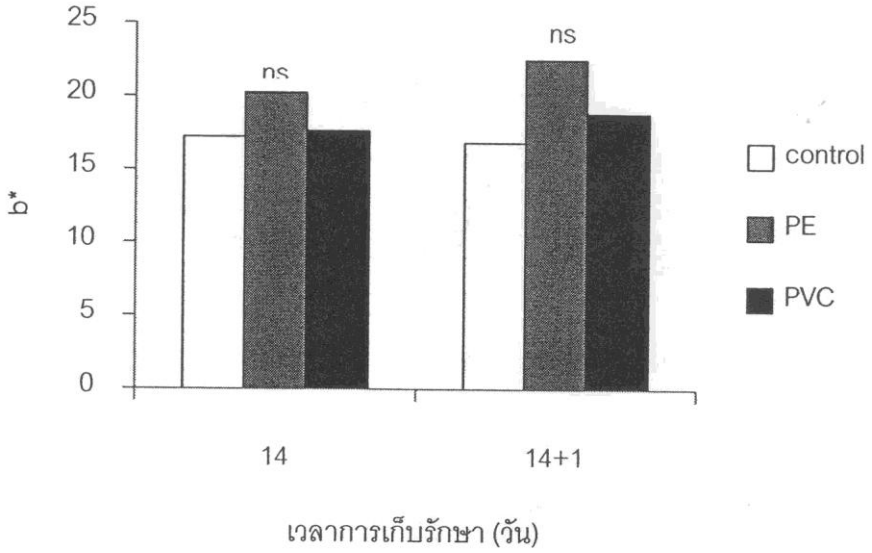
ns ไม่แตกต่างทางสถิติ




ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่า (a*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83± 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

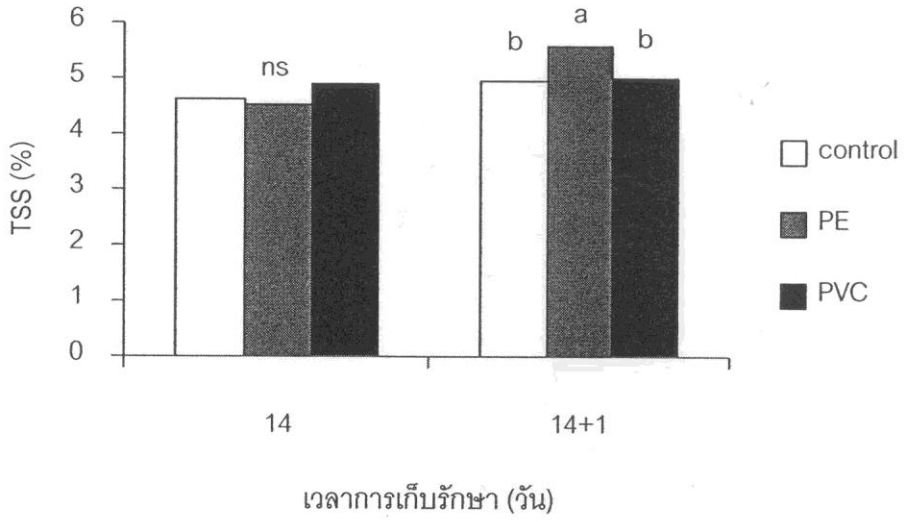
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ




ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่า (b*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^0$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83$\pm$ 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

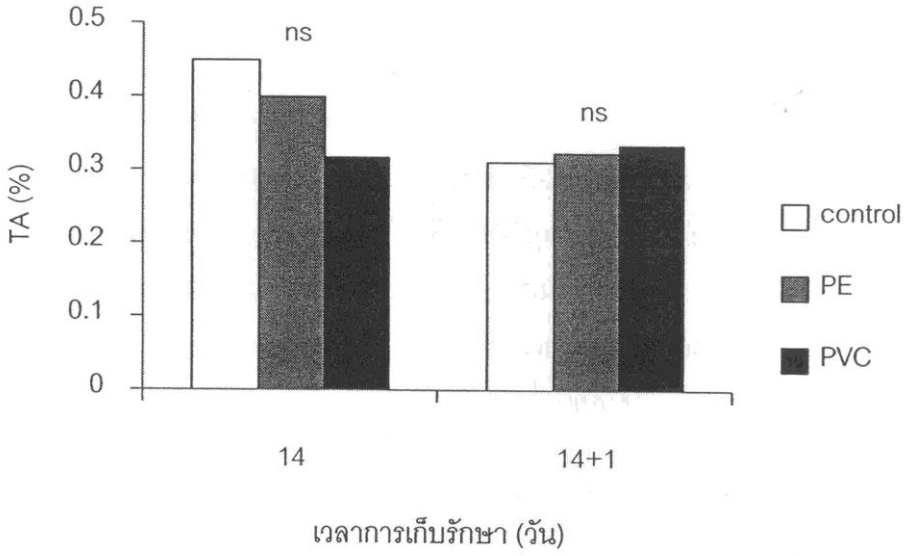
ns ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)




ภาพที่ 12 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83$\pm$ 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในวันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ




ภาพที่ 13 ปริมาณกรดที่ไทเทรต (TA) ได้ของหน่อไม้ไผ่ตงในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ก่อนเก็บรักษา $5^{0}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 83$\pm$ 5% เป็นเวลา 14 วัน (14) และย้ายมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน (14+1)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan ’s Multiple Range Test (DMRT)

## วิจารณ์

จากการทดลองพบว่าหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุง ในวันแรกมีอัตราการหายใจสูงถึง 39.3 $mgCO_2/kg.hr$ และลดลงเหลือ 6.9 $mgCO_2/kg.hr$ หลังเก็บเกี่ยว 1 วัน ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บเกี่ยวหน่อไม้จะเก็บเกี่ยวในระยะหน่ออ่อน ซึ่งเป็นส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้มีอัตราการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง แต่เมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วอาหารสะสมในผลิตผลจะถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตและการสมานบาดแผล สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัดอย่างรวดเร็ว หลังเก็บเกี่ยวเพียง 1 วัน โดยจะเห็นได้ว่าค่า L* มีค่าลดลง สีบริเวณดังกล่าวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น ค่า a* และ ค่า b* บริเวณรอยตัดเริ่มมีเข้าใกล้สีแดงและสีเหลืองมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของหน่อไม้ไผ่ตงบริเวณส่วนโคนและส่วนกลางเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในการเก็บรักษาหน่อไม้โดยบรรจุลงในถุง PE ซึ่งสภาพภายในถุงมีอุณหภูมิเนื่องจากกระบวนการหายใจและเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ทำให้เกิดกระบวนการหมัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จึงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นด้วย จากการทดลองพบความแน่นเนื้อและการสูญเสียน้ำหมักของหน่อไม้หลังเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากในการทดลองนี้ ได้มีการบรรจุหน่อไม้ลงถุง PE ที่ไม่ได้เจาะรู (ภาพที่ 1) ดังนั้น น้ำที่ได้จากการคายน้ำในช่วงเริ่มต้นและจากการหายใจ จะรวมตัวกันทำให้สภาพภายในถุงอิ่มตัวไปด้วยน้ำ และควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ภายในถุง ดังนั้นอัตราการสูญเสียน้ำของผลิตผลจึงเกิดขึ้นได้น้อย แต่สภาพร้อนและความชื้นสูงเป็นสภาพที่เหมาะแก่การเข้าทำลายของเชื้อโรค จึงทำให้หน่อไม้เกิดการเน่าเสียหลังเก็บรักษาเพียง 1 วัน

จากการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงในสภาพอุณหภูมิ $5^0C$ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัดหลังเก็บรักษานาน 7 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยลดและช่วยชะลออัตราการหายใจของผลิตผล ดังจะเห็นได้ว่า อัตราการหายใจของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0C$ และ $10^0C$ มีอัตราการหายใจต่ำกว่าที่เก็บรักษาที่ $28^0C$ ถึง 5 เท่า (ภาพผนวกที่ 1) สอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ในทางตรงกันข้าม การผลิตเอทิลีนของหน่อไม้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10^0C$ กลับมีค่าสูงกว่าหน่อไม้ที่เก็บรักษาที่ $28^0C$ (ภาพผนวกที่ 2) ปริมาณเอทิลีนที่สูงขึ้นจะไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพและกระตุ้นให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หน่อไม้ไผ่ตงมีอายุเก็บรักษาน้อยกว่า 7 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ $10^0C$ ได้ นอกจากนั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่คงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10^0C$ แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมสภาพของหน่อไม้ เช่นการเปลี่ยนแป้งซึ่งเป็นอาหารสะสมเป็นน้ำตาล ดังนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10^0C$ จึงไม่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงและการทดลองที่ 3 จึงเลือกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0C$ เท่านั้น

ปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษา คือการลดอุณหภูมิของผลิตผลก่อนเก็บรักษา ซึ่งความร้อนจากแปลงและระหว่างขนส่ง ทำให้หน่อไม้มีการสะสมอุณหภูมิภายในหน่อสูงขึ้น ส่งผลให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ เช่น การหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่น ๆ เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นผลิตผลจึงเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (จริงแท้, 2538) จากการสังเกตพบว่าเมื่อเก็บรักษาหน่อไม้ที่อุณหภูมิ 5 หรือ $10^0$C ทันที่หลังเก็บเกี่ยว หน่อไม้มีการหายใจเพิ่มขึ้น และเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ เกาะอยู่ภายในถุงเป็นจำนวนมาก สภาพหยดน้ำดังกล่าว ส่งผลให้หน่อไม้มีการคายน้ำน้อยลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน และในบางหน่อกลับมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 7-14 วัน ด้วยเหตุนี้ ในการทดลองที่ 2 จึงไม่นำค่าการสูญเสียน้ำหนักและส่วนที่รับประทานได้ มาแสดงในผลการทดลอง (ตารางที่ 2 และ 3) และเป็นที่มาของการทดลองที่ 3 ที่ศึกษาผลของการลดอุณหภูมิ (pre-cooling) ด้วยวิธี room cooling ที่ $5^0$C ก่อนเก็บรักษา จากการทดลองพบว่า การทำ pre-cooling ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C สามารถยืดอายุหน่อไม้ไผ่ตงได้นานถึง 14 วัน (ตารางที่ 3) และเมื่อใช้การลดอุณหภูมิร่วมกับบรรจุภัณฑ์พบว่าการเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงในถุง PE และการหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC สามารถยืดอายุหน่อไม้ไผ่ตงได้นาน 14 วัน สามารถนำมาวางต่อที่อุณหภูมิ $28^0$C ได้อีก 1 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงพลาสติกและฟิล์มยืด PVC ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศภายในถุง กล่าวคือมีปริมาณออกซิเจนน้อยลงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพบรรยากาศปกติ (modified atmosphere, MA) ซึ่งสภาพดังกล่าวส่งผลให้หน่อไม้ มีอัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีช้าลง นอกจากนี้ถุงพลาสติกและฟิล์มยืดยังมีคุณสมบัติในการกีดขวางการเข้าออกของน้ำและอากาศ ลดการสัมผัสระหว่างหน่อไม้กับลมภายนอกบรรจุภัณฑ์โดยตรง ส่งผลหน่อไม้ในถุงพลาสติกและที่หุ้มด้วยฟิล์มยืดมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าหน่อไม้ที่ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ (ภาพที่ 6) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการหุ้มหน่อไม้ไผ่ตงด้วยฟิล์มยืด PVC ทำให้หน่อไม้มีคุณภาพดีที่สุด โดยมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเคมี และการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัดน้อยที่สุด (ตารางที่ 2, ภาพที่ 12 และภาพผนวกที่ 3-5) ทั้งนี้อาจเนื่องมาในการทดลองนี้ ได้ทำการหุ้มหน่อไม้เฉพาะบริเวณรอยตัดและด้านข้างของหน่อ แต่จะเปิดยอดให้มีการระบายน้ำที่เกิดจากการหายใจและการคายน้ำ เพื่อลดการเกิดการควบแน่นบริเวณผิวผล จึงทำให้หน่อไม้ที่หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC ไม่มีหยดน้ำเกาะที่หน่อหลังเก็บรักษาแต่อย่างไร ซึ่งการไม่มีการควบแน่นของหยดน้ำ อาจมีส่วนช่วยทำให้หน่อไม้มีคุณภาพดีใกล้เคียงกับก่อนเก็บรักษา ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

## สรุป

1. หน่อไม้ไผ่ตงบรรจุในถุงพลาสติก PE ไม่เจาะรูวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีอายุหลังเก็บเกี่ยวได้ 1 วัน

2. การเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงพันธุ์กิมซุงที่อุณหภูมิ $10^{0}$C สามารถเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงได้น้อยกว่า 7 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ $5^{0}$C ร่วมกับการลดอุณหภูมิ (room cooling ที่ $5^{0}$C) สามารถเก็บรักษาหน่อไม้ไผ่ตงได้นานถึง 14 วัน

3. การใช้ถุง PE และการหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้ไผ่ตงได้ถึง 4 เท่า และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีบริเวณรอยตัด การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงระหว่างการเก็บรักษา

## เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.

อัมพา คำวงษ์ 2550. ไผ่เศรษฐกิจ คู่มือปลูกไผ่เศรษฐกิจอย่างมืออาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด. 128 น.

Chang, T.R. and S.H. Yen. 2008. Studies on the precooling technique and marketing of bamboo shoot (*Bambusa oldhami* Munro). Acta Hort. 768:367-374.

Cheng, H.P. 1989. Vacuum cooling combined with hydrocooling and vacuum drying on bamboo shoots. Appl. Thermal Eng. 26, 17-18: 2168-2175.

Chen, R.Y., M.S. Liu. And M.J. Tsai. 1989. Postharvest handling and storage of bamboo shoot (*Bambusa oldhami* Munro). Acta Hort. 258: 309-316.

Kleinhenz, V., M. Gosbee, S. Elsmore, T.W. Lyall, K. Blackburn, K. Harrower and D.J. Midmore. 2000. Storage methods for extending shelf life of fresh edible bamboo shoots (*Bambusa oldhami* Munro). Postharvest biological and Technology. 19: 253-264.

Luo, Z., X. Xu and B. Yan. 2008. Accumulation of lignin and involvement of enzymes in bamboo shoot during storage. Eur. Food Res. Technol. 226: 635-640.

Pongprasert, C. and V. Wongs-Aree. 2007. Alleviation of browning and lignification in minimally processed sweet bamboo (*Dendrocalamus asper*) shoots by packaging. N.Z.J. Crop Hort. Sci. 35, 2: 253-257.

Shen, Q., F. Kong and Q. Wang. 2006. Effect of modified atmosphere packaging on the browning and lignification of bamboo shoots. J. Food Eng. 77: 348-354.

**ภาคผลวก**

ตารางผนวกที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 11.05a | 12.49a |
| ถุง PE | 3.83b | 3.26b |
| ฟิล์มยืด PVC | 3.31b | 3.88b |
| *F*-test | * | * |
| CV(%) | 62.73 | 73.71 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักส่วนที่รับประทานได้ของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 32.62 | 34.29 |
| ถุง PE | 33.32 | 36.74 |
| ฟิล์มยืด PVC | 30.31 | 34.79 |
| *F*-test | ns | ns |
| CV(%) | 13.09 | 8.04 |

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 3 ความแน่นเนื้อของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 4.40 | 4.41b |
| ถุง PE | 4.50 | 4.84ab |
| ฟิล์มยืด PVC | 4.02 | 5.30a |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 11.44 | 6.51 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan’ s Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความว่าง (L*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 80306 | 79.9b |
| ถุง PE | 79.84 | 73.20b |
| ฟิล์มยืด PVC | 80.38 | 79.51a |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 3.52 | 5.15 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan’ s Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่า (a*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 2.83 | 2.77b |
| ถุง PE | 3.00 | 4.28a |
| ฟิล์มยืด PVC | 2.83 | 2.55b |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 31.25 | 28.12 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่า (b*) บริเวณรอยตัดของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 17.21 | 16.83 |
| ถุง PE | 20.25 | 22.50 |
| ฟิล์มยืด PVC | 17.63 | 18.83 |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 14.24 | 21.65 |

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 4.50 | 5.00b |
| ถุง PE | 4.60 | 5.00a |
| ฟิล์มยืด PVC | 4.90 | 5.60b |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 6.74 | 7.60 |

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์แบบ Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

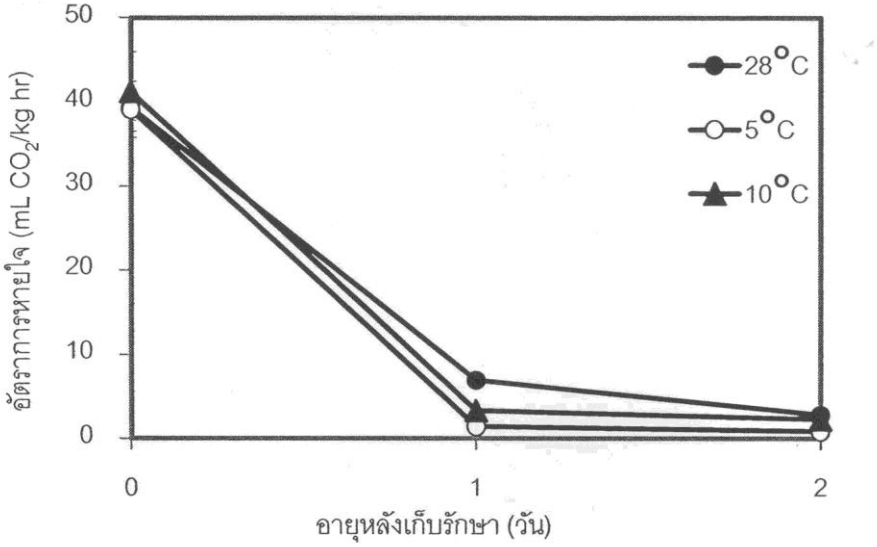
ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

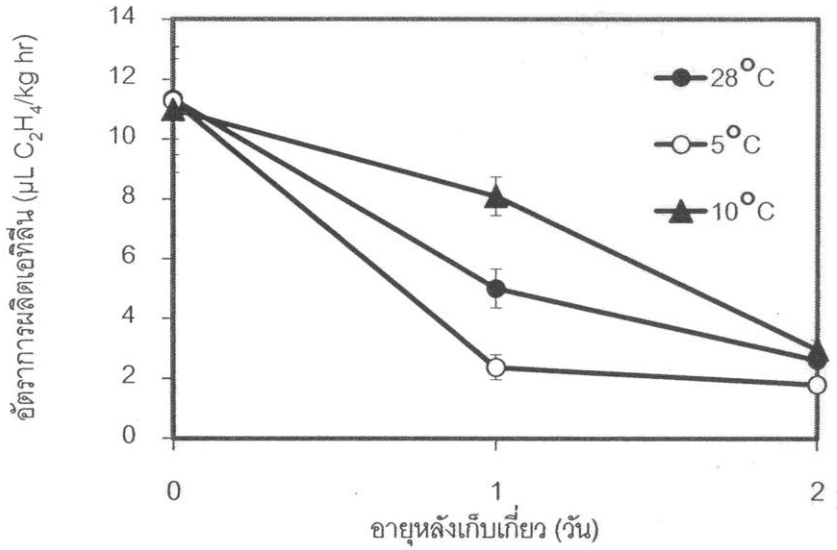
ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษาโดยใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

| ทรีทเมนต์ | อุณหภูมิ ($^0$C) และระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)[1/] | |
|---|---|---|
| | ($5^0$C) นาน 14 วัน | $5^0$C นาน 14 วัน + $28^0$C นาน 1 วัน |
| ชุดควบคุม (ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์) | 0.45 | 0.31 |
| ถุง PE | 0.40 | 0.32 |
| ฟิล์มยืด PVC | 0.32 | 0.33 |
| *F*-test | ns | * |
| CV(%) | 30.05 | 20.55 |

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ




ภาพผนวกที่ 1 อัตราการหายใจของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่าง ๆ




ภาพผนวกที่ 2 อัตราการผลิตเอทิลีนของหน่อไม้ไผ่ตงที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ภาพผนวกที่ 3 หน่อไม้ไผ่ตงที่ยังไม่เสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน โดยไม่ใสบรรจุภัณฑ์

ภาพผนวกที่ 4 หน่อไม้ไผ่ตงที่ยังไม่เสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^0$C เป็นเวลา 14 วัน ในถุง PE

ภาพผนวกที่ 5 หน่อไม้ไผ่ตงที่ยังไม่เสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5^{0}$C เป็นเวลา 14 วัน หุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC