

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง
2. โครงการวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใบตองกล้วยตานี
- กิจกรรม :-
- กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การยืดอายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Shelf Life Extension of 'Tanee' Banana Leaves

### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

#### หัวหน้าการทดลอง:

นางสาวปรางค์ทองกวางห้อง กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

#### ผู้ร่วมงาน:

นางศิริกานต์ศรีธัญรัตน์ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

นางสาวคมจันทร์สรงจันทร์ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

นางสาวอรณิชชา สุวรรณโณม ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย

### 5. บทคัดย่อ:

ใบตองหรือใบของกล้วย มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในรูปแบบของภาชนะบรรจุอาหาร งานประดิษฐ์ และตกแต่ง อย่างไรก็ตาม ใบตองยังมีปัญหาในเรื่องการสูญเสียคุณภาพและความสด จึงส่งผลให้มีอายุการใช้งานสั้น ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของใบตองมีหลายปัจจัย ซึ่งฤดูกาลเก็บเกี่ยวบรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของใบตองสดได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของใบตองพันธุ์ตานีโดยในปี 2559 เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ทำโดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) มาคัดคุณภาพ ทำความสะอาด ก่อนพับเป็นทบแล้วบรรจุในตะกร้าพลาสติก หลังจากนั้น นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม และในปี 2560 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานีโดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดู

หนาว ฤดูร้อนและฤดูฝน มาคัดคุณภาพและทำความสะอาด ก่อนพับเป็นทบแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ 1) ไม่บรรจุถุง 2) บรรจุถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (PP) และ 3) บรรจุถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (PE) ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ต่อมา ทำการทดลองเพิ่มเติมในช่วงการเก็บเกี่ยวฤดูร้อนและฤดูฝน โดยนำใบตองสดที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว มาพับเป็นทบและบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ คือ 1) ถุง PP ไม่เจาะรู 2) ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู 3) ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และ 4) ถุง PP ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองพบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาใบตองสดมีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองของใบ คงสภาพความสด และยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าอุณหภูมิเก็บรักษาที่สูงขึ้น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาใบตองกล้วยตานีในการทดลองนี้ คือ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วยให้เก็บรักษาใบตองสดได้นานที่สุดโดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้ การเก็บที่อุณหภูมิต่ำเกินไป (2 องศาเซลเซียส) ใบตองมีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า นอกจากนี้ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่ต่างกันส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของใบตองสดด้วยเช่นกัน โดยใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ของปี 2559 สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และในการเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ของปี 2560 ในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE แบบปิดผนึกกับพวกที่ไม่บรรจุถุง พบว่า ใบตองที่ไม่บรรจุถุงมีแนวโน้มเก็บรักษาได้นานกว่าการบรรจุในถุง PP และ PE โดยสามารถเก็บได้นาน 30 20 และ 25 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะใบตองที่บรรจุในถุงทั้งสองชนิดมีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบระหว่างการเก็บรักษาจึงมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ และเมื่อปรับปรุงสมบัติของถุง PP โดยการเจาะรูที่ถุง ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยคุณภาพของใบตองสดอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้

#### **Abstract:**

Banana leaves are widely used for food-wrapping, food-serving, packing material or decorative and symbolic purposes both in Thailand and overseas. However, loss of quality and freshness of banana leaves can affect the postharvest shelf life that are caused by many factors. Harvesting season, package and storage temperature are important factors to impact the quality of banana leaves. Therefore, the objective of this study was to determine the methods to improve the shelf life of fresh 'Tanee' banana leaves. In 2016, the effect of harvesting season and storage temperature on storage life of fresh 'Tanee' banana leaves was investigated. This work was carried out on banana leaves harvested during winter, summer

and rainy seasons of Thailand. The harvested leaves were sorted, cleaned and packed in plastic basket prior to storage at 2, 5, 10, 15°C and ambient temperature. Afterwards, the effect of packaging on storage quality of fresh banana leaves was studied in 2017. Fresh banana leaves harvested during winter, summer and rainy seasons were sorted, cleaned and then packed in polypropylene(PP) bag and polyethylene (PE)bag comparing to the unpacked leaves before storage at 5°C. Latter experiments, fresh banana leaves were carried out in the field during summer and rainy season. Selected leaves were packed in 4 types of packaging; 1) non-perforated PP bag, 2) PP bag with needle size of 4 perforations, 3) PP bag with needle size of 16 perforations and 4) PP bag with 0.5-cm-diameter of 16 perforations, before storage at the same temperature. For the results, it showed in first experiment that banana leaves stored at lower temperatures had the least weight loss, freshest and longest shelf life. The optimum storage temperature for fresh 'Tanee' banana leaves was at 5°C due to the storage at lower temperature(2°C) could lead to the browning on the surface of leaves at a short period. Moreover, the harvesting season also affected to the storage life of banana leaves. In conclusion, the leaves harvested in winter of 2016 had the longest storage life of 30 days at 5°C while those in summer and rainy seasons had shorter storage life. In the latter experiment, it provided that the unpacked banana leaves harvested during the winter, summer and rainy seasons in 2017 had longer shelf life of 30 20 and 25 days, respectively comparing to the other ones were packed in PP and PE bags after storage at 5°C. In addition, the storage life of fresh banana leaves could be improved by packing in PP bag with needle size of 16 perforations or PP bag with 0.5-cm-diameter of 16 perforations. These banana leaves harvested during summer and rainy seasons had the longest shelf life of 23 and 30 days, respectively with acceptable quality.

## 6. คำนำ:

ใบตอง หรือใบของต้นกล้วยพันธุ์ตานี (*Musa balbisiana* Colla) เป็นใบตองที่มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมสำหรับการห่อหรือเป็นภาชนะใส่อาหาร งานประดิษฐ์ และงานตกแต่งต่าง ๆ เนื่องจากใบตองกล้วยตานีมีขนาดใหญ่ ทางใบยาว มีสีเขียวเข้ม เนื้อละเอียดนิ่ม ไม่เปราะ ไม่ฉีกขาดง่าย และมีความเหนียวมากกว่าใบตองจากกล้วยชนิดอื่น ๆ ทำให้ดัดแปลงเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้สะดวก (งามทิพย์ และ สุขเกษม, 2536; เอกวิทย์, 2544) การส่งออกใบตองของประเทศไทยมีทั้งในรูปแบบใบตองสดและใบตองแช่แข็ง มีการส่งออกไปยังตลาดปลายทางทั้งในยุโรป อเมริกา เอเชีย และออสเตรเลีย โดยในปี พ.ศ. 2559 มีการส่งออกใบตองประมาณ 278

ต้น ไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศในแถบเอเชีย ออสเตรเลีย แคนาดา อียิปต์ ประเทศในสหภาพยุโรป นิวซีแลนด์ สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา (กรมวิชาการเกษตร, 2560; กรมศุลกากร, 2560)

ส่วนใหญ่ ประเทศไทยส่งออกใบตองในรูปแบบใบตองแช่แข็งมากกว่าใบตองสด เนื่องจากสามารถเก็บรักษาได้นานเหมาะกับการส่งออกไปยังประเทศปลายทางที่อยู่ไกล อย่างไรก็ตาม ใบตองที่ผ่านการแช่แข็งมีข้อเสียคือ มีสีค่อนข้างคล้ำ ไม่สด และหลังจากนำมาทำการละลายน้ำแข็งโดยการละลายใบตองแช่แข็งเป็นเวลาประมาณสองชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องก่อนนำออกจากบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้งานมักมีปัญหาในด้านคุณภาพความสด สี และไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน จึงไม่เหมาะกับงานด้านการตกแต่งสถานที่และงานฝีมือที่ต้องการใบตองที่ยังคงมีสีเขียวและมีความสด สำหรับการส่งออกใบตองสดไปตลาดปลายทาง ยังเป็นการขนส่งทางเครื่องบิน เช่น การส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น (บริษัท พีเคสยาม จำกัด, 2557) แต่การส่งออกทางเครื่องบินมีต้นทุนสูงอีกทั้งมีปัญหาเรื่องการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง ดังนั้น หากมีวิธีการในการจัดการเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดให้นานขึ้น จะมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนวิธีการและลดต้นทุนในการขนส่งใบตองสดไปจำหน่ายยังตลาดปลายทางได้

การรักษาคุณภาพและความสดของใบตองขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ ฤดูกาลเก็บเกี่ยว อุณหภูมิในการขนส่งและเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของใบตอง เป็นต้น ที่ผ่านมามีการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีหม้อ ตานีหิน กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอมทอง ที่อุณหภูมิ 5 10 15 และ  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส พบว่า ใบตองกล้วยพันธุ์ตานีหม้อมีอัตราการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดและมีอายุการใช้งานนานที่สุด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเก็บรักษาใบตองตานีหม้อในการศึกษานี้อยู่ระหว่าง 5-10 องศาเซลเซียส โดยเก็บได้นาน 1-2 สัปดาห์ (พีรพงษ์ และคณะ, 2554) แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญต่ออายุการเก็บใบตองสด นอกจากนี้ฤดูกาลที่เก็บเกี่ยวใบตอง (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว) ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาใบตองสดด้วยเช่นเดียวกัน

การบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึกเป็นลักษณะการเก็บรักษาแบบ modified atmosphere packaging (MAP) ซึ่งถือเป็นเทคนิคการยืดอายุผลิตภัณฑ์ทั้งผลหรือผลิตภัณฑ์ผ่านการตัดแต่งอีกวิธีหนึ่ง โดยเป็นการปรับสภาพบรรยากาศโดยรอบผลิตภัณฑ์ ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีองค์ประกอบของก๊าซในสัดส่วนที่เปลี่ยนแปลงไป ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ชนิดของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษา ซึ่งมักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขณะที่ก๊าซออกซิเจนมีความเข้มข้นต่ำลง ซึ่งสภาพบรรยากาศดัดแปลงดังกล่าวส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสามารถชักนำให้ผลิตภัณฑ์บรรจุในบรรจุภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมทั้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางสรีรวิทยาลดลง จึงช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายได้ (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ การใช้ MAP ที่มีผลต่อการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซรอบผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และก๊าซออกซิเจนต่ำสามารถส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (Farber *et al.*, 2003)

ดังนั้น ในการศึกษาค้างนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีภายใต้ฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน (ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน) เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดให้นานขึ้น

## 7. วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์
  - ผลิตผลสด ได้แก่ ใบตองสดจากต้นกล้วยพันธุ์ตานี ใบที่ 2-3 รองจากใบเหียน (ใบยอด)
  - อุปกรณ์สำหรับการบรรจุ ได้แก่ ถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (PP)ถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน (PE)กระดาษรอง ตะกร้าพลาสติก พร้อมฝา
  - อุปกรณ์ในการล้างและตัดแต่ง ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ผ้าสะอาด ถาด กระดาษกรอง ถุงมือ เป็นต้น
  - อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องวัดก๊าซ เครื่องวัดแรงดึง เป็นต้น
  - ห้องเย็น

### - วิธีการ

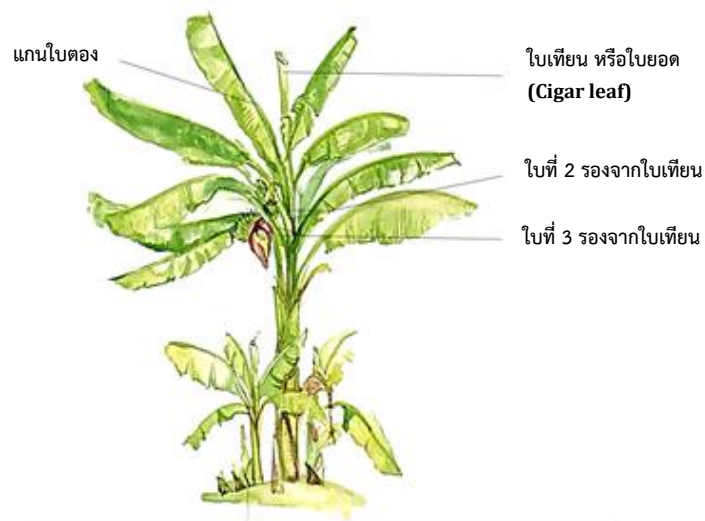
#### 1) ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

1.1วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ตามอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยแต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ

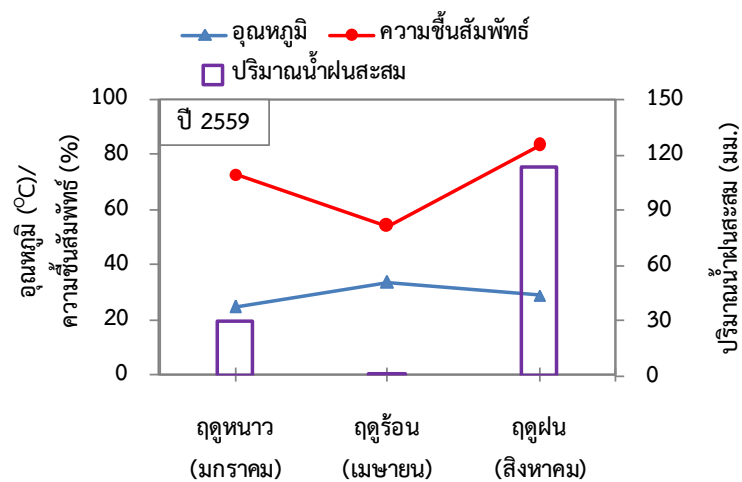
#### 1.2วิธีการทดลอง

1.2.1 เก็บเกี่ยวใบตองสดของกล้วยพันธุ์ตานี โดยตัดใบส่วนที่ 2-3 รองจากใบเหียนหรือใบยอด (ภาพที่ 1) จากสวนของเกษตรกร อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ของปี 2559 ดังแสดงในภาพที่ 2 คือ

- ฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว(มกราคม)24.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 72.9 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 29.0 มิลลิเมตร
- ฤดูร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว (เมษายน) 33.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 54.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 1.0 มิลลิเมตร
- ฤดูฝน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว (สิงหาคม) 29.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 113.8 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของต้นกล้วย



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนสะสม ในเดือนที่เก็บเกี่ยวใบตองสดของต้นกล้วยพันธุ์ตานีแต่ละฤดูกาลของปี 2559 ที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย, 2561)

1.2.2 นำใบตองสดที่คัดคุณภาพแล้วมาทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เช็ดด้วยผ้าแห้งก่อนเรียงขอบใบตองให้มีขนาดเท่ากันแล้วพับใบเป็นสี่ทบ (ขนาดพับประมาณ 500 กรัม) แล้วบรรจุในตะกร้าพลาสติกที่มีฝาปิดก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนดคือ

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิแวดล้อม (Tamb) ซึ่งข้อมูลอุณหภูมิแตกต่างกันในแต่ละฤดูที่เกี่ยวข้อง

- ฤดูหนาว (เดือนมกราคม) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 58.1 เปอร์เซ็นต์
- ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) อุณหภูมิเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 61.9 เปอร์เซ็นต์
- ฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) อุณหภูมิเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 64.0 เปอร์เซ็นต์

1.2.3 สุ่มตรวจสอบคุณภาพของใบตองสดหลังการเก็บรักษานาน 0 2 4 6 8 10 15 20 25 และ 30 วัน โดยกำหนดวันสิ้นสุดการเก็บรักษาในแต่ละอุณหภูมิเมื่อใบตองเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาลประมาณ 25% ของพื้นที่ใบทั้งหมด)

### 1.3 การบันทึกข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

#### 1.3.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss: %)

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

1.3.2 ความเหนียว เป็นการทดสอบแรงดึงที่ใช้ในการดึงใบตอง โดยการใช้แรงดึงที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ดึงใบตองให้ยืดออกและขาดออกจากกันเป็นสองส่วน ทำโดยนำใบตองสดขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 100 มิลลิเมตร มายึดด้วยหัวจับระหว่างสองข้างของด้านยาว จากนั้นจึงใช้แรงในการดึงใบตองด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA plus (Lloyd Instruments Ltd., UK) โหลดเซลล์ขนาด 1 กิโลนิวตัน ความเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อนาที ปริโหลด 0.5 นิวตัน วัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ใบตองขาดออกจากกัน โดยทำการทดสอบการดึงในส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของตัวอย่าง (ซ้ำละ 2 ตัวอย่าง) จากนั้น นำค่าเฉลี่ยของแรงดึงสูงสุดมาคำนวณ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ( $\text{N.mm}^{-2}$ )

$$\text{แรงดึง (Tensile tests; } \text{N.mm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{\text{_____}}$$

[ความหนาของใบ(มม.) X ความกว้างของใบ (มม.)]

1.3.3 การเปลี่ยนแปลงสีใช้เครื่องวัดสีระบบดิจิทัล (Color Reader) Minolta CR-10 ในระบบ Hunter Lab เป็น  $L^*$   $a^*$   $b^*$  (Hunt, 1998) สุ่มวัดด้าน บน กลาง และปลายใบ ตลอดความยาวของใบตอง จำนวน 6 จุด โดยที่

ค่า  $L^*$  คือ ค่าแสดงความสว่างของใบ (Lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า 0 = มีด และค่า 100 = สว่าง)

ค่า  $a^*$  คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและเขียว (Redness/Greenness) ถ้าค่า  $a^*$  มีค่าไปทางบวก หมายถึง สีแดง และถ้าค่า  $a^*$  มีค่าไปทางลบ หมายถึง สีเขียว

ค่า  $b^*$  คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) ถ้าค่า  $b^*$  มีค่าไปทางบวก หมายถึง สีเหลือง และถ้าค่า  $b^*$  มีค่าไปทางลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

1.3.4 คะแนนความสด (ให้เป็น 5 ระดับคะแนน) คือ 5 = สดมาก 4 = สด 3 = เล็กน้อย/เริ่มเหี่ยว 2 = เหี่ยว และ 1 = เหี่ยวมาก/หมดสภาพ โดยใบต้องยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน

## 2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

2.1วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยให้ชนิดของบรรจุภัณฑ์เป็น main plot และระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพระหว่างเก็บรักษาเป็น sub plot โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง

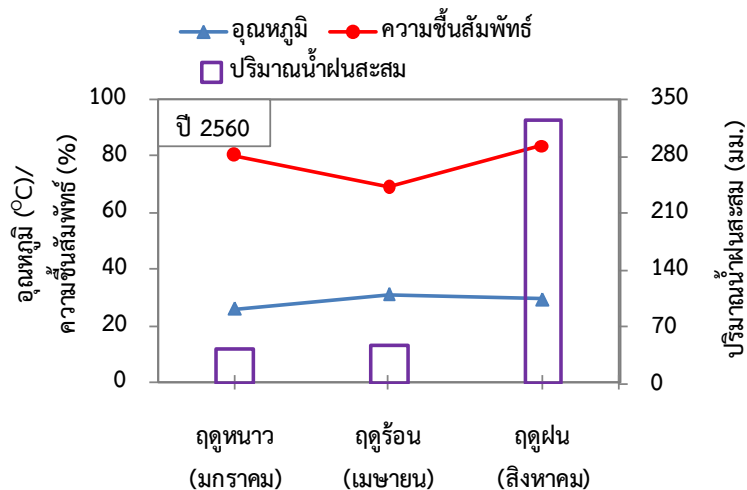
### 2.2วิธีการทดลอง

2.2.1 เก็บเกี่ยวใบตองสดของต้นกล้วยตานีจากสวนของเกษตรกร อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ของปี 2560 ดังแสดงในภาพที่ 3 คือ

- ฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว(มกราคม) 25.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 79.9 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 42.7 มิลลิเมตร)

- ฤดูร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว (เมษายน) 30.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.8 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 47.2 มิลลิเมตร)

- ฤดูฝน มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว (สิงหาคม) 29.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83.6 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 323.1มิลลิเมตร



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนสะสม ในช่วงที่เก็บเกี่ยวใบตองสดของต้นกล้วยตานีแต่ละฤดูกาลของปี 2560 ที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย



(ที่มา: สถาบันอุตุนิยมหาวิทยาลัยโซเทีย, 2561)

2.2.2 นำใบตองสดมาทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำผสมสารละลายไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เช็ดด้วยผ้าแห้งก่อนเรียงขอบใบตองให้มีขนาดเท่ากันแล้วพับใบเป็นสี่ทบ (ขนาดพับประมาณ 500 กรัม) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนดจำนวนกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่บรรจุถุง (สิ่งควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP)

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถุงพลาสติกชนิด polyethylene (PE)

จากนั้น นำใบตองสดไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 วัน แล้วสุ่มตรวจสอบคุณภาพของใบตองสดที่อายุการเก็บรักษา 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน

2.2.3 ทำการทดลองเพิ่มเติมในช่วงการเก็บเกี่ยวฤดูร้อนและฤดูฝน โดยนำใบตองสดจากแปลงเกษตรกรที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว มาพับเป็นทบและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวนกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรู

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. จำนวน 16 รู

เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วสุ่มตรวจสอบคุณภาพใบตองเช่นเดียวกับข้อ 2.2.2

2.3 การบันทึกข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพได้แก่

2.3.1 ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ภายในบรรจุภัณฑ์ โดยวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณก๊าซรุ่น Checkmate3 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> Headspace Analyser (Dansensor A/S, Denmark)

2.3.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss: %)

2.3.3 การเปลี่ยนแปลงสีอ่านค่าเป็น  $L^* a^* b^*$

2.3.4 คะแนนความสด

**ตารางที่ 1** สมบัติความหนา อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (oxygen Transmission Rate, OTR) และอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate, WVTR) ของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง

ชนิดของบรรจุภัณฑ์	ความหนา (มม.)	ค่า OTR (มล./ม <sup>2</sup> /วัน)	ค่า WVTR (กรัม/ม <sup>2</sup> /วัน)
ถุงชนิด polypropylene (PP)	0.030	9,963	14.8

ถุงชนิด polyethylene (PE)	0.028	10,353	18.6
---------------------------	-------	--------	------

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา	เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2560
สถานที่ทำการทดลอง	- แปลงปลูกกล้วยพันธุ์ตานี อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย - อาคารปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์:

### 1) ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

จากการเก็บรักษาใบตองสดของกล้วยพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูกลางต่าง ๆ (หนาว ร้อน และฝน) ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน ดังแสดงในภาพที่ 4) พบว่า

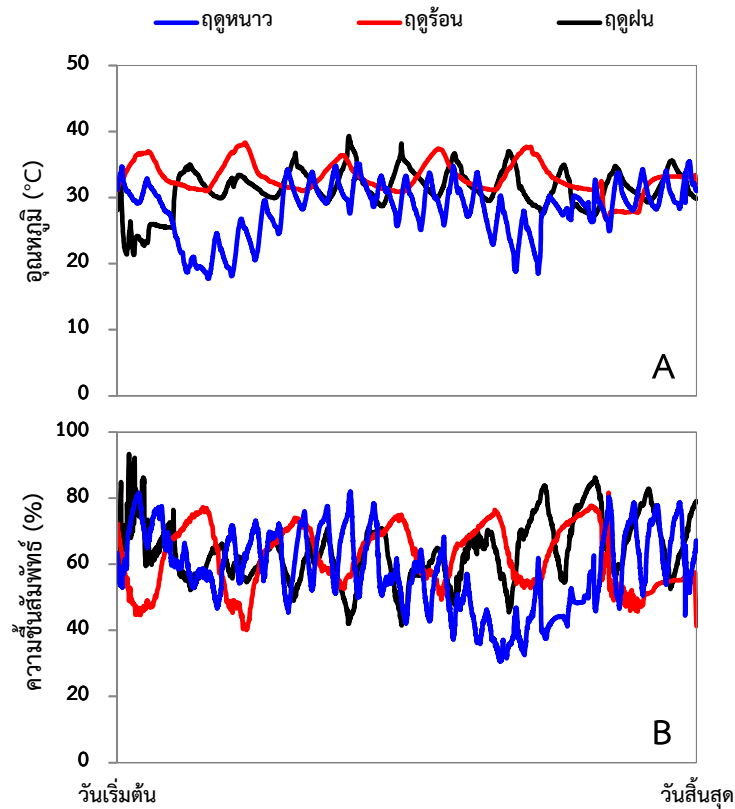
#### เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตอง

เนื่องจากผลิตผลสดชนิดต่าง ๆ มีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหายใจ (จริงแท้, 2546) ใบตองก็เช่นเดียวกัน ยังคงมีการหายใจและการคายน้ำแม้หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ซึ่งการสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ใบตองเกิดการสูญเสียน้ำหนักของตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ดังเห็นได้จากผลการทดลอง ใบตองสดในทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษามีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่นานขึ้นโดยใบตองที่เก็บเกี่ยวในทุกช่วงฤดูกาลมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส(ภาพที่ 5) นั่นคือ ในฤดูหนาว ใบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 11.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 5A) ส่วนใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.7 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 17.0 เปอร์เซ็นต์ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 5B) ขณะที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ที่อายุการเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มขึ้นถึง 19.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 5C) ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 15 องศาเซลเซียสใบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน (อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส เก็บรักษานาน 30 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เก็บรักษานาน 8 วัน) โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.02.5 และ 3.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับหลังการเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 14.623.0 และ 13.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 5A) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.3 3.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับที่อายุเก็บรักษานาน 2 วัน แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 23.625.4 และ 11.3 เปอร์เซ็นต์

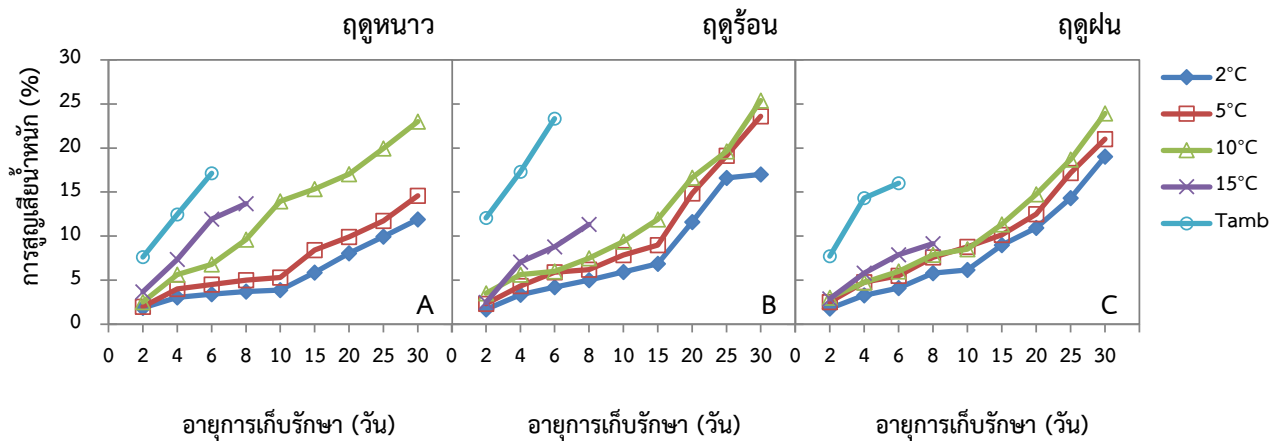
ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 5B) สำหรับการสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 2.5 3.0 และ 2.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มขึ้นถึง 21.0 23.9 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา(ภาพที่ 5C)ขณะเดียวกัน ใบตองสดในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (หนาว ร้อน และฝน) ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงที่สุดในอายุการเก็บรักษาเดียวกัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 7.6 12.1 และ 7.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 2 วัน แล้วเพิ่มสูงขึ้นเป็น 17.1 23.3 และ 16.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพที่5) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ให้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการผลิตเอทิลีน เกิดช้าลงด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเหล่านี้ลดลง จึงส่งผลในการชะลอกระบวนการคายน้ำด้วย (จริงแท้, 2546) ขณะที่ผลิตผลสดที่เก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นและทำให้กระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เซลล์จึงเกิดการเสื่อมสภาพ ผนังเซลล์มีความเปราะบางและสารต่าง ๆ ซึมผ่านได้ง่าย การเคลื่อนย้ายของอนุภาคน้ำออกจากเซลล์และการคายน้ำของเซลล์จึงยิ่งเพิ่มสูงขึ้น ผลิตผลสดจึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพ เช่น การสูญเสียความมันวาว การนิ่ม การเหี่ยวแห้งของผิว รวดเร็วขึ้น (Paull and Chen 1989; Lee *et al.*, 1995) สอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่การเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 2 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์) จึงมีส่วนช่วยให้การคายน้ำของใบตองสดเกิดขึ้นช้าลง ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมซึ่งมีอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า(อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 58.1 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูหนาวอุณหภูมิเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 61.9 เปอร์เซ็นต์ในฤดูร้อน และอุณหภูมิเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 64.0 เปอร์เซ็นต์ในฤดูฝน) ดังเห็นในภาพที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสดได้ (Nunes, 2008) สอดคล้องกับการศึกษาการทดสอบผลของอุณหภูมิต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสดที่ผ่านๆ มา เช่น การเปรียบเทียบระหว่างการใช้อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิแวดล้อมในการเก็บรักษาหรือคโคลีสดพบว่า การเก็บรักษาในตู้แช่เย็น (อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1.4 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 7 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง(อุณหภูมิ 12-22 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 9 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะเวลาเดียวกัน (Song andThornalley, 2007) การทดสอบการเก็บรักษากะหล่ำปลี พบว่า กะหล่ำปลีมีการสูญเสียน้ำหนักที่อุณหภูมิแวดล้อม(28 องศาเซลเซียส) มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 หรือ 10 องศาเซลเซียส (Kramchote *et al.*, 2012)

สำหรับผลกระทบของฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองสด พบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีแนวโน้มการเกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาต่ำกว่าใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ ทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยเห็นได้ชัดเจนในใบตองซึ่งเก็บรักษาที่ 2 และ 5 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ใบตองได้รับในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บเกี่ยว เช่น

อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความเข้มแสง เป็นต้น ซึ่งจากข้อมูลในภาพที่ 2 และ 4 สภาพบรรยากาศในช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ (24.7 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 73เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนพอสมควร (29.0 มิลลิเมตร) ส่วนฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด (33.8 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 54เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนต่ำมาก (1.0 มิลลิเมตร) ขณะที่ช่วงฤดูฝนมีอุณหภูมิในสภาพบรรยากาศค่อนข้างสูง (29.1 องศาเซลเซียส) แต่มีปริมาณน้ำฝนสูง (113.8 มิลลิเมตร) จึงทำให้มีปริมาณความชื้นในอากาศสูงกว่าฤดูกาลอื่น (83.5 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่าในสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงทั้งในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวช่วยให้ใบตองมีคุณภาพโดยรวมดีกว่าและส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักและการเสื่อมคุณภาพช้ากว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เนื่องจากในสภาวะที่พืชอยู่ในสภาพขาดน้ำหรือได้รับความร้อนสูงจะมีผลกระทบต่อการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อเซลล์พืชมีความร้อนสูงจากภายนอกหรือจากการหายใจของพืชเอง พืชจะมีการระบายความร้อนออกไปในรูปของน้ำที่กลายสภาพเป็นไอแล้วถูกดันให้เคลื่อนที่ออกจากเซลล์ทางปากใบ เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิภายในเซลล์ไม่ให้สูงเกินไป (จริงแท้, 2546) อย่างไรก็ตาม เมื่อใบพืชมีการสูญเสียน้ำออกไป พืชมีการปรับตัวโดยการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำและรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ไว้ (จริงแท้, 2546; Hsiao,1973; Jones,1998; Chaves *et al.*,2002) แต่การที่ปากใบพืชปิด ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (สารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์แสง) และก๊าซออกซิเจน (สารตั้งต้นสำหรับการหายใจ) ซึ่งมีการเข้าสู่พืชทางปากใบลดลง พืชจึงมีอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจลดต่ำลง เป็นผลให้การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง (จริงแท้, 2546; Irmak, 2016) ขณะเดียวกันอุณหภูมิในใบพืชเพิ่มสูงขึ้น พืชที่เก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกในช่วงนี้จึงมีความร้อนสะสมอยู่ในพืช (field heat) สูง ส่งผลกระทบให้พืชมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อมเพราะมีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำ ซึ่งจากผลการทดลองในครั้งนี้ ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วเก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วและสูงที่สุด (ภาพที่ 5) เพราะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำตั้งแต่ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวจนถึงระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 2 และ 4) ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฝนมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 5) ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมตั้งแต่ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวจนถึงระหว่างการเก็บรักษาแม้ในฤดูหนาวมีอุณหภูมิแวดล้อมที่ต่ำกว่าแต่มีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศที่ต่ำกว่าในฤดูฝนด้วย จึงอาจทำให้การตอบสนองของพืชต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้รับส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่ไม่แตกต่างกันมาก (ภาพที่ 2 และ 4)



ภาพที่ 4 อุณหภูมิ (A) และความชื้นสัมพัทธ์ (B) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อมของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน



ภาพที่ 5 การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

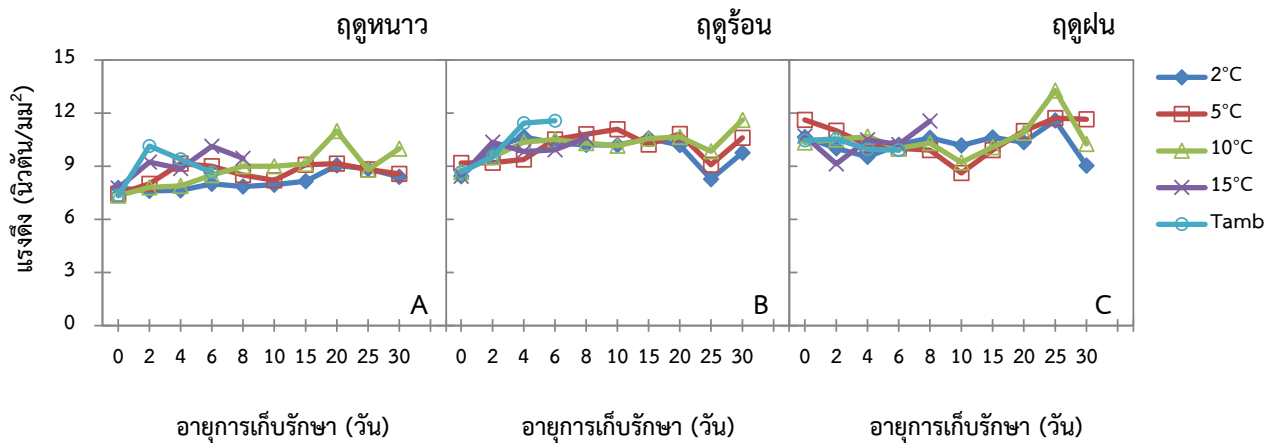
### ความเหนียวของใบตอง

ในการทดสอบความเหนียวของใบตอง โดยการวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบตองให้ขาดออกจากกัน เป็นสองส่วน หากแรงที่ใช้ดึงมีค่าสูงแสดงว่าใบตองมีความเหนียวมาก จากผลของการทดลองพบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีค่าแรงดึงเฉลี่ย 7.8 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรกของการทดลอง และมีค่าแรงดึงขึ้นลงอยู่ระหว่าง 7.6-8.15 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร จนเพิ่มสูงขึ้นเป็น 9.0 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังเก็บรักษานาน 20 วัน จากนั้นแรงดึงมีค่าลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ใบตองมีค่าแรงดึงสูงสุดขึ้น ๆ ลง ๆ ที่ค่าเฉลี่ย 7.4 และ 7.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา จนกระทั่งถึงอายุการเก็บรักษาที่ 20 วัน ใบตองมีค่าแรงดึงสูงถึง 9.1 และ 11.0 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ก่อนมีค่าแรงดึงลดลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ใบตองมีค่าแรงดึงเฉลี่ย 7.8 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรก แล้วมีค่าแรงดึงสูงสุด 10.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน จากนั้นค่าแรงดึงลดลงเป็น 9.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน สำหรับใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีค่าแรงดึงเริ่มต้นที่ 7.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 10.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นแรงดึงลดลงจนถึงที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพที่ 6A) ส่วนแรงดึงสูงสุดของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มเช่นเดียวกับใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คือ ค่าแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาในระดับที่ขึ้น ๆ ลง ๆ ก่อนจะลดลงในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ใบตองมีแรงดึงเฉลี่ย 8.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรก แล้วเพิ่มขึ้นระหว่าง 10.0-10.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร จนเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ค่าแรงดึงลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) ใบตองสดเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแรงดึงเฉลี่ย 9.2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 11.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังเก็บรักษานาน 10 วัน จากนั้นค่าแรงดึงเริ่มลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส แรงดึงสูงสุดเฉลี่ยของใบตองมีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ระหว่าง 8.7-11.6 และ 8.4-10.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา และที่อุณหภูมิแวดล้อม แรงดึงสูงสุดเฉลี่ยของใบตองเพิ่มขึ้นจาก 8.7 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 11.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังการเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพที่ 6B) สำหรับแรงดึงสูงสุดของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แม้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ แต่ค่าแรงดึงในทุกอุณหภูมิค่อนข้างแปรปรวนตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.6-13.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบแรงดึงสูงสุดของทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ช่วงเวลาเดียวกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 6C)

ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้นใบตองมีแนวโน้มที่จะมีความเหนียวมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากใบตองมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาทำให้โครงสร้างของเซลล์มีการหดตัว ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสลดลงจึงมีการเกาะตัวกันแน่นขึ้น ใบจึงมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น

สอดคล้องกับการศึกษาของ Hedderson *et al.* (2008) ที่พบว่า เมื่อพืชอยู่ในสภาพที่มีการสูญเสียน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าแรงดึง หรือ leaf tensile strength เพิ่มขึ้น ส่วนการที่ค่าแรงดึงสูงสุดของใบลดลงอาจเกิดจากใบตองเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพ (leaf senescence) ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายในการพัฒนาคุณภาพของพืช โดยที่โครงสร้างของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสลายตัว เช่น การสลายตัวของ chloroplast (Dodge, 1970) เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและกระบวนการเผาผลาญอาหารเพิ่มขึ้น มีการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่ชักนำเข้าสู่การชราภาพ ได้แก่ abscisic acid (ABA) salicylic acid (SA) jasmonic acid (JA) auxin ethylene และ brassinosteroids (BR) ขณะที่ฮอร์โมนที่ชะลอการชราภาพ เช่น cytokinins และ polyamines มีการสลายตัว รวมถึงการแสดงออกของยีนบางตัว เช่น ยีนกลุ่ม S40 (Gan, 2003; Jibrán *et al.*, 2013; Jehanzeb *et al.*, 2017) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิที่เก็บรักษา ค่าแรงดึงสูงสุดของใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มของแรงดึงที่ใช้ในการดึงใบตองต่ำกว่าพวกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ให้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เกิดขึ้นช้าลงด้วย (จริงแท้, 2546)

เมื่อพิจารณาแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบให้ขาดจากกันของใบตองที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (วันแรกของการเก็บรักษา) พบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยโดยรวมของแรงดึงใบตองในที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนตามลำดับ (ภาพที่ 6) และเมื่อสังเกตค่าแรงดึงเฉลี่ยของใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อม ใบตองที่เก็บเกี่ยวจากแต่ละฤดูกาลมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นมีค่าลดลง ขณะที่ใบที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นสูงกว่าและมีค่าสูงที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ส่วนใบที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน ค่าแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยไม่เพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา และเริ่มลดลงหลังการเก็บรักษานาน 2 วัน (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมีผลต่อความเหนียวของใบตอง ซึ่งเป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับมีอิทธิพลต่อโครงสร้างและองค์ประกอบทางชีวเคมีของใบตอง สอดคล้องกับการศึกษาของ Sams (1999) ที่กล่าวว่า ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับ สามารถส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของผลิตผลสดได้นอกจากนี้ Nunes (2008) ยังรายงานว่า สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ โครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพการรับประทานของผักและผลไม้



**ภาพที่ 6** ความเหนียว (แรงดึง) ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.5 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

#### การเปลี่ยนแปลงสีของใบตอง

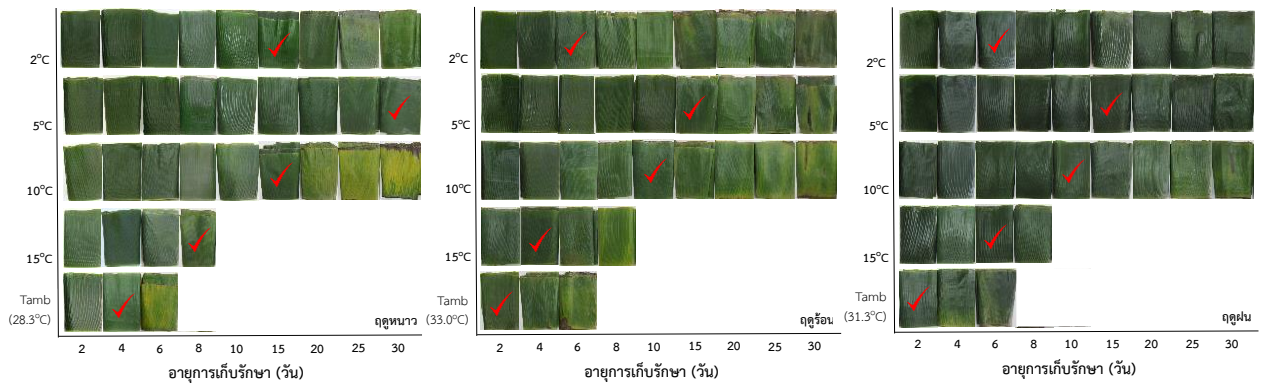
ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีของใบตองสดจากค่าวัดสี โดยอ่านเป็นค่า  $L^*$  ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสว่างของใบ ค่า  $a^*$  แสดงค่าความเป็นสีเขียวหรือสีแดงของใบ และค่า  $b^*$  แสดงค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงินของใบ และจากการตรวจสอบจากลักษณะปรากฏของสีใบตอง (ภาพที่ 7) ซึ่งโดยภาพรวมใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา (2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม) มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏของผิวใบตอง นั่นคือ ใบตองมีค่าความสว่างมากขึ้น ความเป็นสีเขียวลดลง และใบมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ในส่วนของค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่างของผิวใบ ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  ในระดับที่ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา ระหว่าง 30.6-31.6 แสดงว่าที่อุณหภูมินี้ค่าความสว่างของใบตองไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ค่า  $L^*$  มีการเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาแต่อยู่ในระดับที่ไม่สูงจากวันแรกมากนัก ค่า  $L^*$  เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 30.2 ในวันแรกเป็น 33.5 หลังการเก็บรักษานาน 30 วัน แสดงว่าใบตองมีความสว่างของใบเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นชัดเจนที่สุด โดยค่า  $L^*$  เฉลี่ย 30.6 ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 34.3 หลังเก็บรักษานาน 15 วัน ก่อนจะเพิ่มขึ้นอีกจนถึง 48.1 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) ซึ่งหมายถึงใบตองเก็บรักษาเป็นเวลานานที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างของใบเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ขณะที่ใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) มีค่า  $L^*$  จาก 30.9 และ 31.4 ตามลำดับ ในวันแรก

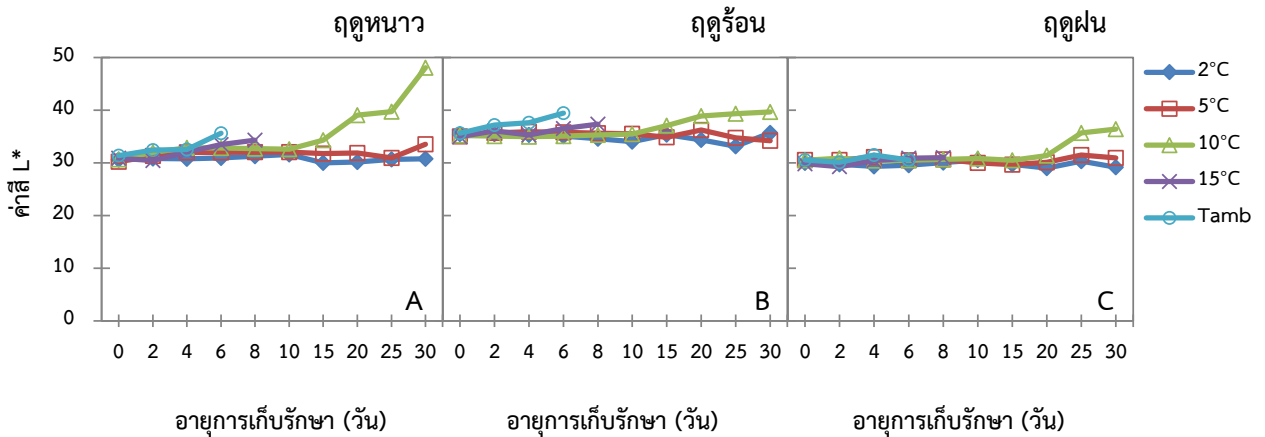


ของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 34.3 และ 35.6 หลังการเก็บรักษานาน 8 และ 6 วัน ตามลำดับ แสดงว่า ไบโตนมีค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้นเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า  $L^*$  ของไบโตนที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่ามีการการเพิ่มขึ้นของค่า  $L^*$  รวดเร็วและชัดเจนกว่าพวกที่เก็บรักษาในช่วงเวลาเดียวกันที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 8A) ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของไบโตน สำหรับไบโตนที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า  $L^*$  เช่นเดียวกับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คือไบโตนสดมีค่า  $L^*$  เฉลี่ยหรือความสว่างของไบโตนเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าส่งผลให้ไบโตนมีค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเร็วและสูงกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลาเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  เฉลี่ยในไบโตนที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาจาก 35.2 ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 35.7 34.2 39.7 37.3 และ 39.4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ (ภาพที่ 8B) ส่วนไบโตนที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  หรือความสว่างของไบโตนตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาในแต่ละอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มากนักยกเว้นพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของค่า  $L^*$  อย่างชัดเจน โดยที่ไบโตนเก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา 30 วันระหว่าง 29.0-30.0 และ 29.6-31.4 ตามลำดับ แสดงว่าไบโตนมีค่าความสว่างของไบโตนไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่ไบโตนเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  เฉลี่ยจาก 30.5 ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 36.4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นไบโตนมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น ขณะที่การเก็บรักษาไบโตนสดในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส) ค่า  $L^*$  หรือความสว่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน โดยมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 29.8-31.0 และ 30.1-31.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 8C) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า  $L^*$  ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน ไบโตนมีแนวโน้มของค่า  $L^*$  เฉลี่ยหรือความสว่างมากกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า (ภาพที่ 8)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่างของไบโตนในฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน พบว่าไบโตนเก็บเกี่ยวที่ฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่า  $L^*$  เฉลี่ยในวันแรกของการเก็บรักษาใกล้เคียงกันที่ 30.6 และ 30.3 ขณะที่ไบโตนเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า  $L^*$  เฉลี่ย 35.2 ในวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งสูงกว่าฤดูกาลอื่น ๆ (ภาพที่ 8) แสดงว่าไบโตนที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนมีความสว่างของไบโตนมากกว่า โดยสังเกตได้จากลักษณะปรากฏของไบโตนในภาพที่ 7 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไบโตนที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนได้รับอิทธิพลของความสว่างจากสีเหลืองซึ่งเป็นสีอินทอโนสว่างที่กระจายอยู่บนผิวไบโตนทำให้ค่าความสว่างที่วัดได้สูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนโดยเฉพาะไบโตนที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนซึ่งมีความเข้มของไบโตนสูงเพราะมีโทนสีของไบโตนที่เป็นสีเขียวเข้มกว่า นอกจากนี้ การที่ไบโตนเริ่มมีเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่างของไบโตนเพิ่มสูงขึ้นด้วย



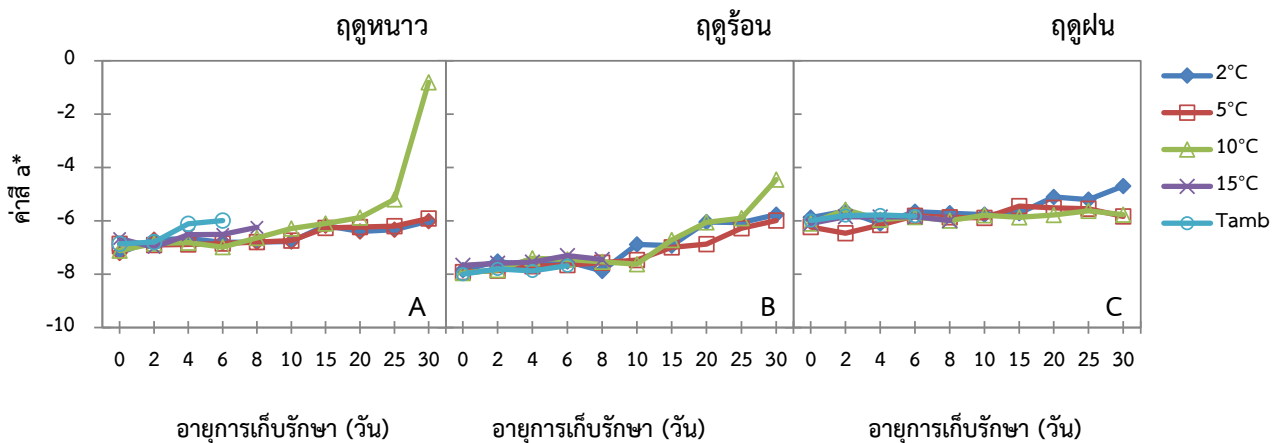
ภาพที่ 7 ลักษณะปรากฏของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม นาน 30 วัน



ภาพที่ 8 ค่าสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

การเปลี่ยนแปลงของค่า a\* เพื่อดูแนวโน้มความเป็นสีเขียวของใบตองสด พบว่า เมื่อเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) ในทุกอุณหภูมิ (2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม) เป็นเวลานานขึ้น ใบตองทุกกรรมวิธีมีค่า a\* เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแสดงว่าใบตองสดมีการลดลงของสารสีเขียว และเมื่อพิจารณาจากแต่ละฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากฤดูหนาวมีค่า a\* เฉลี่ย -6.9 ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นค่า a\* เพิ่มสูงขึ้นเป็น -6.0 -5.9 -0.8 -6.2 และ -6.0 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 30 30 8 และ 6 วัน ตามลำดับ) ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 9A) โดยใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a\*

ไม่มากนัก แสดงว่าความเป็นสีเขียวของใบลดลงแต่ไม่เด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับใบตองเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งค่า  $a^*$  มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และสีของใบมีความเป็นสีเขียวลดลงและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 7) ส่วนใบตองเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม มีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นสูงกว่าใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลาเดียวกัน หมายความว่าใบตองมีสีเขียวลดลงในระยะเวลาอันสั้นโดยที่ใบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 7) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงขึ้น ใบตองมีความเป็นสีเขียวลดลงเร็วขึ้นด้วย เช่นเดียวกันกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนซึ่งมีค่า  $a^*$  เฉลี่ย -7.9 ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นเป็น -5.8 -6.0 -4.5 -7.5 และ -7.7 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)ตามลำดับ (ภาพที่ 9B) ซึ่งหมายถึงใบตองมีค่าความเป็นสีเขียวลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น และการลดลงของสีเขียวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาใบตองในอุณหภูมิที่สูงกว่า (ภาพที่ 7) สำหรับใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)มีการเพิ่มขึ้นของค่า  $a^*$  ในช่วงที่ทำการเก็บรักษาเช่นกันแต่ไม่สูงมากนัก โดยมีค่า  $a^*$  เฉลี่ยจาก -6.1 ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น -4.7-5.8 -5.8 -6.0 และ -5.8 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 9C) ซึ่งหมายความว่าใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีการสูญเสียความเป็นสีเขียวของใบระหว่างการเก็บรักษาช้ากว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏของใบตองในภาพที่ 7จะเห็นได้ชัดเจนว่า ใบตองที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนมีใบสีเขียวเข้มกว่าและความเป็นสีเขียวลดลงช้ากว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูการร้อนและหนาว

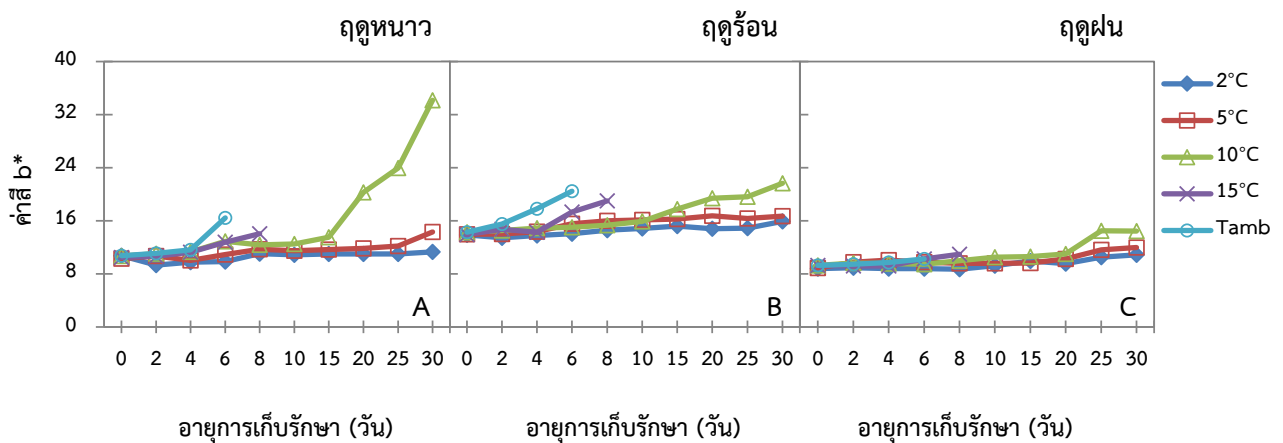


ภาพที่ 9 ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน)นาน 30 วัน

การที่ใบต้องมีการสูญเสียความเป็นสีเขียวระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากพืชเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพ (leaf senescence) โครงสร้างของเซลล์เกิดการสลายตัวโดยเริ่มต้นจากการสลายตัวของคลอโรพลาสต์ (Dodge, 1970) สารคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวภายในคลอโรพลาสต์เกิดการย่อยสลายและเริ่มลดระดับความเป็นสีเขียวลงโดยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในรูปของ pheophorbide a (Pheo a) จากนั้นเปลี่ยนรูปเป็น red chlorophyll catabolite (RCC) ซึ่งมีสีแดงก่อนจะอยู่ในรูปที่ไม่มีสี (primary fluorescent chlorophyll catabolites; pFCC) และทำปฏิกิริยาจนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสารไม่เรืองแสงหรือ nonfluorescent chlorophyll catabolites (NCCs) เช่น Mc-FCC-56 หรือ Hv-NCC-1 ดังนั้น เมื่อใบต้องมีความเป็นสีเขียวลดลงและเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพใบต้องจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงขณะที่ปริมาณ fluorescent chlorophyll catabolites (FCCs) เพิ่มขึ้น (Matile *et al.*, 1996; Kräutler, 2008; Vergeiner *et al.*, 2013) ส่วนการที่ใบต้องสดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มความเป็นสีเขียวลดลงช้ากว่าพวกที่เก็บในอุณหภูมิที่สูงกว่านั้น อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ให้ช้าลง ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ จึงเกิดขึ้นช้าลง ทำให้พืชเข้าสู่ระยะชราภาพช้าลงด้วย (จริงแท้, 2546) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่า  $a^*$  ของใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ พบว่า ใบต้องที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนมีค่า  $a^*$  วันเริ่มต้นสูงที่สุดซึ่งหมายถึงใบมีความเป็นสีเขียวต่ำ แต่เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏในภาพที่ 7 ใบต้องมีสีเขียวเข้มกว่าใบที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว ทั้งนี้การที่ค่า  $a^*$  ที่อ่านค่าได้มีค่าไม่สอดคล้องกับลักษณะปรากฏที่เห็นอาจเป็นเพราะในฤดูฝนพืชได้รับน้ำและแสงแดดอย่างเต็มที่ จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี ใบมีความสมบูรณ์และสามารถสังเคราะห์แสงได้มากเนื่องจากคลอโรฟิลล์สามารถดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้สูง และเมื่อพืชมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงจึงมีการดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดงแล้วสะท้อนคลื่นแสงสีเขียวออกมา ทำให้มองเห็นใบพืชเป็นสีเขียวชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม การที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มาก พืชจึงมีปริมาณน้ำตาลที่เป็นผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงมากขึ้นด้วย เมื่อพืชมีการสะสมของปริมาณน้ำตาลสูง ส่งผลให้เซลล์พืชมีการผลิตสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน และม่วงแดง เพิ่มขึ้นและสะสมอยู่ร่วมกับสารคลอโรฟิลล์ (Alkema and Seager, 1982) ดังนั้น เมื่อทำการวัดสีและอ่านออกมาเป็นค่าสี  $a^*$  ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกได้ทั้งความเป็นสีเขียวและสีแดง ใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนจึงมีค่า  $a^*$  สูงกว่าใบต้องที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลอื่นแม้ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่าเมื่อมองด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ การที่ใบต้องเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าสีเขียวน้อยกว่าใบต้องเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน อาจเกิดจากการที่พืชผลิตสารคลอโรฟิลล์ได้น้อยลงเพราะมีการสังเคราะห์แสงลดลงในสภาพที่มีปริมาณและความเข้มแสงต่ำ ผิวใบต้องจึงสะท้อนสีเขียวออกมาได้น้อยกว่าใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ (Alkema and Seager, 1982)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $b^*$  หรือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของใบต้อง โดยที่ถ้าค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นแสดงว่าใบต้องมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองพบว่า ใบต้องที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลมีแนวโน้มของค่าสี  $b^*$  เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นในทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา แต่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าส่งผลให้ใบต้องเกิดการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า (ภาพที่ 7 และ 10) โดยใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว มีค่า  $b^*$  เฉลี่ย 10.6 ในวันเริ่มต้นการเก็บรักษา จากนั้น

เพิ่มสูงขึ้นเป็น 11.3 14.3 34.2 14.1 และ 16.4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (อายุการเก็บรักษานาน 30 30 30 8 และ 6 วัน ตามลำดับ) ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 10A) ทั้งนี้ การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ค่า  $b^*$  มีการเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แสดงว่าใบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาแต่ไม่เด่นชัด ขณะที่การเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นมากอย่างชัดเจนที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน โดยเฉพาะตั้งแต่ที่อายุการเก็บรักษานาน 20 วัน ค่า  $b^*$  ของใบตองเก็บที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองได้ชัดเจนจากลักษณะปรากฏของใบตองดังภาพที่ 7 ส่วนการเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นมากกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน โดยเฉพาะใบตองเก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อม มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษานานเพียง 6 วัน (ภาพที่ 7) ในกรณีของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน ค่า  $b^*$  เฉลี่ยในวันเริ่มต้น คือ 14.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว หมายความว่า สีของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส) ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นเป็น 15.9 16.7 21.6 19.0 และ 20.4 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 10B) นั่นคือ ใบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น เช่นเดียวกันกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว อีกทั้งค่าความเป็นสีเหลืองยังเพิ่มขึ้นมากกว่าและเร็วกว่าเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบโดยภาพรวมในการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบตองจากลักษณะปรากฏ ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบเร็วกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ยกเว้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเด่นชัดมากกว่า (ภาพที่ 7) ส่วนการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในระหว่างการเก็บรักษาของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน พบว่า ค่า  $b^*$  เฉลี่ยของใบตองเท่ากับ 9.1 ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ (ภาพที่ 10C) แสดงว่า ใบตองที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนมีความเป็นสีเหลืองต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏจะเห็นได้ว่าใบตองมีสีเขียวเข้มมากที่สุด (ภาพที่ 7) และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส) ค่า  $b^*$  มีการเพิ่มขึ้นเป็น 10.9 12.0 14.4 11.0 และ 10.2 ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 30 30 8 และ 6 วัน ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงใบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา และการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเกิดขึ้นเร็วกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่สูงกว่าเช่นเดียวกับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ แต่ค่า  $b^*$  มีการเพิ่มขึ้นไม่สูงมาก แสดงว่าใบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองไม่มากนัก ซึ่งเห็นได้จากลักษณะปรากฏของใบตองในภาพที่ 7 ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนยังคงมีสีเขียวเข้มและสีเขียวมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงสีใบเห็นได้ชัดเจนในพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 10 ค่าสี  $b^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

การที่ใบตองอยู่ในสภาวะที่มีการย่อยสลายคลอโรฟิลล์เมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ ส่งผลให้รงควัตถุสีเขียวมีการเปลี่ยนแปลงสีจนสุดท้ายอยู่ในรูปสารที่ไม่มีสีซึ่งในระหว่างขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาการรับอิเล็กตรอนของ red chlorophyll catabolite (RCC) ที่มีสีแดงไปเป็นสารไม่มีสี (primary fluorescent chlorophyll catabolites; pFCC) มีผลิตภัณฑ์ที่ให้สารสีเหลืองเกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ในช่วงการเสื่อมสภาพของเซลล์พืช รงควัตถุกลุ่มสีอื่น ๆ ที่อยู่ในเซลล์ ได้แก่ กลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ส้ม แดง และกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง แดง น้ำเงิน ม่วง และม่วงแดง ยังไม่ถูกย่อยสลายจึงมีการสะท้อนสีออกมาชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้ใบพืชเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีอื่น ๆ ซึ่งในกรณีของใบตองเป็นการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ (Matile *et al.*, 1996; Kräutler, 2008; Vergeiner *et al.*, 2013) ส่วนการที่ใบตองเก็บเกี่ยวจากฤดูกาลที่แตกต่างกัน แล้วส่งผลให้ใบมีความเป็นสีเหลืองหรือการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพที่ต่างกันนั้น อาจเกิดจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหาร ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกันเพราะพืชเกิดการปรับตัวเพื่อรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ไว้ พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏ สีของใบ และคุณภาพในช่วงการเจริญเติบโต ระหว่างการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา และการเกิดระยะชราภาพที่ต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016) โดยเห็นได้ชัดเจนจากการที่ใบตองซึ่งเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีจากเขียวเป็นสีเหลืองเร็วและชัดเจนกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ ฟิรพงษ์ และคณะ (2554) ที่พบว่า การย่อยสลายของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

อย่างไรก็ตาม แม้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอคุณภาพความสดและการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบตองได้ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปก็ส่งผลต่อคุณภาพของใบตอง โดยในการทดลองครั้งนี้ พบว่าการเก็บรักษาใบตองสดที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ไม่ช่วยในการคงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น เพราะพบการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากบริเวณปลายใบเข้ามาที่กลางใบทั้งด้านหน้าและด้านหลังของใบตอง จึงทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ (ภาพที่11) ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลบนใบตองนี้อาจเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืชในสภาพที่ได้รับอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง(อุณหภูมิระหว่าง 1-10 องศาเซลเซียส) หรือที่เรียกว่า“อาการสะท้อนหนาว” (chilling injury: CI) ซึ่งส่งผลให้พืชเกิดการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็วกว่าปกติ โดยที่สาเหตุหรือธรรมชาติของการเกิด CI มีหลายสมมุติฐานแต่สามารถสรุปได้ว่า เยื่อหุ้มเซลล์เป็นส่วนแรกของเซลล์พืชที่ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสความเย็น โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงของชั้นไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ (สังเกตได้จากการที่เซลล์มีปริมาณ phospholipids สูง) ทำให้เซลล์สูญเสียความสมบูรณ์และถูกทำลายจากการที่มีระดับของพลังงาน (ATP) ต่ำ กระบวนการเผาผลาญอาหารเสียความสมดุล เกิดการรั่วซึมของเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งทำให้สารซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้น จึงก่อให้เกิดความผิดปกติทางสรีระและส่งผลรบกวนกิจกรรมของเอนไซม์บนเยื่อหุ้มเซลล์ทั้งทางตรงและทางอ้อมทำให้พืชไม่สามารถรักษาระดับของปริมาณแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการรักษาโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่ออื่น ๆ ในเซลล์ให้มีความสมบูรณ์ จึงส่งผลให้พืชแสดงอาการผิดปกติออกมาและหากพืชอยู่ในสภาพนี้เป็นเวลานานเซลล์พืชจะเสื่อมสภาพและตายในที่สุด (จริงแท้, 2546; Raison *et al.*, 1971; Lyons, 1973; Parkin *et al.*, 1989; Jouyban *et al.*, 2013)โดยอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้มีความแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของพืช เช่น เกิดรอยแผล มีอาการฉ่ำน้ำ เปลือกหรือเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ เกิดการเหี่ยวแห้ง เกิดรอยแตกภายในเซลล์ หรือเกิดการเน่าเสีย ซึ่งความรุนแรงของอาการที่พบขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำ (Hardenburg *et al.*, 1986; Saltveit and Morris, 1990; Skog, 1998) สำหรับอาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบนผิวใบตองที่เกิดขึ้นนี้น่าจะเป็นอาการที่เกิดขึ้นรอบท่อน้ำ ท่ออาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงสีเกิดจากการที่พืชเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์บางตัวเพื่อใช้ป้องกันความเสียหายต่อเซลล์ เช่นเปอร์ออกซิเดส (peroxidase: POD) พอลิฟีนอลออกซิเดส(polyphenol oxidase: PPO) คะตาเลส(catalase: CAT) ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารประกอบที่อยู่ในเซลล์จนกลายเป็นสีน้ำตาลเกิดขึ้นมา (El-hilali *et al.*,2003)ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลบนใบตองนี้ส่งผลให้ใบตองมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับแม้ใบจะยังคงมีความสดและยังคงมีความเป็นสีเขียวอยู่ก็ตาม โดยเฉพาะใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนมีการเกิดสีน้ำตาลเร็วและรุนแรงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวขณะที่การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ แสดงว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาใบตองสด ทั้งนี้เพราะใบตองซึ่งเป็นใบของต้นกล้วยที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชเขตร้อน เป็นพืชที่มีความไวต่อการสัมผัสอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจึงเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ง่าย (Nguyen *et al.*, 2004) เช่นเดียวกับในพืชเขตร้อนชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ผลมะเขือเทศ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสจะแสดงอาการสะท้อนหนาว (Raison and Lyons, 1986) ผลสควอชพันธุ์ ‘Medallion’ แสดงอาการสะท้อนหนาวหลังการเก็บรักษาเพียง 3 วัน ที่อุณหภูมิ 0 หรือ 5 องศาเซลเซียส (Nunes *et al.*, 2003) การเก็บรักษาพริกหยวก

พริกชี้ฟ้า และพริกชี้หนู ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้พริกทั้ง 3 ชนิดแสดงอาการสะท้อนหนาว โดยพริกหยวกเกิดอาการฉ่ำน้ำที่ผิวผลและเมล็ดมีสีน้ำตาล ขณะที่พริกชี้ฟ้าเกิดอาการบวมที่ผิวผล และพริกชี้หนูเกิดอาการเมล็ดเป็นสีน้ำตาล (กฤษณา, 2550) ไบโพรพาเก็บบรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า จะแสดงอาการสะท้อนหนาวทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้เกินกว่า 3 วัน (Lange and Cameron, 1994)



ภาพที่ 11 การเกิดอาการสีน้ำตาลบนผิวใบของใบตองพันธุ์ตานี หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส

#### คะแนนความสดของใบตอง

เนื่องจากลักษณะปรากฏหรือรูปลักษณ์ภายนอกที่แสดงออกมาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค สำหรับใบตองสด การพิจารณาคุณภาพการเก็บรักษาจากคะแนนความสดเป็นเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เพื่อประเมินคุณภาพโดยรวมของใบ ซึ่งผลการทดลองพบว่าคะแนนความสดของใบตองเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ที่เก็บรักษาในทุกอุณหภูมิ (2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม) ลดลงจากวันแรกถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แต่การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาช่วยชะลอการเหี่ยวแห้งของใบตองสดได้ดีกว่าการเก็บในที่อุณหภูมิสูงกว่าเมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนความสดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อม คะแนนความสดของใบตองลดลงอย่างรวดเร็วและมีคะแนนต่ำกว่า 3 คะแนน หลังการเก็บรักษาเพียง 2 วัน (คุณภาพของใบตองไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดต่ำกว่า 3 คะแนน)

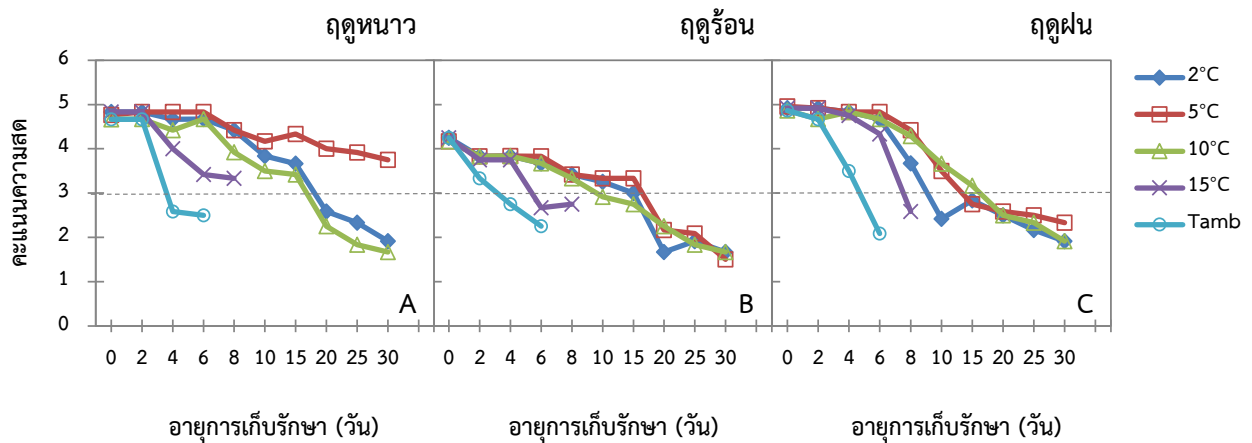
โดยเมื่อพิจารณาจากใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คะแนนความสดของใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลกระทบต่อคุณภาพความสดของใบตอง เพราะมีคะแนนความสดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน ใบตองสดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีคะแนนความสดลดลงอย่างรวดเร็วเหลือค่าเฉลี่ย 2.6 คะแนนหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำอื่น ๆ มีค่าคะแนนความสดใกล้เคียงกันระหว่าง 4.0-4.8 คะแนนส่วนที่อายุการเก็บรักษานาน 6 และ 8 วัน ใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดลดลงเหลือ 3.4 และ 3.3 คะแนนตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีคะแนนความสดระหว่าง 4.7-4.8 และ 3.9-4.4 คะแนน



ตามลำดับ โดยที่คุณภาพความสดของใบตองเก็บที่ 15 องศาเซลเซียส ยังเป็นที่ยอมรับได้จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (8 วัน) เนื่องจากมีคะแนนความสดเฉลี่ยสูงกว่า 3 คะแนน ใบตองเก็บรักษาที่ 2 และ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดไม่แตกต่างกันทางสถิติในทิศทางเดียวกันตลอดอายุการเก็บรักษาและมีคุณภาพความสดลดลงจนไม่เป็นที่ยอมรับหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน ด้วยคะแนน 2.5 และ 2.3 คะแนนตามลำดับ ขณะที่ใบตองเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ยังคงมีความสดเป็นที่ยอมรับตลอดอายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 12A) สำหรับคุณภาพความสดของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน คะแนนความสดมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวโดยที่คะแนนความสดของใบมีค่าเฉลี่ย 4.3 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นระดับคะแนนลดลงตามลำดับในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส) โดยเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ใบตองเก็บรักษาที่ 2-15 องศาเซลเซียส ยังคงมีคะแนนความสดเป็นที่ยอมรับที่ค่าเฉลี่ย 3.8 คะแนน แต่พวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีคะแนนความสดไม่เป็นที่ยอมรับที่ค่าเฉลี่ย 2.8 คะแนน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากอุณหภูมิอื่น ๆ ส่วนการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดไม่เป็นที่ยอมรับหลังเก็บรักษานาน 6 วัน ที่คะแนนเฉลี่ย 2.7 คะแนน ใบตองเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนความสดลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน และมีคุณภาพความสดไม่เป็นที่ยอมรับหลังเก็บรักษานาน 10 วัน ด้วยคะแนนเฉลี่ย 2.9 คะแนน ขณะที่ใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีคุณภาพความสดไม่เป็นที่ยอมรับที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน คือ 20 วัน ด้วยคะแนนความสดเฉลี่ย 1.7 และ 2.2 คะแนน ตามลำดับ (ภาพที่ 12B) ในกรณีของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนก็เช่นเดียวกับฤดูกาลอื่น ๆ คือ คะแนนความสดลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดช่วงอายุการเก็บจนถึงอายุการเก็บรักษานาน 10 วัน ใบตองเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียสมีคะแนนความสดลดลงต่ำกว่า 3 คะแนน ขณะที่ใบตองที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่า 3 คะแนนเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน และใบตองเก็บที่ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดลดลงต่ำกว่า 3 คะแนน เมื่ออายุการเก็บรักษานาน 20 วัน สำหรับใบตองเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน โดยมีคะแนนความสดเฉลี่ย 2.6 คะแนน และใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส) มีคะแนนความสดไม่เป็นที่ยอมรับหลังเก็บรักษานาน 6 วัน ด้วยคะแนนเฉลี่ย 2.1 คะแนน (ภาพที่ 12C)

เมื่อพิจารณาจากฤดูกาลการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน พบว่ามีผลต่อคะแนนความสดของใบ โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคะแนนความสดโดยรวมในวันแรกของการเก็บรักษา คือ 4.3 คะแนน มีค่าต่ำกว่าคะแนนความสดของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฤดูร้อนที่มีคะแนนเฉลี่ย 4.8 และ 4.9 คะแนน ตามลำดับ และในระหว่างการเก็บรักษาใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีแนวโน้มการสูญเสียความสดเร็วกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีแนวโน้มการสูญเสียความสดช้าที่สุด (ภาพที่ 12) แสดงว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคุณภาพของใบตองในวันที่เก็บเกี่ยวต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะปรากฏของใบตอง (ภาพที่ 7) ค่า  $a^*$  (ภาพที่ 9) และค่า  $b^*$  (ภาพที่ 10) ที่เป็นตัวบอกความเป็นสีเขียวและเหลืองของใบ โดยที่ผิวของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีสีเขียวอ่อนกว่าและมีสีเหลืองสูงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ โดยเฉพาะ

ส่วนปลายใบ ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มความสดสูงกว่าเนื่องจากใบมีสีเขียวเข้มซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของใบ สอดคล้องกับ Sams (1999) และ Nunes (2008) ที่รายงานว่า สภาพแวดล้อมหรือปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อโครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมีและชีวเคมี ลักษณะปรากฏ และคุณภาพโดยรวมของพืช

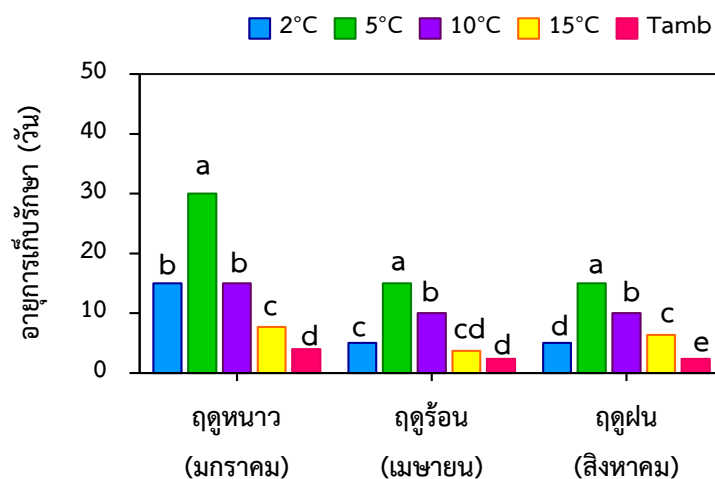


ภาพที่ 12 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 251015 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)

### อายุการเก็บรักษา

การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาใบตองสดช่วยให้สามารถเก็บได้นานขึ้น โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีของใบจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและรักษาคุณภาพความสดได้ดี อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิต่ำเกินไป คือ 2 องศาเซลเซียส ไม่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานที่สุดได้ เนื่องจากพบการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบนผิวของใบตอง (ภาพที่ 11) ซึ่งน่าจะเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืช เนื่องจากการได้รับอุณหภูมิต่ำ (อาการสะท้อนหนาว) จึงทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใบตองไม่แสดงอาการผิดปกตินี้จึงทำให้มีคุณภาพที่ดีกว่าและมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดโดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 30 วัน ขณะที่ช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนเก็บรักษาได้เท่ากันที่ 15 วัน นอกจากนี้ ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อมได้นาน 15 15 8 และ 4 วัน ตามลำดับ ส่วนใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า นั่นคือ ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีอายุเก็บรักษานาน 5 10 4 และ 2 วัน ตามลำดับ ส่วนพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนเก็บรักษาได้นาน 5 10 6 และ 2 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 7 และ 13) ทั้งนี้อาจเนื่องจากใบตองมีคุณภาพต่ำตั้งแต่ก่อนเก็บเกี่ยว โดยที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนค่อนข้าง

มีสีเขียวอ่อนและไม่สม่ำเสมอมีสีอมเหลือง ขอบใบมีสีน้ำตาลเข้ม และค่อนข้างแห้ง ซึ่งอาจเกิดจากการได้รับแสงแดดที่มีความเข้มข้นและปริมาณสูงเป็นเวลานาน จึงส่งผลให้ใบพืชอยู่ในสภาพได้รับความร้อนสูงจึงสูญเสียความชื้นได้ง่าย และส่งผลกระทบต่อการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเผาผลาญอาหาร เป็นต้น ทำให้การพัฒนาคุณภาพของผลิตผลด้อยลง (จริงแท้, 2546; Irmak, 2016) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน ใบมีสีเขียวเข้มและค่อนข้างสมบูรณ์ในช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยว เพราะใบได้รับน้ำและแสงแดดเพียงพอสำหรับการสร้างอาหารและสะสมพลังงาน อย่างไรก็ตาม ในฤดูฝนมีปัญหในเรื่องการได้รับปริมาณน้ำที่มากเกินไป อาจทำให้ใบเซลล์พืชมีการสะสมของน้ำค่อนข้างสูง ใบจึงมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาได้มากขึ้น อีกทั้งมีการเกิดสีน้ำตาลกระจายบนผิวใบซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส(PPO)ที่ทำงานได้ดีเมื่อสัมผัสกับออกซิเจน (มีมากในโมเลกุลของน้ำ) โดยพบว่ามีความสูงในช่วงฤดูฝน (Sofa *et al.*, 2004; Thakur and Kapila, 2017) นอกจากนี้ ใบตองในฤดูฝนยังมีปัญหาความเสียหายจากการถูกระลอกของแรงน้ำฝน ทำให้ใบเกิดเป็นรอยแผลหรือฉีกขาด รวมทั้งยังมีการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ง่ายอีกด้วย จึงทำให้ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีแนวโน้มของคุณภาพที่ดีกว่าและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ ดังเช่นที่ Sams (1999) และ Nunes (2008) ได้รายงานไว้ว่า สภาพแวดล้อมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวเช่น ความชื้นในดิน ธาตุอาหารที่พืชได้รับ อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ เป็นต้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ โครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพของผลิตผลสด ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของพีรพงษ์ และคณะ (2554) ที่พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาใบตองตานีหม้ออยู่ระหว่าง 5-10 องศาเซลเซียส โดยเก็บได้นานเป็นเวลา 3-4 สัปดาห์



ภาพที่ 13 อายุการเก็บรักษาของใบตองสดพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียสในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ใน

ฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) [ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแผนภูมิในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT]

## 2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

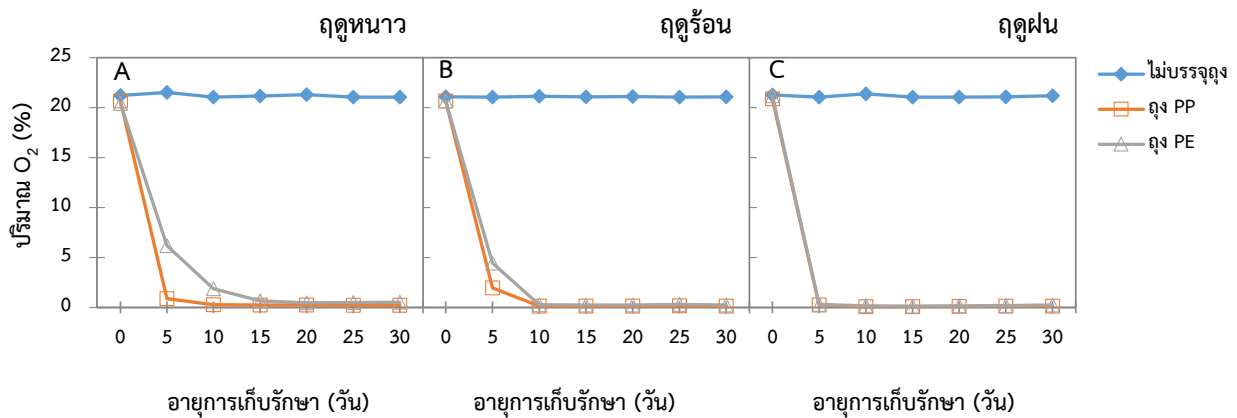
จากการเก็บรักษาใบตองสดของกล้วยตานีที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ พบว่า

### ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์

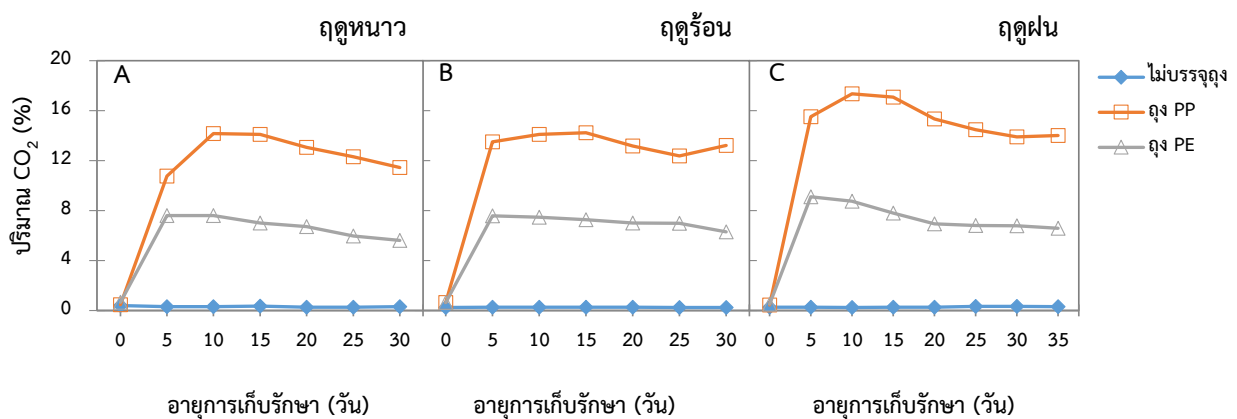
จากการตรวจสอบปริมาณก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) และคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุใบตองสดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ในบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิโพรไพลีน (PP) และพอลิเอทิลีน (PE) มีปริมาณ  $O_2$  ลดลง และปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มขึ้น ตลอดอายุการเก็บรักษาของใบตองในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  นี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  ในสภาพบรรยากาศปกติ (ไม่บรรจุถุง) ซึ่งมีปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  เฉลี่ย 20.7 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน) โดยที่ปริมาณก๊าซ  $O_2$  ในถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว มีปริมาณลดลงจาก 21.2 และ 20.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันแรกของการทดลอง เป็น 0.2 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 14A) ส่วนใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ  $O_2$  ในถุง PP และ PE ลดลงจาก 20.7 และ 20.7 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรก เป็น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้าย (ภาพที่ 14B) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ  $O_2$  ลดลงจาก 20.9 และ 21.2 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรก เป็น 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย (ภาพที่ 14C) ขณะที่ปริมาณ  $CO_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีการเพิ่มขึ้นจาก 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 11.4 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 15A) ส่วนบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ  $CO_2$  จาก 0.63 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรก เพิ่มขึ้นเป็น 13.2 และ 6.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย (ภาพที่ 15B) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นจาก 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในวันแรก เป็น 13.9 และ 6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 15C)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุใบตองสดมีผลทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์แบบ Passive โดยมีการสร้างสภาวะบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์จากการหายใจของพืชที่มีการนำก๊าซ  $O_2$  มาใช้ และปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  ออกมา จึงเกิดการลดลงของระดับ  $O_2$  และการเพิ่มขึ้นของระดับ  $CO_2$  ในบรรจุภัณฑ์ ในช่วงแรกพืชยังมีการหายใจสูงจากปริมาณ  $O_2$  ที่ยังมีอยู่มาก จากนั้นการหายใจค่อย ๆ ลดลงตามการลดลงของปริมาณ  $O_2$  และการเพิ่มขึ้นของปริมาณ  $CO_2$  ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันย่อยของก๊าซทั้งสองที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์กับสภาพแวดล้อมภายนอก และเกิดการซึมผ่านเข้าออกระหว่างก๊าซ  $O_2$  และ  $CO_2$  จนกระทั่งถึงจุดสมดุลที่ปริมาณก๊าซทั้งสองอยู่ในระดับคงที่ (Kader and Watkins, 2000) ซึ่งสัดส่วน

ของก๊าซในระบดคงที่นี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีสมบัติ เช่น ความหนา ค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ O<sub>2</sub> (OTR) ที่ต่างกัน รวมทั้งอิทธิพลจากอัตราการหายใจของผลิตผลสด และสภาพแวดล้อมภายนอก ทำให้เกิดสภาพให้ซึมผ่านได้ (permeability) ของบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันด้วย (Zagory and Kader, 1988; Fonseca *etal.*,2002) โดยในการทดลองครั้งนี้ ถัง PP มีค่า OTR เท่ากับ 9,963มิลลิลิตรต่อตารางมิลลิลิตรต่อวันซึ่งต่ำกว่าถัง PE ที่มีค่า OTR เท่ากับ 10,353มิลลิลิตรต่อตารางมิลลิลิตรต่อวัน(ตารางที่ 1)จึงส่งผลให้ปริมาณ O<sub>2</sub> ลดลงต่ำกว่าและมีการสะสมของปริมาณ CO<sub>2</sub>ภายในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าถัง PE ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 14)

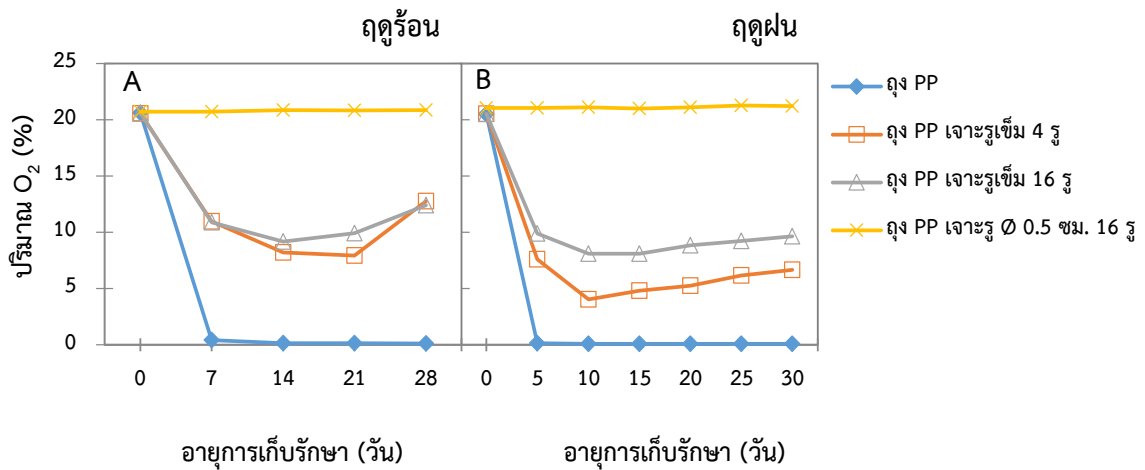


ภาพที่ 14 ก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

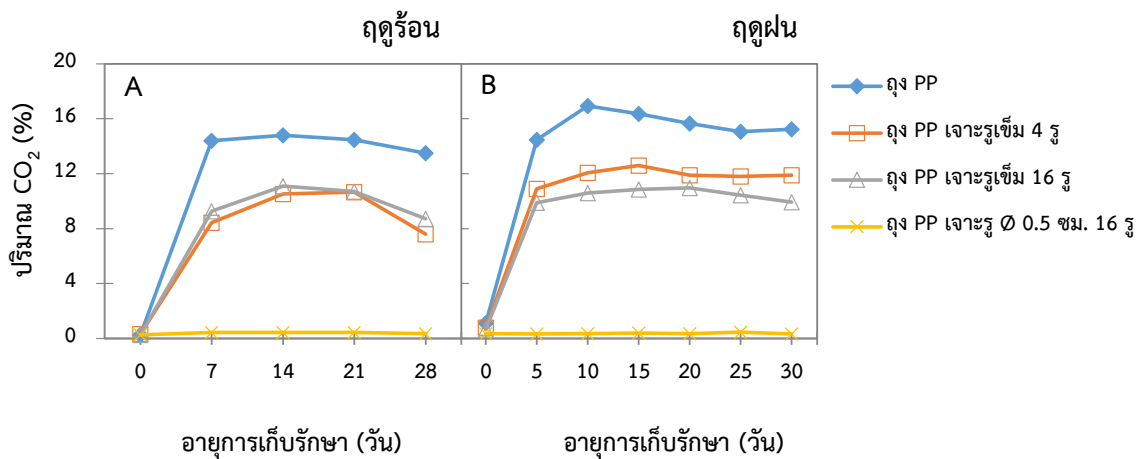


ภาพที่ 15 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตาม การบรรจุใบตองสดในถุง PP และ PE แบบปิดผนึกที่ไม่ได้มีการเจาะรูทำให้ปริมาณ  $O_2$  ลดลง และปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการหายใจหรือปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ เช่น เกิดการหายใจแบบไม่ใช้  $O_2$  จนมีผลต่อเสถียรภาพของใบตองได้ จึงทำการปรับแต่งให้เป็นบรรจุภัณฑ์แบบเจาะรู (perforated packaging) โดยทำการเจาะรูที่ถุง PP เพื่อปรับสภาวะภายในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วตรวจสอบผลที่เกิดขึ้น พบว่า ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนมีการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณ  $O_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่ไม่เจาะรูจาก 20.6 และ 20.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 0.4 และ 0.1 หลังเก็บรักษานาน 5 วัน จากนั้นมีปริมาณลดลงและคงที่อยู่ในระดับเดียวกันจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่ค่าเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 16) ส่วนปริมาณ  $O_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่มีการเจาะรู คือ ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีความแตกต่างจากถุง PP ที่ไม่เจาะรูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วบรรจุในถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู และถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู มีปริมาณ  $O_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ลดลงในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ไม่แตกต่างกันทางสถิติ) จากปริมาณเฉลี่ย 20.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรก เป็น 12.8 และ 12.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (28 วัน) (ภาพที่ 16A) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ  $O_2$  ลดลงจากวันแรก 20.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6.7 และ 9.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) (ภาพที่ 16B) สำหรับใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีปริมาณ  $O_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ไม่แตกต่างจากการไม่บรรจุถุง โดยมีปริมาณ  $O_2$  เฉลี่ยอยู่ที่ 20.8 และ 21.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 16) ในขณะเดียวกัน ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน มีปริมาณ  $CO_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อบรรจุในถุง PP ที่ไม่มีการเจาะรู โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.3 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 13.5 และ 15.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 17) ส่วนบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู และ 16 รู มีปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นในระดับเดียวกันจากปริมาณเฉลี่ย 0.3 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 7.6 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย สำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวฤดูร้อน (ภาพที่ 17A) และมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 0.8 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรก เป็น 11.9 และ 9.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย สำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวฤดูฝน (ภาพที่ 17B) ส่วนการบรรจุใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีปริมาณ  $CO_2$  เช่นเดียวกับการไม่บรรจุถุงที่ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 17) ซึ่งจะเห็นได้ว่า การนำบรรจุภัณฑ์มาเจาะรูด้วยขนาดและจำนวนที่แตกต่างกันส่งผลให้มีสัดส่วนของปริมาณ  $O_2$  และ  $CO_2$  ที่ผ่านเข้าออกภายในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกัน และทำให้บรรจุภัณฑ์นั้น ๆ มีสภาพบรรยากาศดัดแปลงในอีกสภาวะหนึ่ง



ภาพที่ 16 ก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

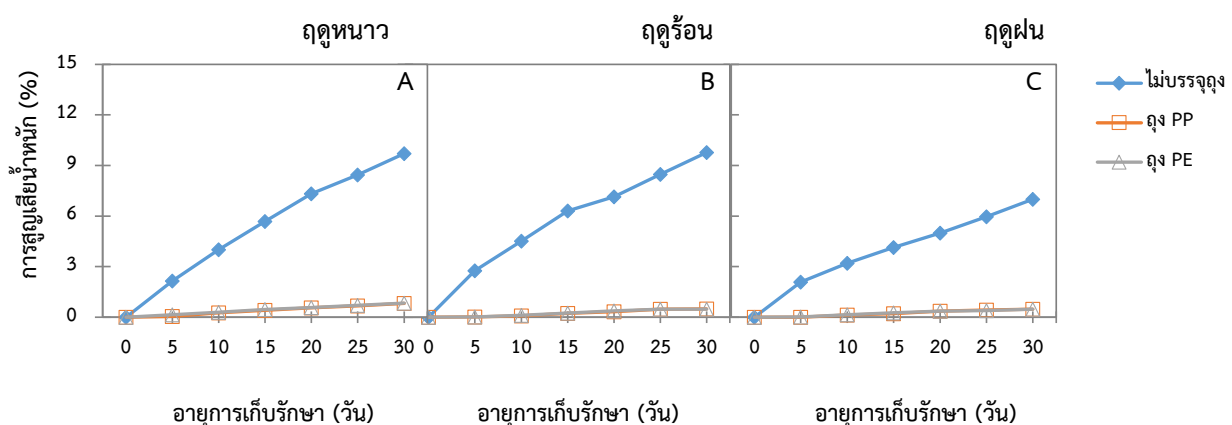


ภาพที่ 17 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตอง**

การสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในทุกช่วงฤดูการ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองสดที่ไม่บรรจุถุงมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่าพวกที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ตลอดอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกฤดูการเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 18) โดยที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่ไม่บรรจุถุง บรรจุถุง PP และถุง PE มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.16 0.06 และ

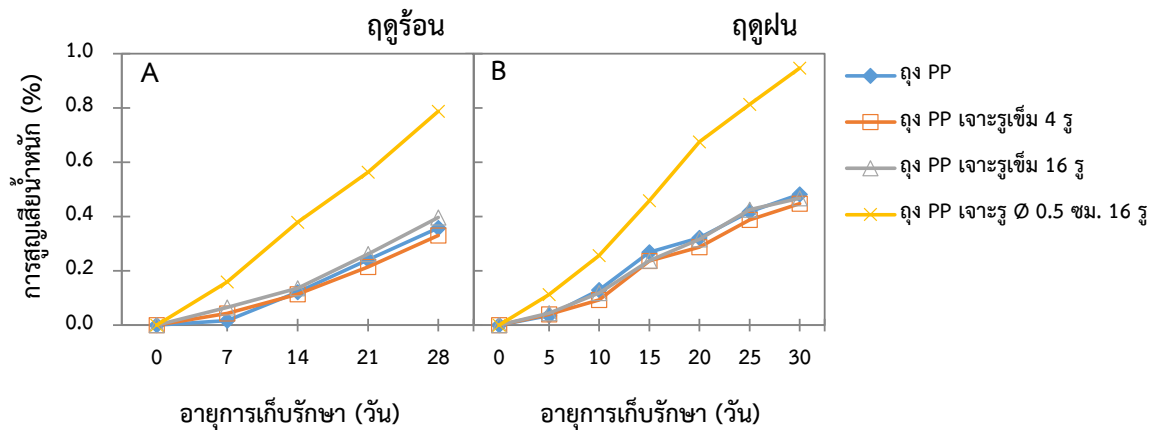
0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังการเก็บรักษานาน 5 วัน และเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 9.72 0.82 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 18A) ส่วนไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่าการสูญเสีย น้ำหนักเฉลี่ย 2.76 0.02 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 5 วัน และเพิ่มขึ้นเป็น 9.78 0.50 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 18B) และไบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดู ฝนมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.09 0.01 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 5 วัน และเพิ่ม สูงขึ้นเป็น 7.01 0.48 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 18C)แสดงให้เห็นว่าไบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและการบรรจุไบตองสดในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการ เก็บรักษาช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของไบตองสดได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบปิด ผนึกทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหายใจและการคายน้ำภายในพื้นที่จำกัด ซึ่งสภาวะที่เกิดขึ้นนี้อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ มีการหายใจลดลงจากปริมาณ  $O_2$  ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ลดต่ำลง และส่งผลต่อเนื้อให้พืชมีการคายน้ำลดลงด้วย นอกจากนี้ผลจากสมบัติของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ความหนา ค่า OTR ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ(WVTR) (ตารางที่ 1) เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดการสะสมของไอน้ำที่ยังไม่ ถูกดันออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ปริมาณการสูญเสียน้ำหนักและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จึงลดต่ำลง (จริงแท้, 2546; Kader 1992)และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อการสูญเสียน้ำหนักของไบตองสด พบว่า ไบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มการเกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาต่ำกว่าไบตองสดที่เก็บเกี่ยว ในฤดูกาลอื่นๆ เล็กน้อย (ภาพที่ 18) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ไบตองได้รับในช่วงเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 3) ซึ่งในฤดูฝนไบตองมีการสะสมของน้ำอยู่ภายในเซลล์พืช จากการได้รับน้ำฝนในปริมาณสูง จึงส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักและน้ำหนักน้อยกว่าในช่วงระหว่างการ เก็บรักษา



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



สำหรับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู เปรียบเทียบกับถุง PP ที่ไม่เจาะรู พบว่า การสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดทุกกรรมวิธีมีค่าต่ำ (ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากการบรรจุในบรรจุภัณฑ์จึงช่วยป้องกันการสูญเสียปริมาณน้ำและน้ำหนักของใบตองสดระหว่างการเก็บรักษาได้ อย่างไรก็ตาม ถุง PP ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่น ๆ (ภาพที่ 19) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนที่บรรจุในถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู และ ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ค่าเฉลี่ย 0.02 0.04 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 7 วัน เพิ่มขึ้นเป็น 0.36 0.33 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 28 วัน (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) เปรียบเทียบกับใบตองสดที่บรรจุในถุง PP แล้วเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 0.16 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษานาน 7 วัน จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.79 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้าย (ภาพที่ 19A) ขณะที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝนในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากันที่อายุการเก็บรักษานาน 5 วัน คือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.48 0.45 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 30 วัน (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) ส่วนใบตองบรรจุถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 0.11 หลังการเก็บรักษานาน 5 วัน เพิ่มขึ้นเป็น 0.95 เปอร์เซ็นต์ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 19B) แสดงให้เห็นว่า การปรับแต่งบรรจุภัณฑ์โดยการเจาะรูที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าพวกที่ไม่เจาะรูหรือเจาะรูขนาดเล็ก เนื่องด้วยสมบัติของตัวบรรจุภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง บรรจุภัณฑ์มีช่องทางที่อากาศสามารถไหลเวียนระหว่างภายในและภายนอกได้สะดวก อากาศโดยรอบผลิตภัณฑ์ที่มีไอน้ำอิมมัวอยู่โดยรอบในลักษณะของ diffusion shell สูญเสียออกไปพร้อมกับอากาศที่ไหลออกไปภายนอกบรรจุภัณฑ์ อากาศรอบผลิตภัณฑ์จึงมีปริมาณความชื้นต่ำลงทำให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์และเกิดการสูญเสียน้ำหนัก (दनัย, 2556) ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่มีรูขนาดใหญ่จะมีการผ่านของปริมาณน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ออกสู่บรรยากาศภายนอกได้มากขึ้นการสูญเสียน้ำหนักจึงเกิดขึ้นสูงกว่าอย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่สูญเสียไปนี้ยังต่ำกว่าการเก็บรักษาใบตองสดแบบไม่บรรจุถุงอย่างชัดเจน



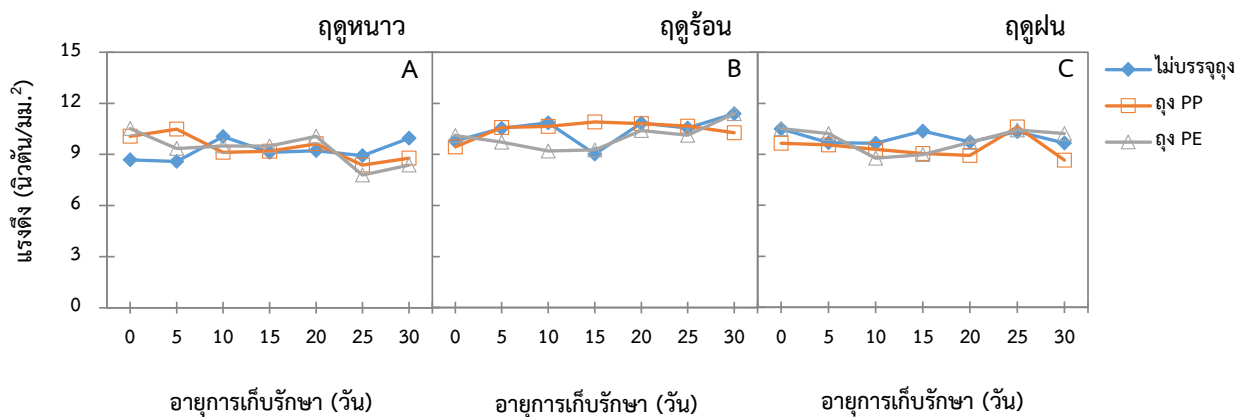
ภาพที่ 19 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

#### ความเหนียวของใบตอง

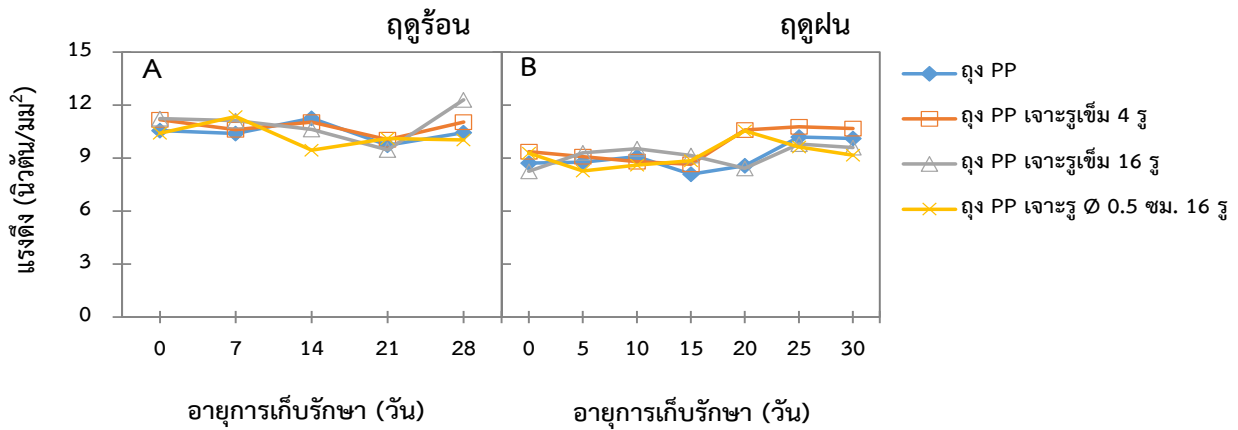
ในการวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบตองให้ขาดออกจากกันเป็นสองส่วนเพื่อทดสอบความเหนียวของใบตองมีผลการทดลอง คือ เมื่อพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ใบตองสดเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ฤง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุฤงไม่มีความแตกต่างกันของค่าแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่ไม่บรรจุฤง บรรจุฤง PP และฤง PE มีค่าแรงดึงเฉลี่ยระหว่าง 8.6-10.0 8.3-10.5 และ 7.8-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ(ภาพที่ 20A) ส่วนใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่าแรงดึงเฉลี่ยขึ้นลงอยู่ระหว่าง 9.0-11.4 9.4-10.7 และ 9.2-11.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 20B) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าแรงดึงเฉลี่ยระหว่าง 9.7-10.5 8.7-10.6 และ 8.7-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 20C) ตลอดช่วงเวลาที่เก็บรักษานาน 30 วัน ขณะเดียวกัน ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ ฤง PP ไม่เจาะรู ฤง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ฤง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และฤง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีค่าแรงดึงเฉลี่ยโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาเช่นเดียวกัน โดยใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่าแรงดึงเฉลี่ยระหว่าง 9.7-11.2 10.0-11.2 9.5-12.3 และ 9.4-11.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 21A) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าแรงดึงเฉลี่ย 8.1-10.2 8.6-10.8 8.2-9.6 และ 8.2-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 21B) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา

ค่าแรงดึงของใบตองสดที่วัดได้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าค่อนข้างขึ้น ๆ ลง ๆ และไม่แตกต่างกันมากนัก (ทางสถิติ) แต่มีแนวโน้มโดยรวมที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเก็บรักษานาน

ขึ้นใบตองมีแนวโน้มที่จะมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งอาจเนื่องจากใบตองมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาทำให้โครงสร้างของเซลล์มีการหดตัว ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเซลล์ลดลงจึงมีการเกาะตัวกันแน่นขึ้น ใบจึงมีค่าแรงดึงหรือความเหนียวเพิ่มมากขึ้น (Hedderson *et al.*, 2008) แต่ค่าแรงดึงของใบเมื่อเพิ่มขึ้นมาจนถึงจุดหนึ่งจะมีค่าลดลงซึ่งเกิดจากการเริ่มเข้าสู่ระยะชราสภาพของใบ โดยที่โครงสร้างของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสลายตัว เช่น การสลายตัวของ chloroplast (Dodge, 1970) และเมื่อพิจารณาแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบให้ขาดจากกันของใบตองที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูการ (วันแรกของการเก็บรักษา) พบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยโดยรวมของแรงดึงใบตองในที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีแนวโน้มสูงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน (ภาพที่ 20 และ 21) แสดงว่า สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนี้อาจมีอิทธิพลต่อความเหนียวของใบตองได้ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sams (1999) ที่รายงานว่า ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับ มีผลต่อโครงสร้างและองค์ประกอบทางชีวเคมีของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 20 แรงดึงของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูการต่าง ๆ แล้วบรรจุกุ๋มในบรรจุกุ๋มพันธุ์กุ๋ม PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุกุ๋ม ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 21 แรงดึงของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

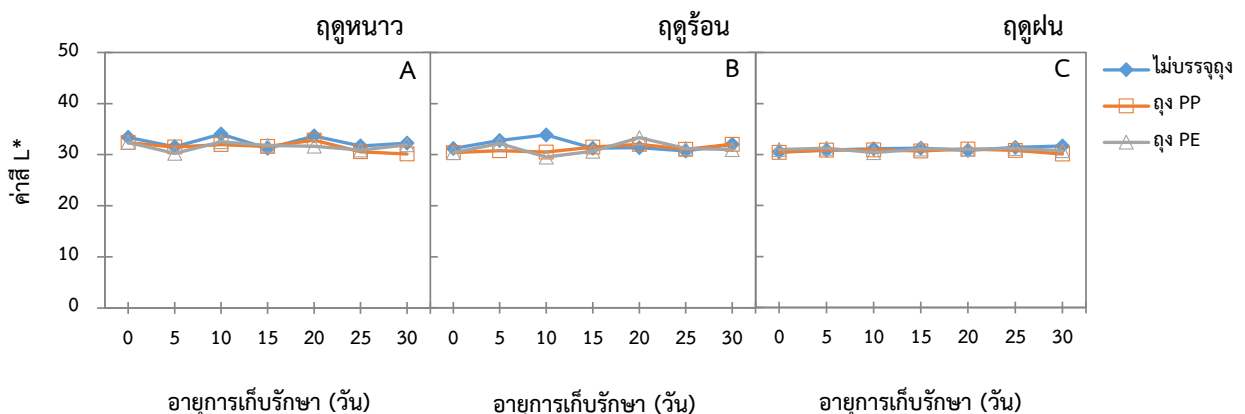
#### การเปลี่ยนแปลงสีของใบตอง

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าวัดสี โดยอ่านเป็นค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง ค่า  $a^*$  หรือค่าแสดงความเป็นสีเขียวหรือสีแดง และค่า  $b^*$  ซึ่งแสดงค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน ของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง และใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ 1) ถุง PP ไม่เจาะรู 2) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู 3) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และ 4) ถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ที่อุณหภูมิเก็บรักษา 5 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า

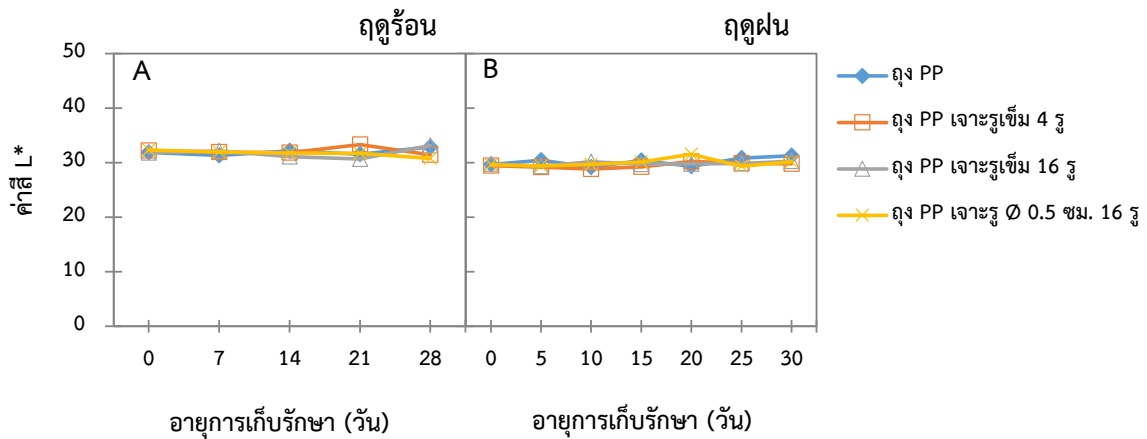
ใบตองเก็บเกี่ยวในทุกฤดูกาลที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่า  $L^*$  โดยรวมเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่าใบตองที่ไม่บรรจุถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่ไม่บรรจุถุง บรรจุถุง PP และถุง PE มีค่า  $L^*$  เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 32.5 31.1 และ 31.1 ตามลำดับ (ภาพที่ 22A) ส่วนพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า  $L^*$  รวมเฉลี่ย 31.9 31.2 และ 31.2 ตามลำดับ (ภาพที่ 22B) และใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า  $L^*$  รวมเฉลี่ย 31.1 30.7 และ 31.0 ตามลำดับ (ภาพที่ 22C) สำหรับค่า  $L^*$  เฉลี่ยของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่าค่า  $L^*$  เฉลี่ยของใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนในแต่ละบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาเก็บรักษามีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ระหว่าง 31.2-32.9 31.4-33.3 30.7-33.1 และ 30.8-32.3 ตามลำดับ (ภาพที่ 23A) ส่วนใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า  $L^*$  เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.2-31.3 28.8-30.2 29.3-30.3 และ 29.4-31.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 23B) แสดงว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุใบตองสดมีส่วนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของใบ ซึ่งค่าความสว่างของใบที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะมาจากอิทธิพลของการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เป็นสีในโทน

สว่างของใบใบตองที่มีค่าความสว่างสูงจึงหมายถึงใบมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเกิดการชราภาพเร็วกว่าพวกที่มีค่าความสว่างที่ต่ำกว่า ดังนั้น การบรรจุใบตองในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองได้ ทั้งนี้เพราะสภาพบรรยากาศตัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยชะลออัตราการหายใจ และชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลงได้ (งามทิพย์, 2538; จริงแท้, 2546; Kader, 1992) ส่วนผลจากการใช้บรรจุภัณฑ์ถุง PP แบบเจาะรูให้ผลที่ดีที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผิวใบ เนื่องจากมีค่าความสว่างโดยรวมต่ำกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เจาะรู นั่นคือ การใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีการเจาะรูสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองได้

อย่างไรก็ตาม ผลของค่า  $L^*$  ของใบตองสดเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลในการทดลองครั้งนี้มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา (ภาพที่ 22 และ 23) อาจเป็นเพราะอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของใบตองในระหว่างและหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงระยะชราภาพของใบ ซึ่งผลของสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับนี้ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสงการหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกันเพราะพืชเกิดการปรับตัวเพื่อรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ไว้ พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏ สีของใบ และคุณภาพในช่วงการเจริญเติบโตระหว่างการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา และการเกิดระยะชราภาพที่แตกต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016) และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  โดยรวม จะเห็นได้ว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่างต่ำกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลอื่น ๆ นั่นคือ ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มของสีใบที่เข้มกว่า ซึ่งอาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมก่อนเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 3) ของใบตองที่ค่อนข้างมีความสมบูรณ์ในฤดูฝน ทำให้ใบตองมีสีเข้มกว่าใบตองในฤดูกาลอื่น ๆ



ภาพที่ 22 ค่า  $L^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

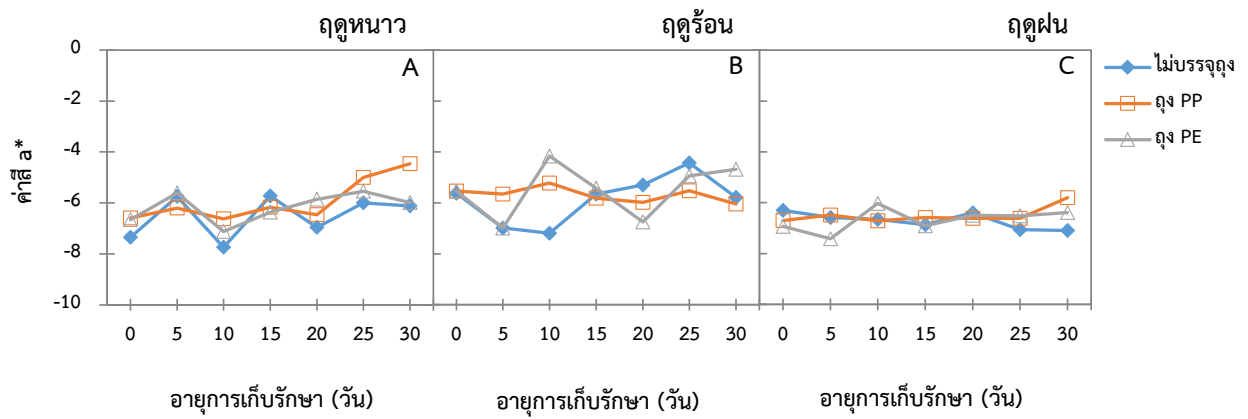


ภาพที่ 23 ค่าสี  $L^*$  ของไบตองพ่นจุ่มตานี้เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

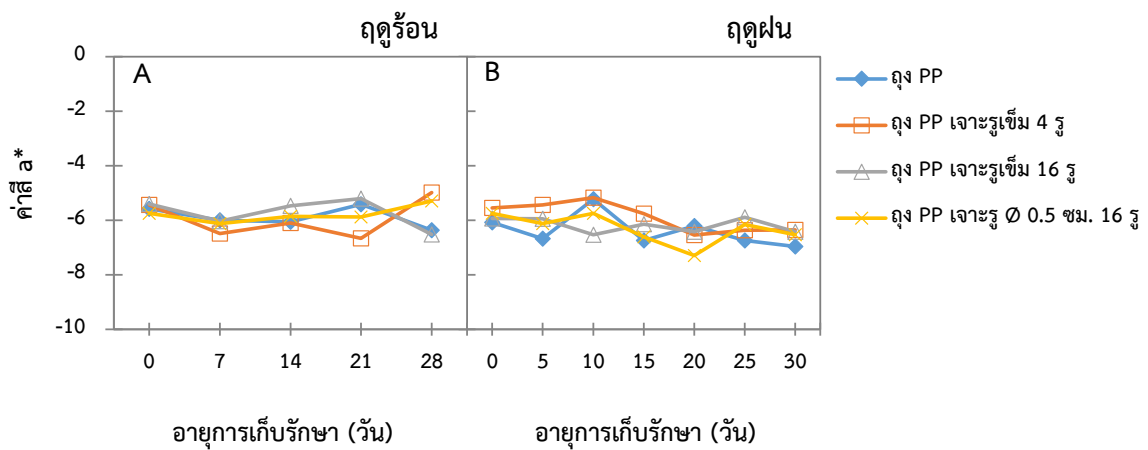
การเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  เพื่อดูแนวโน้มความเป็นสีเขียวของไบตองสด พบว่า ไบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง มีค่า  $a^*$  เฉลี่ย -6.6 -6.7 และ -7.4 ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น -4.5 -6.0 และ -6.1 ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา)ซึ่งไบตองที่ไม่บรรจุถุงมีค่า  $a^*$  ต่ำกว่าไบตองที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ ถุง PE แสดงว่ามีค่าความเป็นสีเขียวของไบตองสูงกว่าในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 24A) ขณะที่ไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่า  $a^*$  เฉลี่ยจากวันแรก -5.5 -5.5 และ -5.6 ตามลำดับ เป็น -6.0 -4.7 และ -5.8 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงว่า ไบตองบรรจุถุง PP มีค่าความเป็นสีเขียวของไบตองสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุง และพวกที่บรรจุถุง PE ตามลำดับ (ภาพที่ 24B) ส่วนค่า  $a^*$  ของไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยจาก -6.7 -6.9 และ -6.3 ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น -5.8 -6.4 และ -7.1 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ไบตองที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่าความเป็นสีเขียวของไบตองลดลง แต่ไบตองที่ไม่บรรจุถุงยังคงสภาพความเป็นสีเขียวยังสูง (ภาพที่ 24C) สำหรับค่า  $a^*$  ของไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่า ไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า  $a^*$  เฉลี่ยจาก -5.6 -5.4 -5.4 และ -5.8 ตามลำดับในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น -6.4 -5.0 -6.5 และ -5.3 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ไบตองที่บรรจุในถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู มีค่าความเป็นสีเขียวของไบตองลดลงตามลำดับ ขณะที่บรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู และถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู ไม่มีการลดลงของค่าความเป็นสีเขียว (ภาพที่ 25A) ส่วนไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ มีค่า  $a^*$  ในวันแรกจาก -6.1 -5.5

-5.9 และ -5.8 ตามลำดับ เป็น -7.0 -6.4 -6.4 และ -6.5 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งค่า  $a^*$  ที่ปรากฏแสดงว่า ไบตองในบรรจุภัณฑ์ทุกแบบไม่มีการลดลงของค่าความเป็นสีเขียวหลังเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพที่ 25B) และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  จะเห็นว่า ไบตองเก็บเกี่ยวในหน้าร้อนมีค่า  $a^*$  สูงกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฝนตามลำดับ แสดงว่า ไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด ส่วนไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่าความเป็นสีเขียวของไบตองที่สูงที่สุด (ภาพที่ 25 และ 26)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ไบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) ในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของค่า  $a^*$  เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งหมายถึงไบตองสดมีการลดลงของสารสีเขียวที่เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพโดยเริ่มลดระดับความเป็นสีเขียวลงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลก่อนเปลี่ยนเป็นรูปที่มีสีแดงจนกระทั่งเปลี่ยนรูปเป็นสารที่ไม่มีสี (จริงแท้, 2546; Dodge, 1970; Matile *et al.*, 1996; Kräutler, 2008; Vergeiner *et al.*, 2013) ซึ่งการการบรรจุไบตองในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของไบตองได้ เพราะสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น อัตราการหายใจ และยังชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลงได้ (งามทิพย์, 2538; จริงแท้, 2546; Kader, 1992) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองสังเกตได้ว่า ไบตองที่บรรจุบางกรรมวิธีมีค่า  $a^*$  สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ไบตองเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติ คือ มีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของใบ (ภาพที่ 26) เมื่อทำการวัดค่าสีและอ่านออกมาเป็นค่าสี  $a^*$  ที่เป็นค่าที่บ่งบอกได้ทั้งความเป็นสีเขียวน้อยและสีแดงของใบ จึงมีค่า  $a^*$  สูงกว่าอย่างชัดเจน โดยสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนผิวใบนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของอาการสะท้อนหนาว หรือ CI ซึ่งเกิดขึ้นในสภาพที่ได้รับอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง(อุณหภูมิระหว่าง 1-10 องศาเซลเซียส)แม้ว่าโดยปกติแล้ว ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสไบตองไม่แสดงอาการผิดปกติออกมาอย่างชัดเจน แต่เมื่อนำไบตองมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกแล้วพบอาการสีน้ำตาลบนผิวใบเกิดขึ้น สันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะไบตองที่ได้รับการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ยังคงมีปริมาณน้ำในผลผลิตสดสูงอีกทั้งยังมีการสะสมของน้ำที่อยู่โดยรอบผลผลิตสดภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีส่วนทำให้เมื่อถูกเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของผลผลิตสดลดต่ำกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศโดยรอบด้วยอิทธิพลของน้ำที่ได้รับความเย็น จึงทำให้ผลผลิตสดได้รับผลกระทบจากการสัมผัสความเย็นนี้จนทำให้เซลล์สูญเสียความสมบูรณ์และถูกทำลายจนแสดงอาการผิดปกติออกมา(จริงแท้, 2546; Raison *et al.*, 1971; Lyons, 1973; Parkin *et al.*, 1989; Jouyban *et al.*, 2013)



ภาพที่ 24 ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 25 ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



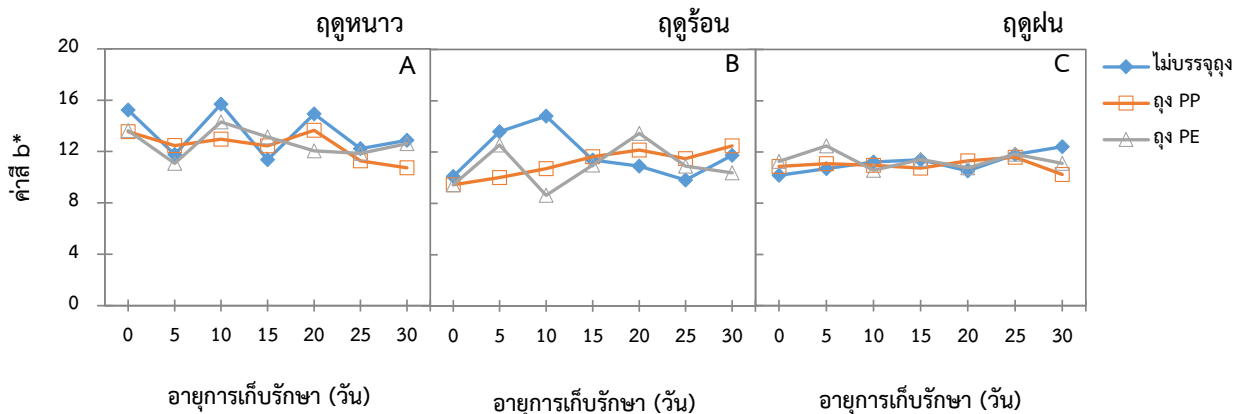


**ภาพที่ 26**อาการผิดปกติจากการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบนผิวใบของใบตองพันธุ์ตานี

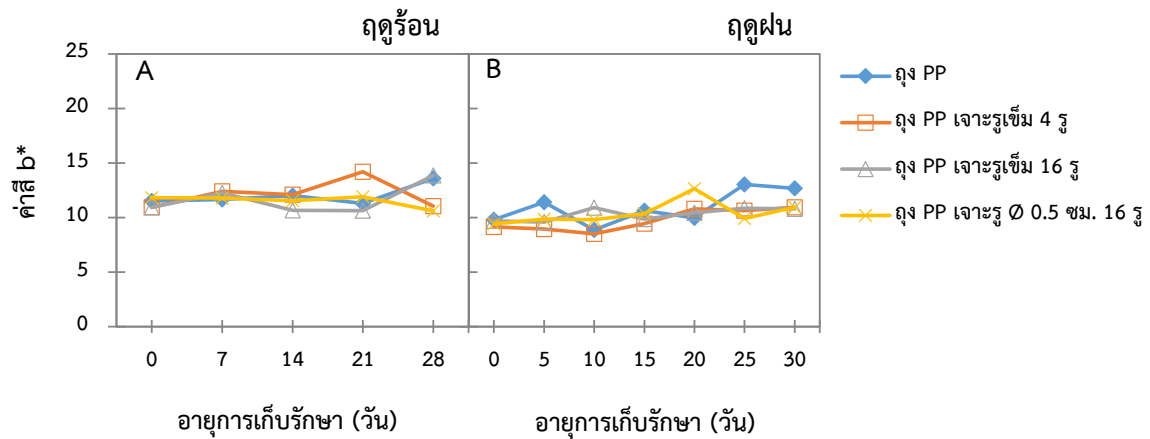
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $b^*$  หรือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของใบตองพบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งหมายความว่า ใบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นที่ทุกอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งใบตองสดในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีค่า  $b^*$  โดยรวมต่ำกว่าใบตองที่ไม่บรรจุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95(ภาพที่ 27) โดยที่ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง มีค่า  $b^*$  เฉลี่ยรวม 14.1ในวันแรกของการเก็บรักษาและมีค่า 10.7 12.6 และ 12.9 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาแสดงว่า ใบตองสดในทุกกรรมวิธีไม่มีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากวันแรก แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์จะเห็นว่าใบตองไม่บรรจุมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าพวกที่บรรจุในถุง PP และ PE ตามลำดับ (ภาพที่ 27A) ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่า  $b^*$  เฉลี่ยรวมจากวันแรก 9.7 เพิ่มขึ้นเป็น 12.5 10.4 และ 11.8 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาแสดงว่า ใบตองทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น โดยใบตองที่บรรจุถุง PP ค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุ และพวกที่บรรจุ PE ตามลำดับ (ภาพที่ 27B)และใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า  $b^*$  เฉลี่ยรวมจาก 10.8 ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 10.2 11.1 และ 12.4 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ใบตองที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่าความเป็นสีเหลืองต่ำกว่าพวกที่ไม่บรรจุ (ภาพที่ 27C) ในขณะที่เดียวกัน ค่า  $b^*$  ของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่าใบตองสดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกแบบมีการเพิ่มขึ้นของค่า  $b^*$  นั่นคือ ใบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองสดมีค่า  $b^*$  เฉลี่ยจาก 11.3 วันแรกเป็น 13.6 11.0 13.8 และ 10.6 ตามลำดับ ในวันสุดท้าย สำหรับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน โดยที่ค่า  $b^*$  ของใบตองในแต่ละบรรจุภัณฑ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 28A) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดู

ผลมีค่า  $b^*$  เฉลี่ยจาก 9.5 ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 12.7 11.0 10.8 และ 11.0 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยใบตองที่บรรจุในถุง PP ไม่เจาะรู มีแนวโน้มของค่า  $b^*$  หรือค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าใบตองที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 28B)

จากผลการทดลองในครั้งนี้มีผลไปในแนวทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี  $a^*$  นั่นคือ การบรรจุใบตองสดในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาช่วยชะลอการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองซึ่งเป็นการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองสดได้ โดยช่วยชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลงโดยที่การเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบตองมีความแตกต่างกันสำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลที่ต่างกันนั้น อาจเป็นเพราะผลกระทบจากสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับ ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกัน พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏ สีของใบ และคุณภาพในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการเกิดระยะชราภาพที่แตกต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016)



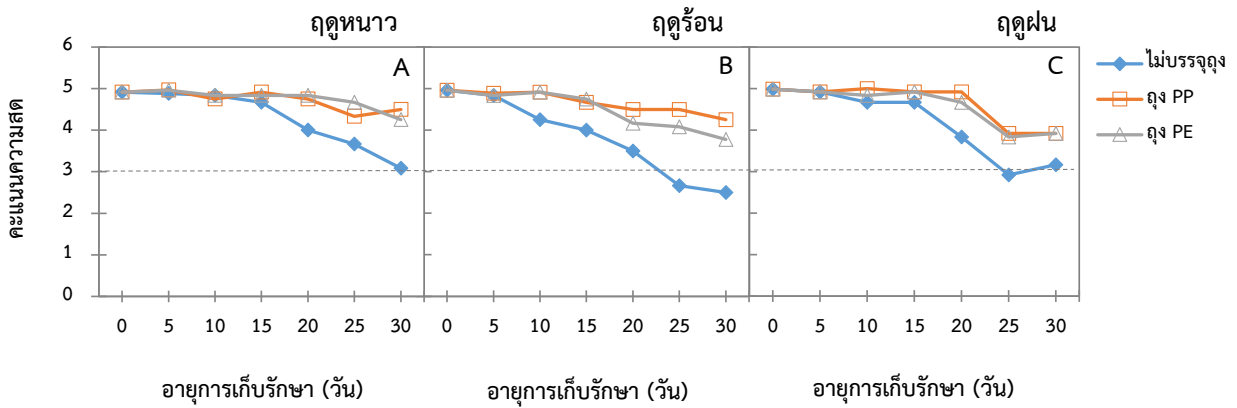
ภาพที่ 27 ค่าสี  $b^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



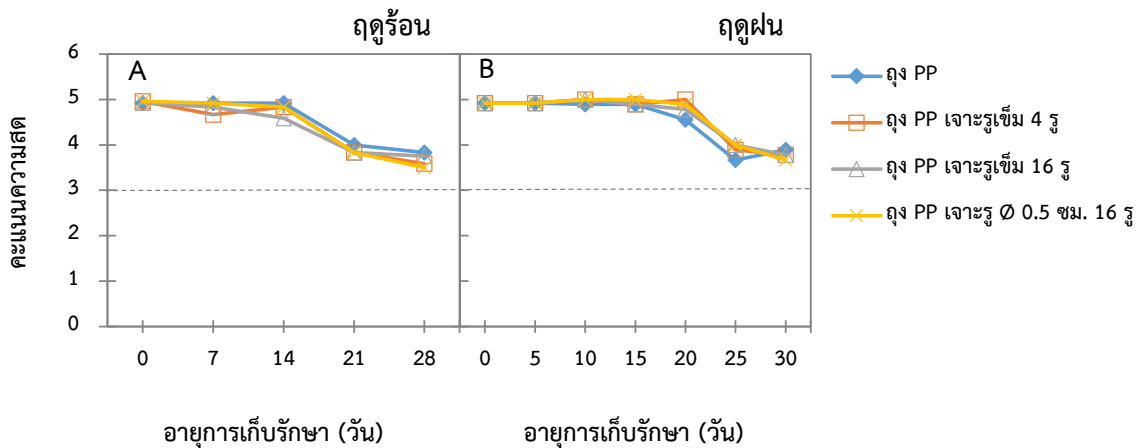
ภาพที่ 28 ค่าสี b\* ของใบบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

#### คะแนนความสดของใบบตองและอายุการเก็บรักษา

ในการทดลองเก็บรักษาใบบตองที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลต่าง ๆ (หนาว ร้อน ฝน) แล้วบรรจุในถุง PP และ PE แบบปิดผนึก เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงและการเก็บรักษาใบบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ 1) ถุง PP ไม่เจาะรู 2) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู 3) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และ 4) ถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ที่อุณหภูมิเก็บรักษา 5 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าคะแนนความสดของใบบตองสดทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงจากวันแรกถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใบบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีคะแนนโดยรวมสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความสดของใบบตองที่บรรจุถุง PP และ PE มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 29) สำหรับคะแนนความสดของใบบตองสดที่บรรจุในถุง PP แบบไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู พบว่า มีคะแนนความสดลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่ทุกกรรมวิธีมีค่าคะแนนไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน นั่นคือ มีคุณภาพความสดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 30) โดยที่ใบบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคะแนนความสดจากค่าเฉลี่ยรวม 4.9 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 3.8 3.6 3.8 และ 3.5 คะแนน ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 30A) และใบบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีคะแนนความสดจากค่าเฉลี่ยรวม 4.9 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 3.8 3.8 3.8 และ 3.7 คะแนน ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 30B)



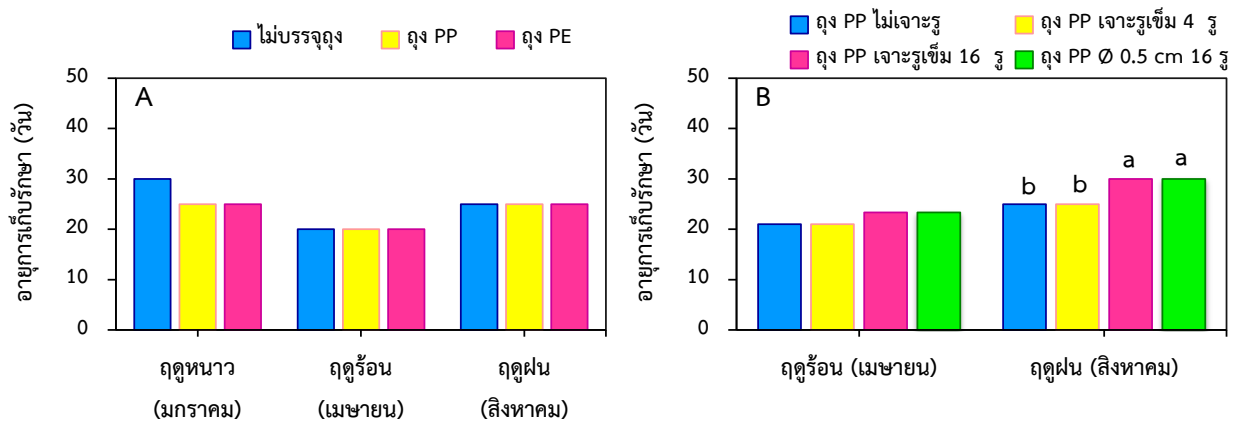
ภาพที่ 29 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)



ภาพที่ 30 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การบรรจุใบตองในบรรจุภัณฑ์ส่งผลในแง่ดีต่อคุณภาพความสดของใบตอง เป็นการบ่งบอกว่าใบตองมีคุณภาพโดยรวมที่ดีและส่งผลให้ใบตองมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นได้ ซึ่งเหตุผลอาจเป็นเพราะการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ โดยมีสัดส่วนของปริมาณก๊าซ  $O_2$  และ  $CO_2$  ที่เปลี่ยนไป ทำให้มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น โดยไปมีส่วนช่วยลดการหายใจ การผลิตเอทิลีน และการคายน้ำ

ของผลิตผลสด ทำให้สามารถรักษาความสด ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีใบบนเขียวเป็นเหลือง และมีการเข้าสู่ระยะชราภาพที่ช้าลง (จริงแท้, 2546; Kader, 1986; Rocha *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตาม แม้ว่า การใช้บรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึกจะมีส่วนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของใบตอง แต่ในสภาพที่มีบรรยากาศดัดแปลงก็ก่อให้เกิดผลกระทบบหรืออาการผิดปกติแก่พืชได้ ทั้งจากการเกิดสภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ O<sub>2</sub> การส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีสภาพความชื้นที่เหมาะสม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติ เช่น การเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ เป็นต้นนอกจากนี้ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวของใบตองเป็นอีกปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพโดยรวมและมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของใบตองสดได้ (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes, 2008; Irmak, 2016) ซึ่งผลจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาว แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับพวกที่ไม่บรรจุถุง มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนาน 25 25 และ 30 วัน ตามลำดับ ขณะที่ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนในทุกกรรมวิธีเก็บรักษาได้เท่ากันที่ 20 และ 25 วัน ตามลำดับ(ภาพที่ 31A) ส่วนใบตองที่บรรจุในถุง PP แบบไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รูสามารถเก็บรักษาได้นาน 21 23 และ 23 วัน ตามลำดับ สำหรับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และสามารถเก็บรักษาได้นาน 25 25 30 และ 30 วัน ตามลำดับในพวกที่เก็บเกี่ยวฤดูฝน(ภาพที่ 31B) ซึ่งใบตองสดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE แม้จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีใบบนเขียวเป็นสีเหลือง และคงคุณภาพความสดได้ดี แต่มีปัญหาการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ ทำให้คุณภาพโดยรวมไม่เป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเจาะรูที่ถุง PP พบว่าให้ผลที่ดีในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน



**ภาพที่ 31** อายุการเก็บรักษาของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง (A) และใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ (B) ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส [ตัวอักษรที่ต่างกันบน

แผนภูมิมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT]

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ:

จากการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝนของปี 2559 ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาช่วยรักษาคุณภาพใบตองและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่การใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากเกินไป คือ 2 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของใบตองจนไม่เป็นที่ยอมรับโดยมีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบตั้งนั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีในการทดลองครั้งนี้ คือ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และการเก็บเกี่ยวในฤดูกาลที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพใบตองระหว่างการเก็บรักษาที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด โดยสามารถเก็บได้นานถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาใบตองนานขึ้นส่งผลให้ใบตองเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เหี่ยว และมีคุณภาพต่ำลง

ส่วนการเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝนของปี 2560 โดยเปรียบเทียบการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE แบบปิดผนึกกับพวกที่ไม่บรรจุถุง พบว่า ใบตองที่ไม่บรรจุถุงมีแนวโน้มเก็บรักษาได้นานกว่าการบรรจุถุงทั้งสองชนิด โดยสามารถเก็บได้นาน 30 20 และ 25 วัน ตามลำดับ เนื่องจากใบตองที่บรรจุในถุง PP และ PE เกิดอาการสีน้ำตาลบนผิวใบจึงมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ และเมื่อทำการปรับปรุงสมบัติของถุง PP โดยการเจาะรู ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยคุณภาพของใบตองสดอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์:

### 10.1 การนำไปใช้ประโยชน์

- จัดพิมพ์เป็นหนังสือเผยแพร่/เผยแพร่ในวารสารวิชาการต่างๆ
- เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการในระดับประเทศและนานาชาติ
- เผยแพร่ในรูปแบบของโปสเตอร์หรือแผ่นพับ

### 10.2 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ผู้ส่งออก เกษตรกร และผู้สนใจ
- หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกต่างๆ

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี):

## 12. เอกสารอ้างอิง:

- กฤษณา บุญศิริ. 2550. การสะท้อนหนาวของพริก 3 พันธุ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิตเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 132 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2560. www.doa.go.th.
- กรมศุลกากร. 2560. รายงานสถิติ: ใบตอง. www.customs.go.th.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ลินคอร์นโปรโมชั่น. กรุงเทพฯ. 173 หน้า.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม และสุขเกษม สิทธิพจน์. 2536. การผลิตใบตองแห้งเพื่อการบรรจุ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 17 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- दनัย บุญยเกียรติ. 2556. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชสวน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 351 หน้า.
- บริษัท พีเคสยาม จำกัด. 2557. ขั้นตอนการส่งออกใบตอง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.pk-siam.com/website/mart/vegets/bananaleaf/banana\\_exp.html](http://www.pk-siam.com/website/mart/vegets/bananaleaf/banana_exp.html). (11 กรกฎาคม 2557)
- พีรพงษ์ แสงวนวงศ์กุล ไพลิน นงศ์คำ ชูศักดิ์ คุณุไทยเจริญ ขุนพรม ยุพิน อ่อนศิริ และสมนึก ทองบ่อ. 2554. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาใบตองสด. *ว.วิทย์.กษ.* 42: 95-98.
- สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย. 2561. รายงานสภาพอากาศจังหวัดสุโขทัยปี 2559 และ 2560. สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา.
- เอกวิทย์ ณ ถกลาง. 2544. ภูมิปัญญาภาคกลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์อัมรินทร์. กรุงเทพฯ. 213 น.
- Alkema, J. and S.L. Seager. 1982. The chemical pigments of plants. *J. Chem. Educ.* 59: 183-186.
- Chaves, M.M., J.S. Pereira, J. Maroco, M.L. Rodrigues, C.P.P. Ricardo, M.L. Osorio, I. Carvalho, T. Faria and C. Pinheiro. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Ann. Bot.* 89: 907-916.
- Dodge, J.D. 1970. Changes in chloroplast fine structure during the autumnal senescence of *Betula* leaves. *Ann. Bot.* 34: 817-824.
- El-hilali, F., A. Ait-Oubahou, A. Remah and O. Akhayat. 2003. Chilling injury and peroxidase activity changes in "fortune" mandarin fruit during low temperature storage. *Bulg. J. Plant Physiol.* 29: 44-54.

- Farber, J.N., L.J. Harris, M.E. Parish, L.R. Beuchat, T.V. Suslow, J.R. Gorney, E.H. Garrett and F.F. Busta. 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2: 142-160.
- Fonseca, S.C., F.A.R. Oliveira and J.K. Brecht. 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *J Food Eng.* 52: 99-119.
- Gan, S. 2003. Mitotic and postmitotic senescence in plants. *Sci. Aging Knowl. Environ.* 38: Re7.
- Hardenburg, R. E., A.E. Watada and C.Y. Yang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *USDA Agric. Handbook No. 66.* 130 pp.
- Hedderson, N., R.A. Balsamo, K. Cooper and J.M. Farrant. 2008. Leaf tensile properties of resurrection plants differ among species in their response to drying. *S. Afr. J. Bot.* 75: 8-16.
- Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 519-570.
- Hunt, R.W.G. 1998. Measuring color. 3<sup>rd</sup> edn. Ellis Horwood, New York. 469 pp.
- Irmak, S. 2016. Impacts of Extreme Heat Stress and Increased Soil Temperature on Plant Growth and Development. University of Nebraska–Lincoln.  
<https://cropwatch.unl.edu/2016/impacts-extreme-heat-stress-and-increased-soil-temperature-plant-growth-and-development>.
- Jehanzeb, M., X. Zheng and Y. Miao. 2017. The role of the S40 gene family in leaf senescence. *Int. J. Mol. Sci.* 18: 2152.
- Jibrán, R., D.A. Hunter and P.P. Dijkwel. 2013. Hormonal regulation of leaf senescence through integration of developmental and stress signals. *Plant Mol. Biol.* 82: 547-561.
- Jones, H.G. 1998. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. *J Exp. Bot.* 49: 387-398.
- Jouyban, Z., R. Hasanzade and S. Sharafi. 2013. Chilling stress in plants. *Intl. J. Agri. Crop. Sci.* 5: 2961-2968.
- Kadar, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40: 99-104.
- Kadar, A.A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. Second Edition. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication. 3311. 296p.
- Kader, A.A. and C.B. Watkins. 2000. Modified atmosphere packaging – toward 2000 and beyond. *HortTechnology.* 10: 483-486.
- Kramchote, S., V. Srilaong, C. Wongs-Aree and S. Kanlayanarat. 2012. Low temperature storage maintains postharvest quality of cabbage (*Brassica oleraceae* var. capitata L.) in supply chain. *Int. Food Res. J.* 19: 759-763.



- Kräutler, B. 2008. Chlorophyll breakdown and chlorophyll catabolites in leaves and fruit. *Photochem. Photobiol. Sci.* 7: 1114-1120.
- Lange, D.D. and A.C. Cameron. 1994. Post-harvest shelf-life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). *HortSci.* 29: 102-103.
- Lee, L., J. Arul, R. Lencki and F.A. Castaigne. 1995. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects-Part I. *Packag. Technol. Sci.* 8: 315-331.
- Lyons, J.M. 1973. Chilling injury in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 445-466.
- Matile, P., S. Hörtensteiner, H. Thomas and B. Kräutler. 1996. Chlorophyll breakdown in senescent leaves. *Plant Physiol.* 112: 1403-1409.
- Nguyen, T.B.T., S. Ketsa and W.G. Doorn. 2004. Effect of modified atmosphere packaging on chilling-induced peel browning in banana. *Postharvest Biol. Technol.* 31: 313-317.
- Nunes, M.C.N. 2008. Impact of environmental conditions on fruit and vegetable quality. *Stewart Postharvest Review.* 4: 1-14.
- Nunes, M.C.N., E. Proulx, J.P. Emond and J.K. Brecht. 2003. Quality characteristic of 'Horn of Plenty' and 'Medallion' yellow summer squash as a function of the storage temperature. *Acta Hortic.* 628: 607-614.
- Parkin, K.L., A. Marangoni, R.L. Jackman, R.Y. Yada and D.W. Stanley. 1989. Chilling injury: A review of possible mechanisms. *J Food Biochem.* 13: 127-153.
- Paull, R.E. and N.J. Chen. 1989. Waxing and plastic wrap influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 937-942.
- Raison, J.K., J.M. Lyons and W.W. Thompson. 1971. The influence of membranes on the temperature-induced changes in the kinetics of some respiratory enzymes of mitochondria. *Arch Biochem Biophys.* 142: 83-90.
- Raison, J.K. and J.M. Lyons. 1986. Chilling injury: A plea for uniform terminology. *Plant, Cell & Environment.* 9: 685-686.
- Rocha, A.M.C.N., M. Barreiro and A.M.M.B. Morais. 2004. Modified atmosphere package for apple 'Bravo de Esmolfe'. *Food Control.* 15: 61-64.
- Saltveit, M.E. and L.L. Morris. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. pp 3-15. *In: Wang, C.Y. (ed). Chilling Injury of Horticultural Crops.* CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Sams, C.E. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biol. Technol.* 15: 249-254.

- Skog, L.J. 1998. Chilling injury of horticultural crops. *FactSheet No. 98-021*. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario, Canada. 4 pp.
- Sofo, A., B. Dichio, C. Xiloyannis and A. Masia. 2004. Effects of different irradiance levels on some antioxidant enzymes and on malondialdehyde content during rewatering in olive tree. *Plant Sci.*166: 293-302.
- Song, L. and J. Thornalley. 2007. Effect of storage, processing and cooking on glucosinolates content of Brassica vegetables. *Food Chem. Toxicol.*45: 216-224.
- Thakur, S. and S. Kapila. 2017. Seasonal changes in antioxidant enzymes, polyphenol oxidase enzyme, flavonoids and phenolic content in three leafy liverworts. *Lindbergia*. 40: 39-44.
- Vergeiner, C., S. Banala and B. Kräutler. 2013. Chlorophyll breakdown in senescent banana leaves: Catabolism reprogrammed for biosynthesis of persistent blue fluorescent tetrapyrroles. *Chem. Eur. J.* 19: 12294-12305.
- Zagory, D. and A.A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technol.* 42: 70-74 & 76-77.

### 13. ภาคผนวก : ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติ

#### 1) ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
2°C	1.85 a	3.04 a	3.40 a	3.70 a	3.87 a	5.85 a	8.05 a	9.95 a	11.9 a	
5°C	2.00 a	4.02 a	4.50 b	5.00 a	5.31 b	8.43 b	9.92 a	11.7 b	14.6 a	
10°C	2.50 ab	5.63 b	6.80 c	9.60 b	14.0 c	15.3 c	17.0 b	20.0 c	23.0 b	
15°C	3.69 b	7.36 c	11.9 d	13.7 c						
อุณหภูมิแวดล้อม	7.61 c	12.5 d	17.1 e							
ค่าเฉลี่ย	3.53	6.50	8.75	8.00	7.73	9.87	11.67	13.88	16.49	
CV (%)	12.4	10.2	6.74	7.90	7.01	8.69	14.0	6.40	9.07	

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>								
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	1.67 a	3.34 a	4.20 a	5.00 a	5.92 a	6.85 a	11.6 a	16.6 a	17.0 a
5°C	2.30 a	4.34 ab	5.90 a	6.20 a	7.85 b	8.97 b	14.8 b	19.1 b	23.6 b
10°C	3.50 a	5.63 bc	6.00 a	7.50 b	9.38 c	11.9 c	16.6 b	19.6 b	25.4 b
15°C	2.50 a	7.05 c	8.79 b	11.3 c					
อุณหภูมิแวดล้อม	12.1 b	17.3 d	23.3 c						
ค่าเฉลี่ย	4.41	7.53	9.65	7.51	7.72	9.24	14.4	18.4	22.0
CV (%)	12.5	12.7	13.1	8.90	5.27	11.4	6.92	3.95	5.50

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 3** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>								
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	1.80 a	3.27 a	4.10 a	5.80 a	6.15	8.98 a	11.0 a	14.3 a	19.0 a
5°C	2.50 a	4.79 a	5.50 ab	7.60 ab	8.79	10.2 ab	12.5 ab	17.2 ab	21.0 a
10°C	3.00 a	4.75 a	6.00 ab	7.90 b	8.52	11.3 b	14.8 b	18.7 b	23.9 b
15°C	2.87 a	5.79 a	7.89 b	9.16 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	7.72 b	14.3 b	16.0 c						
ค่าเฉลี่ย	3.58	6.58	7.90	7.62	7.82	10.2	12.7	16.7	21.3
CV (%)	12.9	13.9	13.3	13.5	11.0	6.65	9.96	8.86	5.56

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	7.77	7.60 a	7.63 a	8.00 a	7.85 a	7.95	8.15	9.05 a	8.85	8.40
5°C	7.44	8.00 ab	9.15 ab	9.00 ab	8.50 ab	8.21	9.08	9.14 a	8.82	8.56
10°C	7.34	7.80 ab	7.88 ab	8.50 ab	9.00 ab	8.99	9.12	11.0 b	8.79	9.99
15°C	7.77	9.23 bc	8.87 ab	10.1 b	9.43 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	7.34	10.1 c	9.39 b	8.65 c						
ค่าเฉลี่ย	7.53	8.55	8.58	8.85	8.70	8.38	8.79	9.73	8.82	8.98
CV (%)	4.69	5.31	5.26	4.07	4.48	6.71	7.45	4.86	6.53	6.28

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 5** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	8.43 a	10.0	10.6	10.3	10.2	10.2	10.6	10.2	8.27 a	9.76
5°C	9.18 b	9.20	9.38	10.5	10.8	11.1	10.2	10.8	9.07 ab	10.6
10°C	8.66 a	9.50	10.4	10.5	10.3	10.2	10.6	10.6	9.84 b	11.6
15°C	8.43 a	10.4	9.83	9.93	10.6					
อุณหภูมิแวดล้อม	8.66 a	9.52	11.4	11.6						
ค่าเฉลี่ย	8.67	9.72	10.3	10.6	10.5	10.5	10.4	10.6	9.06	10.7
CV (%)	2.80	4.38	5.02	5.08	3.69	5.03	6.28	5.61	5.01	5.54

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 6** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	10.6	10.0	9.53	10.2	10.6	10.2	10.6	10.4	11.6	9.04
5°C	11.6	11.0	10.2	10.0	9.90	8.61	9.90	11.0	11.7	11.6
10°C	10.3	10.5	10.7	10.0	10.3	9.21	10.1	10.9	13.3	10.3
15°C	10.7	9.13	10.5	10.2	11.6					
อุณหภูมิแวดล้อม	10.5	10.5	9.95	9.90						
ค่าเฉลี่ย	10.8	10.2	10.2	10.1	10.6	9.34	10.2	10.7	12.2	10.3
CV (%)	4.96	5.08	5.82	4.99	4.73	7.01	6.16	6.13	7.25	6.32

<sup>1/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไมมีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 7** ค่าสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	30.6	30.8 ab	30.8	30.9 a	31.3 a	31.6	30.0 a	30.1 a	30.6 a	30.8 a
5°C	30.2	31.3 abc	32.0	32.0 ab	32.0 ab	32.0	31.7 ab	31.8 a	30.9 a	33.5 a
10°C	30.6	32.0 bc	32.9	32.8 b	32.7 b	32.6	34.3 b	39.0 b	39.7 b	48.1 b
15°C	30.9	30.4 a	32.0	33.5 b	34.3 c					
อุณหภูมิแวดล้อม	31.4	32.4 c	32.5	35.6 c						
ค่าเฉลี่ย	30.6	30.8	30.8	30.9	31.3	31.6	30.0	30.1	30.6	30.8
CV (%)	3.30	2.02	3.52	2.98	2.05	3.54	5.19	2.98	3.14	6.45

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ค่าสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	35.4	35.4 ab	35.3	35.1 a	34.5	34.0	35.3	34.4	33.2 a	35.7 a
5°C	35.0	35.7 ab	35.9	35.8 a	35.6	35.5	34.9	36.2	34.7 a	34.2 a
10°C	35.2	35.1 a	34.9	35.1 a	35.3	35.5	37.1	38.9	39.3 b	39.7 b
15°C	35.0	36.1 ab	35.3	36.5 a	37.3					
อุณหภูมิแวดล้อม	35.6	37.2 b	37.6	39.4 b						
ค่าเฉลี่ย	35.2	35.9	35.8	36.4	35.7	35.0	35.8	36.5	35.7	36.5
CV (%)	2.07	2.60	4.20	4.20	4.52	2.41	4.19	6.69	4.59	4.22

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ค่าสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	30.0	29.7 ab	29.3 a	29.6 a	30.1	30.6	29.7	29.0 a	30.3 a	29.1 a
5°C	30.5	30.6 ab	31.1 b	30.5 ab	30.6	30.0	29.6	30.1 ab	31.4 ab	30.9 a
10°C	30.5	30.9 b	30.4 ab	30.5 ab	30.6	30.8	30.5	31.4 b	35.7 b	36.4 b
15°C	29.8	29.3 a	30.4 ab	30.9 b	31.0					
อุณหภูมิแวดล้อม	30.5	30.1 ab	31.5 b	30.5 ab						
ค่าเฉลี่ย	30.3	30.1	30.5	30.4	30.6	30.5	30.0	30.1	32.5	32.2
CV (%)	2.79	2.34	2.61	1.66	1.94	3.40	2.46	2.70	6.99	6.92

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 10** ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	-7.21	-6.71	-6.66	-6.81	-6.80	-6.78	-6.18	-6.40	-6.33	-6.01
5°C	-6.86	-6.91	-6.89	-6.86	-6.80	-6.74	-6.27	-6.24	-6.21	-5.92
10°C	-7.12	-6.85	-6.83	-6.98	-6.64	-6.29	-6.10	-5.88	-5.19	-0.81
15°C	-6.67	-7.00	-6.53	-6.51	-6.24					
อุณหภูมิแวดล้อม	-6.86	-6.80	-6.12	-5.99						
ค่าเฉลี่ย	-6.94	-6.86	-6.60	-6.63	-6.62	-6.60	-6.19	-6.17	-5.91	-4.25

**ตารางที่ 11** ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	-7.85	-7.53	-7.69	-7.53	-7.88	-6.89	-6.93	-6.04	-6.07	-5.77
5°C	-7.93	-7.87	-7.71	-7.66	-7.57	-7.48	-6.99	-6.88	-6.28	-5.99
10°C	-7.96	-7.85	-7.40	-7.45	-7.54	-7.63	-6.73	-6.05	-5.90	-4.45
15°C	-7.68	-7.59	-7.55	-7.30	-7.45					
อุณหภูมิแวดล้อม	-8.01	-7.80	-7.88	-7.69						
ค่าเฉลี่ย	-7.89	-7.73	-7.65	-7.53	-7.61	-7.33	-6.88	-6.32	-6.08	-5.41

**ตารางที่ 12** ค่าสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	-5.89	-5.64	-6.11	-5.66	-5.71	-5.77	-5.72	-5.11	-5.20	-4.70
5°C	-6.23	-6.47	-6.15	-5.82	-5.87	-5.89	-5.46	-5.51	-5.55	-5.84
10°C	-6.10	-5.58	-5.96	-5.86	-6.00	-5.79	-5.87	-5.78	-5.63	-5.77
15°C	-6.10	-5.85	-5.86	-5.85	-5.99					
อุณหภูมิแวดล้อม	-6.00	-5.80	-5.78	-5.82						
ค่าเฉลี่ย	-6.06	-5.87	-5.97	-5.80	-5.89	-5.82	-5.68	-5.47	-5.46	-5.44

**ตารางที่ 13** ค่าสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	10.7	9.31 a	9.76 a	9.86 a	11.0 a	10.9	11.0	11.0 a	11.0 a	11.3 a
5°C	10.3	10.7 b	10.0 ab	10.9 ab	11.7 a	11.5	11.6	11.8 a	12.2 a	14.3 a
10°C	10.7	11.0 b	11.3 bc	12.9 b	12.3 ab	12.5	13.5	20.3 b	24.0 b	34.2 b
15°C	10.5	10.6 b	11.2 bc	12.8 b	14.1 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	10.7	11.1 b	11.6 c	16.4 c						
ค่าเฉลี่ย	10.6	10.6	10.8	12.6	12.3	11.6	12.0	14.4	15.7	19.9
CV (%)	9.84	6.02	6.96	8.43	9.00	14.5	11.4	10.4	11.1	11.3

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 14** ค่าสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	13.9	13.4	13.8 a	14.0 a	14.6 a	14.8	15.2	14.8 a	14.9 a	15.9 a
5°C	14.0	14.0	14.3 a	15.5 ab	16.0 a	16.1	16.2	16.7 b	16.3 b	16.7 a
10°C	14.3	14.5	14.9 a	15.0 ab	15.3 a	15.9	17.8	19.4 c	19.6 c	21.6 b
15°C	13.9	14.7	14.3 a	17.3 b	19.0 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	14.3	15.5	17.8 b	20.4 b						
ค่าเฉลี่ย	14.0	14.4	15.0	16.5	16.2	15.6	16.4	17.0	16.9	18.1
CV (%)	4.95	9.73	8.64	8.25	9.04	5.54	8.36	5.32	3.59	9.99

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT



**ตารางที่ 15**ค่าสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	8.76	8.90	8.76	8.77 a	8.67 a	9.20	9.94	9.54	10.5 a	10.9 a
5°C	8.89	9.77	10.1	9.77 ab	9.56 ab	9.57	9.63	10.2	11.6 a	12.0 a
10°C	9.28	9.60	9.53	9.46 ab	9.97 ab	10.5	10.6	11.0	14.5 b	14.4 b
15°C	9.28	9.16	9.16	10.3 b	11.0 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	9.27	9.45	9.72	10.2 b						
ค่าเฉลี่ย	9.10	9.38	9.45	9.70	9.80	9.76	10.1	10.3	12.2	12.4

CV (%)

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 16**คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	4.83	4.83	4.67 a	4.67 a	4.42 a	3.83 b	3.67 b	2.58 b	2.33 b	1.92 b
5°C	4.77	4.83	4.83 a	4.83 a	4.42 a	4.17 a	4.33 a	4.00 a	3.92 a	3.75 a
10°C	4.67	4.67	4.42 a	4.67 a	3.92 a	3.50 c	3.42 b	2.25 b	1.83 b	1.67 b
15°C	4.83	4.83	4.00 a	3.42 b	3.33 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	4.67	4.67	2.58 b	2.50 c						
ค่าเฉลี่ย	4.75	4.77	4.10	4.02	4.02	3.83	3.81	2.94	2.69	2.44
CV (%)	3.82	3.87	8.20	5.22	8.33	5.49	7.57	15.64	13.69	13.20

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 17** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (33.0 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	4.25	3.83 a	3.83 a	3.67 a	3.42 a	3.25 a	3.00	1.67	1.92	1.67
5°C	4.17	3.83 a	3.83 a	3.83 a	3.42 a	3.33 a	3.33	2.17	2.08	1.50
10°C	4.17	3.83 a	3.83 a	3.67 a	3.33 a	2.92 b	2.75	2.25	1.83	1.67
15°C	4.25	3.75 a	3.75 a	2.67 b	2.75 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	4.25	3.33 b	2.75 b	2.25 c						
ค่าเฉลี่ย	4.22	3.71	3.60	3.22	3.23	3.17	3.03	2.03	1.94	1.61
CV (%)	5.22	5.64	6.21	7.16	9.41	7.63	10.44	15.90	14.82	24.60

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 18** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิในการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>									
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
2°C	4.92	4.92	4.83 a	4.67 ab	3.67 ab	2.42 b	2.83	2.50	2.17	1.92
5°C	4.96	4.92	4.83 a	4.83 a	4.42 a	3.50 a	2.75	2.58	2.50	2.33
10°C	4.87	4.67	4.83 a	4.67 ab	4.29 a	3.67 a	3.17	2.50	2.33	1.92
15°C	4.92	4.92	4.75 a	4.33 c	2.58 b					
อุณหภูมิแวดล้อม	4.87	4.67	3.50 b	2.08 d						
ค่าเฉลี่ย	4.91	4.82	4.55	4.12	3.74	3.20	2.92	2.53	2.33	2.06
CV (%)	3.65	3.99	5.29	5.70	12.37	8.00	10.40	12.51	12.05	18.96

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี DMRT

## 2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

ตารางที่ 19 ก๊าซออกซิเจน (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	21.2 a BC	21.5 a A	21.1 a C	21.2 a BC	21.3 a AB	21.1 a C	21.1 a C	21.2 a
บรรจุถุง PP	20.7 b A	0.86 b B	0.27 c C	0.23 b C	0.23 c C	0.21 c C	0.20 c C	3.24 c
บรรจุถุง PE	20.4 b A	6.17 b B	1.88 b C	0.65 b C	0.47 b C	0.48 b C	0.53 b C	4.37 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	20.75 A	9.51 B	7.73 C	7.34 C	7.33 C	7.25 C	7.26 C	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 3.71

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 5.86

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

ตารางที่ 20 ก๊าซออกซิเจน (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	21.1 a	21.0 a	21.1 a	21.1 a	21.1 a	21.0 a	21.1 a	21.1 a
บรรจุถุง PP	20.7 b A	1.95 c B	0.13 b C	0.13 b C	0.14 b C	0.16 c C	0.14 b C	3.33 c
บรรจุถุง PE	20.7 b A	4.43 b B	0.27 b C	0.23 b C	0.23 b C	0.29 b C	0.24 b C	3.76 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	20.8 A	9.14 B	7.18 C	7.14 C	7.16 C	7.16 C	7.15 C	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 0.89

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 1.65

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 21** ก๊าซออกซิเจน (%) ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	20.6 A	0.42 c B	0.13 c C	0.15 c C	0.11 c C	4.28 c
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	20.6 A	11.0 b B	8.20 b B	7.92 b B	12.8 b B	12.1 b
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	20.6 A	10.9 b B	9.17 b B	9.93 b B	12.4 b B	12.6 b
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	20.7	20.7 a	20.9 a	20.8 a	20.9 a	20.8 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	20.6 A	10.8 B	9.59 B	9.71 B	11.5 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 11.7

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 12.0

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 22** ก๊าซออกซิเจน (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	21.3 a AB	21.0 a B	21.4 a A	21.0 a B	21.0 a B	21.1 a B	21.2 a AB	21.1 a
บรรจุถุง PP	20.9 b A	0.25 b B	0.07 b B	0.06 c B	0.09 b B	0.13 b B	0.12 b B	3.08 b
บรรจุถุง PE	21.2 a A	0.29 b B	0.15 b B	0.13 b B	0.16 b B	0.18 b B	0.25 b B	3.19 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	21.1 A	7.19 B	7.20 B	7.08 B	7.09 B	7.12 B	7.18 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 0.69

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 0.85

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 23** ก๊าซออกซิเจน (%) ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	20.5 A	0.13 c B	0.08d B	0.09 d B	0.09 d B	0.09 c B	0.10 c B	3.01 d
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	20.5 A	7.59 b B	4.03c B	4.82 c B	5.25 c B	6.16 b B	6.66 b B	7.86 c
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	20.5 A	9.89 b B	8.09 b B	8.11 b B	8.86 b B	9.23 b B	9.65 b B	10.6 b
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	21.1 AB	21.1 a AB	21.1 a AB	21.0 a B	21.1 a AB	21.3 a A	21.2 a AB	21.1 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	20.7 A	9.67 B	8.33 D	8.50 CD	8.83 BCD	9.19 BC	9.41 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 12.3

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 4.25

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 24** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	0.40 a C	0.30 a AB	0.30 a AB	0.35 a BC	0.25 a A	0.25 a A	0.30 a AB	0.31 a
บรรจุถุง PP	0.45 a A	10.8 c B	14.2 c E	14.1 c E	13.1 c D	12.3 c CD	11.4 c BC	10.9 c
บรรจุถุง PE	0.65 b A	7.60 b D	7.60 b D	7.00 b C	6.70 b C	5.95 b B	5.60 b B	5.87 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.50 A	6.22 C	7.35 E	7.15 E	6.67 D	6.17 C	5.78 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 3.64

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 3.77

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 25** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวใน  
ฤดูร้อน เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>						ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน		30 วัน
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	0.23 a	0.27 a	0.27 a	0.27 a	0.27 a	0.23 a	0.23 a	0.25a
บรรจุถุง PP	0.63 b A	13.5 c BC	14.1 c C	14.2 c C	13.2 c BC	12.4 c B	13.2 c BC	11.6 c
บรรจุถุง PE	0.63 b A	7.57 b D	7.47 b D	7.27 b CD	7.00 b C	6.97 b C	6.30 b B	6.17 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.50 A	7.11 C	7.28 C	7.26 C	6.81 BC	6.52 B	6.58 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 2.17

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 4.59

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 26** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน  
แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	0.27 A	14.4 c BC	14.8 c C	14.5 b BC	13.5 c B	11.5 c
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	0.33 A	8.43 b B	10.5 b B	10.7 b B	7.60 b B	7.51 b
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	0.27 A	9.27 b B	11.1 b B	10.7 b B	8.73 b B	8.01 b
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	0.27A	0.43 a B	0.43 a B	0.43 a B	0.37 a AB	0.39a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.28 A	8.13 B	9.22 B	9.07 B	7.55 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 14.4

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 14.2

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 27** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวใน  
ฤดูฝน เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง (อากาศ)	0.27a	0.27 a	0.23 a	0.27 a	0.27 a	0.33a	0.33 a	0.28a
บรรจุถุง PP	0.43 b A	15.5 c BC	17.3 c D	17.1 c CD	15.3 c B	14.5 c B	13.9 c B	13.4 c
บรรจุถุง PE	0.50 b A	9.10 b D	8.73 b D	7.80 b C	6.93 b BC	6.80 b B	6.77 b B	6.66 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.40 A	8.29 C	8.77 C	8.38 C	7.51 B	7.20 B	7.00 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 4.29

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 5.31

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 28** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้ว  
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	1.13 A	14.5 c B	16.9 d D	16.4 d CD	15.7 c BCD	15.1 d BC	15.2 d BCD	13.6 d
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	0.80 A	10.9 b B	12.1 c BC	12.6 c C	11.9 b BC	11.8 c BC	11.9 c BC	10.3 c
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	0.67 A	9.90 b B	10.6 b B	10.9 b B	11.0 b B	10.4 b B	9.93 b B	9.05 b
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	0.37	0.33 a	0.37 a	0.40 a	0.37 a	0.47 a	0.33 a	0.38 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.74 A	8.90 B	9.99 DE	10.06 E	9.73 CDE	9.44 BCD	9.35 BC	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 5.84

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 3.61

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 29**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>						ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	
	5วัน	10วัน	15วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน		
ไม่บรรจุถุง	2.16 bA	4.02 b AB	5.68 b BC	7.32 b CD	8.44 b DE	9.72 b E	6.22 b	
บรรจุถุง PP	0.06 aA	0.26 a B	0.42 a C	0.57 a D	0.68 a D	0.82 a E	0.47 a	
บรรจุถุง PE	0.15 aA	0.31 a AB	0.46 a BC	0.58 a CD	0.71 a DE	0.84 a E	0.51 a	
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.79 A	1.53 AB	2.19 BC	2.82 CD	3.27 DE	3.79 E		
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 22.7			%CV (อายุการเก็บรักษา) = 19.0					

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 30**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>						ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	
	5วัน	10วัน	15วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน		
ไม่บรรจุถุง	2.76 bA	4.53 b B	6.31 b C	7.14 b CD	8.47 b DE	9.78 b E	6.50 b	
บรรจุถุง PP	0.02 aA	0.09 a A	0.24 a B	0.33 a C	0.48 a D	0.50 a D	0.28 a	
บรรจุถุง PE	0.03 a A	0.11 a AB	0.25 a BC	0.38 a CD	0.47 a D	0.48 a D	0.29 a	
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.94 A	1.58 B	2.26 C	2.62 CD	3.14 DE	3.58 E		
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 19.5			%CV (อายุการเก็บรักษา) = 12.7					

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD



**ตารางที่ 31** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>				ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	7วัน	14วัน	21วัน	28วัน	
ถุง PP	0.02 a A	0.12 a AB	0.24 a BC	0.36 a C	0.18 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	0.04 abA	0.11 a B	0.21 a C	0.33 a D	0.18 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	0.06 bA	0.14 a A	0.26 a B	0.40 a C	0.21 a
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	0.16 cA	0.38 b B	0.56 b C	0.79 b D	0.47 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.07A	0.19 B	0.32 C	0.47 D	
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 24.1		%CV (อายุการเก็บรักษา) = 17.1			

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 32** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>						ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	5วัน	10วัน	15วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	2.09 bA	3.21 b AB	4.13 b ABC	5.00 b ABC	5.97 b BC	7.01 b C	4.57 b
บรรจุถุง PP	0.01 aA	0.13 a B	0.22 a B	0.36 a C	0.43 a CD	0.48 a D	0.27 a
บรรจุถุง PE	0.03 aA	0.15 a B	0.26 a C	0.36 a CD	0.39 a DE	0.48 a E	0.28 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.71A	1.16 AB	1.54 ABC	1.90 BCD	2.26 CD	2.66 D	
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 48.6		%CV (อายุการเก็บรักษา) = 28.8					

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 33**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>						ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	0.04 aA	0.13 a B	0.27 a C	0.32 a C	0.42 a D	0.48 a D	0.28 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	0.04 aA	0.09 a A	0.24 a B	0.29 a B	0.39 a C	0.45 a C	0.25 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	0.04 aA	0.12 a B	0.24 a C	0.32 a D	0.42 a E	0.47 a E	0.27 a
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	0.11 b A	0.26 b AB	0.46 b BC	0.68 b CD	0.81 b D	0.95 b D	0.54 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	0.06A	0.15 B	0.30 C	0.40 D	0.51 E	0.59 E	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 18.9

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 13.4

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 34**แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	8.69 a	8.58 a	10.0	9.13	9.22	8.93	9.94	9.22
บรรจุถุง PP	10.1 ab AB	10.5 b B	9.12 AB	9.18 AB	9.63 AB	8.38 A	8.78 A	9.38
บรรจุถุง PE	10.5 b C	9.34 ab ABC	9.50 ABC	9.50 ABC	10.1 BC	7.79 A	8.37 AB	9.30
ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>	9.76	9.47	9.56	9.27	9.64	8.37	9.03	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 13.3

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 14.0

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 35** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	9.79 AB	10.5 AB	10.9 AB	9.03 A	10.8 AB	10.5 AB	11.4 B	10.4
บรรจุถุง PP	9.45	10.6	10.5	10.9	10.8	10.7	10.3	10.5
บรรจุถุง PE	10.1 AB	9.72 AB	9.20 A	9.27 A	10.4 AB	10.1 AB	11.4 B	10.0
ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>	9.78	10.3	10.2	9.73	10.7	10.5	11.0	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 13.0

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 14.0

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 36** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	10.6 AB	10.4 AB	11.2 b B	9.74 A	10.4 a AE	10.5
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	11.2	10.6	11.0 b	10.0	11.0 ab	10.8
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	11.2 BC	11.1 BC	10.6 ab AB	9.46 A	12.3 b B	10.9
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	10.4 AB	11.3 B	9.45 a A	10.1 AB	10.0 a A	10.3
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	10.8 B	10.9 B	10.6AB	9.84A	11.0 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 8.83

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 9.28

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 37** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	10.5	9.68	9.64	10.4	9.73	10.3	9.67	9.99
บรรจุถุง PP	9.65	9.55	9.29	9.05	8.94	10.6	8.66	9.39
บรรจุถุง PE	10.5	10.2	8.77	8.99	9.70	10.4	10.2	9.83
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	10.2	9.82	9.24	9.46	9.46	10.5	9.51	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 14.0

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 15.3

<sup>1/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

**ตารางที่ 38** แรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	8.72 ABC	8.77 ABC	9.08 ABC	8.08 A	8.57 a AB	10.2 B	10.1 BC	9.07
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	9.36 AB	9.09 AB	8.80 A	8.64 A	10.6 b B	10.8 B	10.7 B	9.70
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	8.26	9.29	9.53	9.15	8.42 a	9.80	9.60	9.15
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	9.28 AB	8.26 A	8.59 A	8.84 A	10.5 b B	9.63 AB	9.16 AB	9.19
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	8.90 AB	8.85 AB	9.00 AB	8.68A	9.53 AB	10.1 B	9.88 AB	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 12.8

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 13.7

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

**ตารางที่ 39** ค่าวัดสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	33.4 C	31.6 b AB	34.0 b C	31.2 A	33.6 b C	31.7 AB	32.2 b B	32.5 b
บรรจุถุง PP	32.3 CD	31.5 b BC	32.0 a CD	31.6 BCD	32.8 b D	30.6 AB	30.1 a A	31.6 a
บรรจุถุง PE	32.4 C	30.2 a A	32.5 a C	31.8 BC	31.6 a BC	30.9 AB	31.9 b BC	31.6 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	32.7 B	31.1 A	32.8 B	31.5 A	32.7 B	31.1 A	31.4 A	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.03

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.52

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 40** ค่าวัดสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	31.2 b AB	32.8 b C	33.7 b D	31.3 ab AB	31.4 a AB	30.7 A	32.0 BC	31.9 b
บรรจุถุง PP	30.4 a A	30.8 a A	30.5 a A	31.5 b AB	32.0 a B	31.0 AB	32.0 B	31.2 a
บรรจุถุง PE	30.4 a B	32.2 b D	29.6 a A	30.7 a BC	33.3 b E	31.2 C	31.0 BC	31.2 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	30.7 A	31.9 CD	31.3 ABC	31.1 AB	32.2 D	31.0 A	31.7 BCD	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.01

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.08

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 41** ค่าวัดสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	31.9 AB	31.4 A	32.1 b AB	31.5 a AB	32.9 B	32.0
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	32.2 AB	31.9 A	31.9 ab A	33.3 b B	31.4 A	32.1
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	31.8 AB	32.2 AB	31.1 a A	30.7 a A	33.1 B	31.8
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	32.3 B	32.0 BC	31.8 ab BC	31.7 a B	30.8 A	31.7
ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>	32.1	31.9	31.7	31.8	32.1	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.35

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.10

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 42** ค่าวัดสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	30.5 A	30.9 AB	31.2 ABC	31.2 BC	30.8 AB	31.4 b BC	31.7 b B	31.1 b
บรรจุถุง PP	30.4 AB	30.8 B	30.9 B	30.7 AB	31.1 B	30.8 a B	30.1 a A	30.7 a
บรรจุถุง PE	31.0	31.2	30.4	31.1	31.0	31.2 ab	30.8 b	31.0 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	30.6 A	31.0 AB	30.8 AB	31.0 AB	31.0 AB	31.1 B	30.8 AB	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 0.74

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 1.36

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 43** ค่าวัดสี L\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	29.7 ab AB	30.4 b BC	29.2 ab A	30.4 b BC	29.3 a A	30.9 b C	31.3 b C	30.2 b
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	29.5 a BC	29.2 a AB	28.8 a A	29.2 a AB	30.2 b D	29.9 a CD	29.8 a BCD	29.5 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	29.8 b AB	29.3 a A	30.2 c B	29.7 ab AB	29.8 ab AB	29.8 a AB	30.3 a B	29.8 b
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	29.6 ab AB	29.4 a A	29.7 bc ABC	30.1 b BC	31.5 c D	29.4 a A	30.2 a C	30.0 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	29.6 ABC	29.6 AB	29.5 A	29.9 BCD	30.2 DE	30.0 CD	30.4 E	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.04

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 1.23

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 44** ค่าวัดสี a\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	-7.36	-5.75	-7.74	-5.73	-6.96	-6.00	-6.12	-6.52
บรรจุถุง PP	-6.60	-6.20	-6.62	-6.17	-6.46	-5.00	-4.46	-5.93
บรรจุถุง PE	-6.65	-5.61	-7.13	-6.37	-5.86	-5.54	-5.98	-6.16
ค่าเฉลี่ย	-6.87	-5.86	-7.16	-6.09	-6.43	-5.52	-5.52	

**ตารางที่ 45** ค่าวัดสี a\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	-5.63	-6.98	-7.19	-5.65	-5.29	-4.43	-5.78	-5.85
บรรจุถุง PP	-5.53	-5.65	-5.22	-5.82	-5.98	-5.52	-6.04	-5.68
บรรจุถุง PE	-5.53	-6.98	-4.16	-5.43	-6.74	-4.94	-4.68	-5.49
ค่าเฉลี่ย	-5.56	-6.54	-5.52	-5.63	-6.00	-4.96	-5.50	

**ตารางที่ 46** ค่าวัดสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	-5.58	-6.01	-6.06	-5.42	-6.37	-5.89
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	-5.44	-6.49	-6.10	-6.66	-4.99	-5.94
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	-5.41	-6.04	-5.48	-5.20	-6.52	-5.73
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	-5.75	-6.13	-5.86	-5.89	-5.30	-5.78
ค่าเฉลี่ย	-5.55	-6.17	-5.87	-5.79	-5.79	

**ตารางที่ 47** ค่าวัดสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	-6.30	-6.58	-6.65	-6.86	-6.39	-7.06	-7.10	-6.71
บรรจุถุง PP	-6.70	-6.48	-6.71	-6.59	-6.62	-6.62	-5.80	-6.50
บรรจุถุง PE	-6.93	-7.41	-6.03	-6.91	-6.49	-6.51	-6.39	-6.67
ค่าเฉลี่ย	-6.64	-6.82	-6.47	-6.79	-6.50	-6.73	-6.43	

**ตารางที่ 48** ค่าวัดสี  $a^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา							ค่าเฉลี่ย
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	-6.09	-6.68	-5.23	-6.75	-6.22	-6.74	-6.97	-6.38
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	-5.55	-5.44	-5.18	-5.76	-6.55	-6.37	-6.36	-5.89
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	-5.94	-5.95	-6.53	-6.15	-6.43	-5.90	-6.42	-6.19
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	-5.75	-6.12	-5.75	-6.62	-7.29	-6.16	-6.54	-6.32
ค่าเฉลี่ย	-5.83	-6.05	-5.67	-6.32	-6.62	-6.29	-6.57	



**ตารางที่ 49** ค่าวัดสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	15.2 C	11.8 AB	15.7 b C	11.4 a A	14.9 b C	12.2 AB	12.9 b B	13.4 b
บรรจุถุง PP	13.5 C	12.5 ABC	13.0 a BC	12.4 ab ABC	13.6 c C	11.3 AB	10.7 a A	12.4 a
บรรจุถุง PE	13.6 BC	11.1 A	14.3 ab C	13.1 b ABC	12.0 a AB	11.8 AB	12.6 b ABC	12.7 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	14.1 B	11.8 A	14.3 B	12.3 A	13.6 B	11.8 A	12.1 A	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 3.99

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 9.64

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 50** ค่าวัดสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	10.1 AB	13.6 b C	14.8 c C	11.4 AB	10.9 a AB	9.83 a A	11.8 ab B	11.8 b
บรรจุถุง PP	9.46 A	10.0 a A	10.7 b AB	11.6 BC	12.2 ab C	11.5 b BC	12.5 b C	11.1 a
บรรจุถุง PE	9.46 AB	12.6 ab CD	8.62 a A	11.0 BC	13.5 b D	10.9 b BC	10.4 a AB	10.9 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	9.67 A	12.0 C	11.4 BC	11.3 BC	12.2 C	10.7 AB	11.6 BC	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 5.68

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 10.1

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 51** ค่าวัดสี  $b^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	11.5 A	11.7 A	12.0 b AB	11.3 a A	13.6 B	12.0
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	10.9 A	12.4 A	12.1 b A	14.2 b B	11.0 A	12.1
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	10.9 A	12.3 AB	10.6 a A	10.6 a A	13.8 B	11.7
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	11.8 B	11.8 B	11.5 ab B	11.9 a B	10.6 A	11.5
ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>	11.3	12.0	11.6	12.0	12.3	
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 6.50			%CV (อายุการเก็บรักษา) = 8.68			

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 52** ค่าวัดสี  $b^*$  ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	10.2 a A	10.7 a AB	11.2 ABC	11.4 ABC	10.5 A	11.8 BC	12.4 b C	11.2 ab
บรรจุถุง PP	10.9 ab AB	11.1 a AB	11.0 AB	10.7 AB	11.3 AB	11.6 B	10.2 a A	11.0 a
บรรจุถุง PE	11.3 b AB	12.5 b C	10.6 A	11.4 AB	10.6 AB	11.8 BC	11.1 a AB	11.3 b
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	10.8 A	11.4 AB	10.9 A	11.2 AB	10.9 A	11.7 B	11.2 AB	
%CV (บรรจุภัณฑ์) = 2.97			%CV (อายุการเก็บรักษา) = 6.21					

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 53** ค่าวัดสี b\* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	9.80 b	AB 11.4 b	BC 8.85 a	A 10.6 b	AB 9.96 a	AB 13.0 b	C 12.7 b	C 10.9 c
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	9.13 a	AB 8.94 a	AB 8.50 a	A 9.43 a	B 10.8 a	C 10.6 a	C 11.0 a	C 9.76 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	9.69 ab	A 9.57 a	A 11.0 c	C 9.85 ab	AB 10.4 a	ABC 10.8 a	C 10.8 a	BC 10.3 b
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	9.42 ab	A 9.86 a	AB 9.78 b	AB 10.4 ab	BC 12.6 b	D 9.90 a	AB 11.0 a	C 10.4 bc
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	9.51 A	9.94 A	9.51 A	10.1 A	11.0 B	11.1 B	11.3 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 5.24

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 6.49

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 54** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	4.92 A	4.88 A	4.83 A	4.67 A	4.00 b	B 3.67 b	B 3.08 b	C 4.29 b
บรรจุถุง PP	4.92 A	4.97 A	4.75 AB	4.92 A	4.75 a	AB 4.33 a	C 4.50 a	BC 4.73 a
บรรจุถุง PE	4.92 A	4.96 A	4.83 A	4.83 A	4.83 a	A 4.67 a	A 4.25 a	B 4.76 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	4.92 A	4.94 A	4.81 A	4.81 A	4.53 B	4.22 C	3.94 D	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 2.07

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.48

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 55** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	4.96 A	4.83 A	4.25 b B	4.00 b BC	3.50 b C	2.67 b D	2.50 b D	3.82 b
บรรจุถุง PP	4.96 A	4.89 A	4.92 a A	4.67 a AB	4.50 a BC	4.50 a BC	4.25 a D	4.67 a
บรรจุถุง PE	4.96 A	4.83 A	4.92 a A	4.75 a A	4.17 a B	4.08 a BC	3.78 a C	4.50 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	4.96 A	4.85 AB	4.69 BC	4.47 C	4.06 D	3.75 E	3.51 F	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.93

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.83

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 56** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>					ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	
ถุง PP	4.92 A	4.92 A	4.92 a A	4.00 B	3.83 B	4.52 a
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	4.96 A	4.67 A	4.83 ab A	3.83 B	3.58 B	4.38 b
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	4.93 A	4.83 AB	4.58 b B	3.83 C	3.75 C	4.39 b
ถุง PP เจาะรู $\varnothing$ 0.5 ซม. 16 รู	4.96 A	4.92 A	4.83 ab A	3.83 B	3.50 B	4.41 ab
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	4.94 A	4.83 A	4.79 A	3.88 B	3.67 C	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.43

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 2.26

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 57** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ไม่บรรจุถุง	4.98 A	4.92 A	4.67 A	4.67 A	3.83 b B	2.92 b C	3.17 b C	4.16 b
บรรจุถุง PP	4.98 A	4.92 A	5.00 A	4.92 A	4.92 a A	3.92 a B	3.92 a B	4.65 a
บรรจุถุง PE	4.98 A	4.92 A	4.83 A	4.92 A	4.67 ab A	3.83 a B	3.92 a B	4.58 a
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	4.98 A	4.92 A	4.83 A	4.83 A	4.47 B	3.56 C	3.67 C	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.87

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 1.87

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 58** คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

บรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา <sup>1/</sup>							ค่าเฉลี่ย <sup>2/</sup>
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน	
ถุง PP	4.92 A	4.92 A	4.89 A	4.89 A	4.56 b A	3.67 B	3.89 B	4.53
ถุง PP เจาะรูเข็ม 4 รู	4.92 A	4.92 A	5.00 A	4.89 A	5.00 a A	3.89 B	3.78 B	4.63
ถุง PP เจาะรูเข็ม 16 รู	4.92 A	4.92 A	5.00 A	4.89 a	4.78 ab A	4.00 B	3.78 B	4.61
ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 ซม. 16 รู	4.92 A	4.92 A	5.00 A	5.00 A	4.89 ab A	4.00 B	3.67 C	4.63
ค่าเฉลี่ย <sup>1/</sup>	4.92 A	4.92 A	4.97 A	4.92 A	4.81 A	3.89 B	3.78 B	

%CV (บรรจุภัณฑ์) = 1.38

%CV (อายุการเก็บรักษา) = 1.94

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์เดียวกันกำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยวิธี LSD

<sup>2/</sup> ค่าวิเคราะห์ที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ )