

## การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาใบตองสด Postharvest Physiological Changes and Storage of Banana Leaves

พีรพงษ์ แสงวานังกุล<sup>1,2\*</sup>, ไพลิน นงศ์คำ<sup>1,2</sup>, ชูศักดิ์ คุณุไทย์<sup>1</sup>, เจริญ ขุนพรหม<sup>1</sup>, ยูพิน อ่อนศิริ<sup>1</sup> และ สมนึก ทองบ่อ<sup>1</sup>  
Peerapong Sangwanangkul<sup>1,2\*</sup>, Pailin Nongkum<sup>1,2</sup>, Choosak Kunuthai<sup>1</sup>, Charoen Kunprom<sup>1</sup>, Yupin Onsiri<sup>1</sup> and Somnuk Thongbor<sup>1</sup>

### Abstract

Cut banana leaves are widely used for food wrapping and decoration in restaurants, spas, and hotels both in Thailand and oversea. Moreover, they have been used in Thai cultural events like 'Loy Kratong' - a full moon festival, and many Hinduism and Buddhism events. The high demand of cut banana leaves promotes it as a good potential agricultural product for export. However, quality and freshness of cut banana leaves depend on variety, storage temperature and postharvest physiological changes. Postharvest physiological changes of cut banana leaves of four cultivars from 'Sukhothai' province including 'Taani Mor', 'Taani Hin', 'Naamwa' and 'Hom Thong' were studied. The respiration pattern of cut banana leaf resembled that of climacteric fruits. The respiration rate was high after storage at 25°C and 75 %RH for 3-5 days. This was related to the ethylene production and the leaf yellowing. Cut 'Taani Mor' banana leaves had the least weight loss and the longest shelf life in such condition of 6 days. The comparative study of storage temperature at 5, 10, 15 and 25±1°C showed that the optimum storage temperature for cut 'Taani Mor' banana leaves should be between 5 to 10°C. Cut banana leaves stored at 10°C for a week could be sold or used at 25°C up to 6 days; however, those stored at such condition for two weeks can be used at 25°C for less than 3 days. Leaves stored at 5°C for 1-2 weeks could be sold or used up to 3 days.

**Keywords:** banana, banana leaves, storage

### บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์จากใบตองในการห่อหุ้มอาหาร ตกแต่งสถานที่ เช่น ร้านอาหาร สปา และโรงแรม เผยแพร่วัฒนธรรมไทย เช่น ประเพณีลอยกระทง และ ใช้ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของชาวฮินดูและพุทธ ในต่างประเทศนั้นมีความต้องการสูง ใบตองจึงนับเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์เกษตรที่ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อการส่งออกเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามคุณภาพและความสดของใบตองนั้นขึ้นกับ พันธุ์กล้วย อุณหภูมิในการขนส่งและเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสำคัญ จากการทดลองเปรียบเทียบคุณภาพใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีหม้อ ตานีหิน กกล้วยน้ำว้า และกล้วยหอมทองที่เก็บเกี่ยวจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย และอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 5, 10, 15 และ 25±1°C พบว่า ใบตองทั้งหมดมีการหายใจแบบ climacteric โดยอัตราการหายใจเกิดขึ้นสูงภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เป็นเวลา 3 - 5 วัน สัมพันธ์กับอัตราการผลิตเอทิลีนและการเหลืองของใบตอง ทั้งนี้ใบตองกล้วยพันธุ์ตานีหม้อมีอัตราการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดและมีอายุการใช้งานในสภาพดังกล่าวนานที่สุด 6 วัน โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเก็บรักษาใบตองตานีหม้ออยู่ระหว่าง 5-10 °C ซึ่งใบตองตานีหม้อเก็บรักษาที่ 10°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ สามารถวางจำหน่ายหรือใช้ตกแต่งสถานที่ในรูปแบบใบตองสดที่ 25°C ได้เป็นเวลา 6 วัน แต่ถ้าเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จะวางจำหน่ายและใช้งานได้น้อยกว่า 3 วัน ขณะที่การเก็บรักษาที่ 5°C เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ สามารถวางจำหน่ายได้ไม่เกิน 3 วัน

**คำสำคัญ:** ใบตอง, กล้วย, เก็บรักษา

### คำนำ

การสลายของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) และการคายน้ำมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพและความสดของผลิตภัณฑ์ที่มีสีเขียว เช่น ใบคะน้าและกวางตุ้ง ส่วนดอกของบรอกโคลี และส่วนยอดของหน่อไม้ฝรั่ง รวมถึงใบตองซึ่งมีการ

<sup>1</sup> ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Postharvest Technology Center, Research and Development Institute at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140 THAILAND

<sup>2</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>2</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140 THAILAND

\*corresponding author: [rdips@ku.ac.th](mailto:rdips@ku.ac.th)

ใช้ประโยชน์มากในธุรกิจอาหารทั้งอาหารไทย จีน ญี่ปุ่น อินเดีย และลาตินอเมริกา ใบตองนอกจากจะมีความจำเป็นในอุตสาหกรรมร้านอาหารไทยในต่างแดนที่รัฐบาลให้การสนับสนุนแล้ว ยังจำเป็นต่อการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของชาวฮินดูและพุทธในต่างแดนสูงเช่นกัน ใบตองจึงนับเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อการส่งออกเป็นอย่างยิ่ง ปัจจุบันประเทศผู้ผลิตกล้วยอย่างฟิลิปปินส์ได้เล็งเห็นความสำคัญและได้ทดลองส่งออกใบตองแช่แข็งไปสหรัฐอเมริกาแล้ว

(<http://www.fijitimes.com/story.aspx?id=70002>) สำหรับการส่งออกใบตองจากประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่ส่งออกในรูปแบบแช่แข็งและไม่มีการเก็บข้อมูลจากภาครัฐ อย่างไรก็ตามใบตองแช่แข็งไม่สามารถนำมาใช้ในงานตกแต่งและงานที่ต้องการความสดของใบตองได้เนื่องจากใบเสียคุณภาพจากการแช่แข็งแล้ว หรือแม้แต่การใช้ใบตองสดในการตกแต่งสถานที่ และงานฝีมือต่าง ๆ ก็พบว่าอายุการใช้งานของใบตองสั้นใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแห้งในเวลาเพียงไม่กี่วัน โดยสรุปปัญหาของใบตองสดในการส่งออกในปัจจุบันคืออายุการเก็บรักษา วางจำหน่ายและใช้งานสั้น ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เหี่ยวและแตก อีกทั้งยังขาดข้อมูลพื้นฐานทางเคมีและกายภาพของใบตอง ทั้งด้านเรื่องอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีนและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาใบตอง ต่างจากการผลิตกล้วยซึ่งมีการศึกษาในทุกด้านตั้งแต่การปลูกจนถึงการจัดการหลังเก็บเกี่ยวและข้อมูลการตลาดอย่างกว้างขวาง

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดของพันธุ์กล้วย อายุใบ อุณหภูมิเก็บรักษา วิธีการบรรจุใบตอง และการจัดการที่เหมาะสมในการถนอมสีเขียวและความสดของใบตองเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและการใช้งาน

### อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของใบตองพันธุ์ต่าง ๆ

เก็บเกี่ยวใบตองจากกล้วยพันธุ์น้ำว่า หอมทอง ตานีหิน และตานีหม้อ โดยแยกใบตานีหม้อเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะสีใบ คือ สีเขียวอ่อน และ สีเขียวเข้ม รวม 5 ทริทเมนต์ เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมมีอายุการใช้งานของใบตองนาน โดยเลือกใบที่มีสีด้านบนเขียวเข้มและด้านล่างเริ่มมีนวลปรากฏ จากแปลงเกษตรกรใน อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย ในเดือนมิถุนายน 2552 ทำความสะอาดและมัด ลดอุณหภูมิด้วยน้ำประปา และพักไว้ 1 คืน ที่โรงคัดบรรจุเพื่อรอการขนส่ง จากนั้นขนส่งโดยรถห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15°C จากโรงคัดบรรจุ จ. สุโขทัย มายังศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ. นครปฐม ทำความสะอาดใบด้วยฟองน้ำสะอาดและขึ้น ตัดแต่งขอบใบให้มีขนาดเท่ากัน พับเป็นสี่ทบบรรจุถุงพลาสติกชนิด polyethylene (PE) หนา 0.050 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ด้านละ 6 ช่อง บรรจุถุงละ 330 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1°C) เพื่อทดสอบอายุการวางจำหน่ายและการใช้งานในต่างประเทศ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 5 ทริทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ (ถุง) ทำการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ สี การสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนและการยอมรับของผู้บริโภค ทุก 3 วัน จนกระทั่งใบตองหมดสภาพ โดยกำหนดวันสิ้นสุดการเก็บรักษาและวางจำหน่ายเมื่อสีใบเหลืองหรือน้ำตาล 25% ของพื้นที่ใบทั้งหมด

การทดลองที่ 2 การศึกษาหาอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาใบตอง

เก็บเกี่ยวใบตองพันธุ์ตานีหม้อจากแปลงเกษตรกรใน อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย เดือนสิงหาคม 2552 จากนั้นมีการจัดการและการขนส่งเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 เก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 25°C ภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจึงย้ายมาทดสอบการวางจำหน่ายและใช้งานที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 1°C) ทุกสัปดาห์จนกระทั่งใบตองหมดสภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ทริทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ (ถุง) / สัปดาห์ ซ้ำละ 330 กรัม

### ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวใบตองพันธุ์ต่าง ๆ

การเก็บรักษาใบตองกล้วยตานีหม้อ (ใบสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อน) ตานีหิน น้ำว่า และหอมทอง ที่อุณหภูมิ 25 ± 1°C พบว่า ใบตองกล้วยตานีหม้อทั้งใบสีเขียวเข้มและใบสีเขียวอ่อนมีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักน้อยที่สุด (Figure 1) มีอายุการใช้งานนานที่สุด ใบเริ่มแสดงสีเหลืองของใบเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน (Figure 2) โดยใบตองกล้วยตานีหินซึ่งเป็นกล้วยป่ามีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักใน 3 วันแรกหลังเก็บรักษาสูงสุด ซึ่งการสูญเสีย น้ำหนักของใบตองเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งด้านบนและด้านล่างใบและตามรอยขีดขาดของใบตอง โดยมีแสงเป็นตัวกระตุ้นการเปิดปากใบ (Brun, 1961) สำหรับใบตองกล้วยน้ำว่าและหอมทองนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานสั้นที่สุดใบแสดงสีเหลือง 25.0 และ 26.7 % จากขอบใบ ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน ตามลำดับสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า b\* และการยอมรับของผู้บริโภค (ไม่แสดงข้อมูล) ความเขียวและความสดของใบเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของใบตองและผักสีเขียวอีกหลายอย่าง ซึ่งความเขียวของพืชขึ้นขึ้นกับปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในใบ เมื่อใบ

พืชแก่และเข้าสู่ระยะชราภาพคลอโรฟิลล์จะสลายตัว ใบแสดงอาการเหลืองและหลุดร่วง โดยเอทิลีนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการสลายของคลอโรฟิลล์ ดังที่มีรายงานว่าการให้เอทิลีน 2,500 และ 5,000 ppm สามารถกระตุ้นการพัฒนาลีผลกล้วยได้ (Bondad, 1972) จากการศึกษาพบว่าอาการเหลืองของใบตองสัมพันธ์กับอัตราการหายใจ (Figure 3) และการผลิตเอทิลีน (Figure 4) ซึ่งเป็นแบบ climacteric เช่นเดียวกับผลกล้วย (สมชาย, 2539; Leopold and Kriedemann, 1975) โดยใบตองกล้วยหอมทองและกล้วยน้ำว้า มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในวันที่ 3 มากกว่าใบตองกล้วยตานีหม้อและตานีหินในวันเดียวกัน ขณะที่กล้วยตานีหม้อและตานีหินมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 5 และ 9 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเหลืองของใบตองเป็นผลโดยตรงจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการผลิตเอทิลีน โดยใบตองเริ่มแสดงอาการเหลืองเมื่อเนื้อเยื่อผลิตเอทิลีนประมาณ 2 nl/kg.hr (Figure 4)

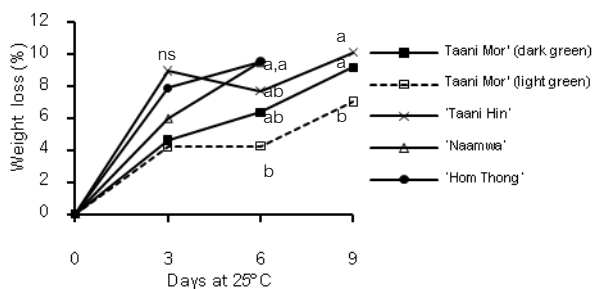


Figure 1 Weight loss of cut banana leaves of various varieties during storage at 25±1°C.

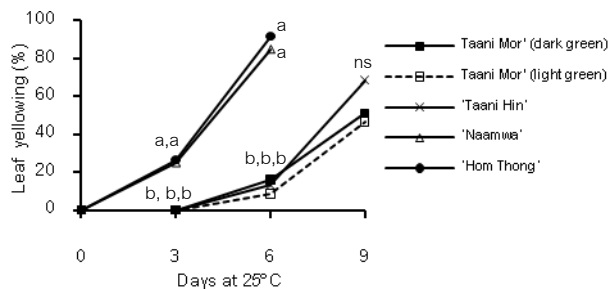


Figure 2 Percentage of cut banana leaves yellowing during storage at 25±1°C.

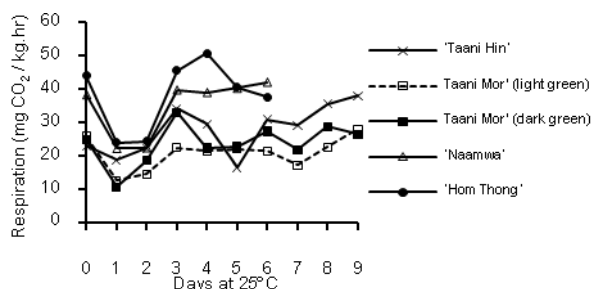


Figure 3 Respiration rate of cut banana leaves of various varieties during storage at 25±1°C.

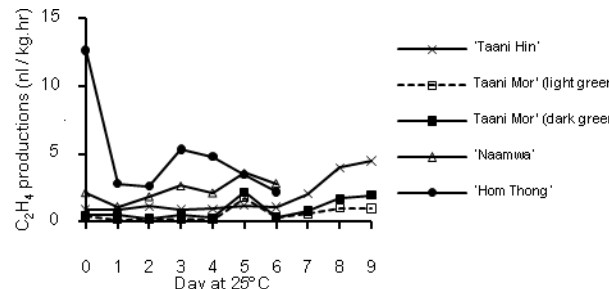


Figure 4 Ethylene production of cut banana leaves of various varieties during storage at 25±1°C.

การทดลองที่ 2 การศึกษาหาอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาใบตอง

พบว่า ใบตองกล้วยตานีหม้อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C มีเปอร์เซ็นต์สูญเสีย น้ำน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 ถึง 4 สัปดาห์ (Figure 5) สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบที่แสดงอาการเหี่ยว (Figure 6) และการเกิดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลาตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไป เมื่อนำออกวางที่ 25°C ใบจะแสดงอาการเหี่ยวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการสะสมสารประกอบฟีนอลมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำดังกล่าวเป็นเวลานานกว่า 2 สัปดาห์ (ไม่แสดงข้อมูล)

ใบตองกล้วยตานีหม้อสามารถทนอุณหภูมิต่ำที่ 5 และ 10°C ได้นาน 4 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ใบตองที่เก็บรักษาเป็นเวลาดังกล่าวเมื่อทดสอบวางจำหน่ายที่ 25°C เป็นเวลา 3 วัน พบว่า ใบตองมีการสูญเสีย น้ำหนักสูง ใบเหี่ยว เหลืองและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ไม่เหมาะต่อการวางจำหน่ายและการใช้งาน ดังนั้นการเก็บรักษาใบตองที่ 5 และ 10°C เป็นเวลา 3 - 4 สัปดาห์ จึงใช้ได้กับผู้ดำเนินธุรกิจร้านอาหารที่ต้องใช้ใบตองในการห่อหุ้มอาหารหรือตกแต่งจานรองอาหารได้ทันทีภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเท่านั้น สำหรับผู้ประกอบการส่งออก ผู้ค้าส่งและปลีก ควรเก็บรักษาใบตองสดที่ 5 - 10°C เป็นเวลาไม่เกิน 1 ถึง 2 สัปดาห์ ซึ่งทำให้สามารถวางจำหน่ายและใช้งานได้ 6 และ 3 วัน ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคยอมรับได้ (ไม่แสดงข้อมูล) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่านี้เป็นเวลานานจะทำให้ใบแสดงอาการใบเหลือง (Figure 7) และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากขอบใบเมื่อนำออกวางที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นผลจากการสลายของ chlorophyll (Figure 8) ตามระยะเวลาเก็บรักษาและวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น โดยการสลายของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นในสภาพเก็บรักษาที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ตามลำดับ การสลายของคลอโรฟิลล์ เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase ที่เพิ่มขึ้นเมื่อพืชเข้าสู่ระยะชราภาพดังที่พบในใบข้าวโอ๊ตและข้าวบาร์เลย์ (Sabater and Rodriguez, 1978) ในทางตรงกันข้ามกิจกรรมของเอนไซม์นี้ในใบ

ยาสูบลดลง (Shimizu and Tanaki, 1963) ขณะที่การสลายของคลอโรฟิลล์ในปวยเล้งเกิดจากกระบวนการออกซิเดชัน (peroxidase-hydrogen peroxide pathway) (Yamaguchi and Watada, 1991) จะเห็นว่าการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดได้จากกระบวนการที่แตกต่างกันตามชนิดของพืช

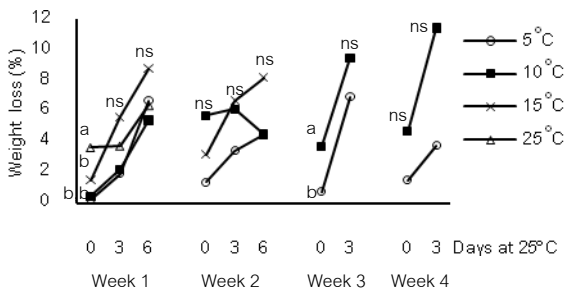


Figure 5 Weight loss of cut 'Taani Mor' banana leaves after storage at different temperatures for 1- 4 weeks before transfer to 25°C for 3-6 days.

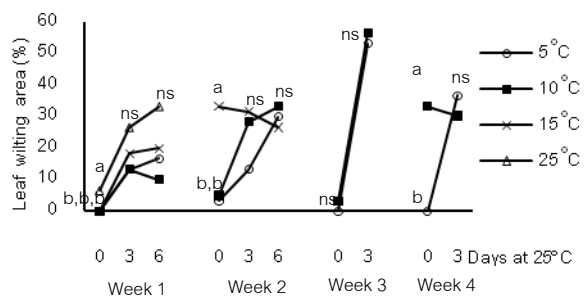


Figure 6 Percentage of leaf wilting area of cut 'Taani Mor' banana leaves after storage at different temperatures for 1- 4 weeks and 25°C for 3-6 days.

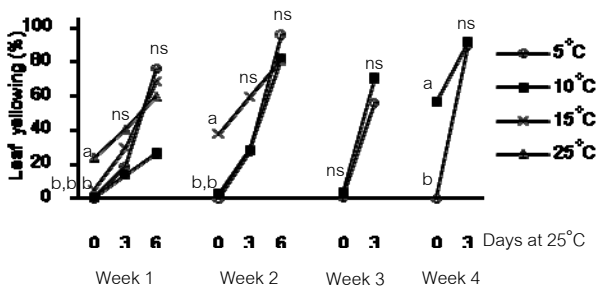


Figure 7 Percentage of leaf yellowing of cut 'Taani Mor' banana leaves after storage at different temperatures for 1- 4 weeks before transfer to 25°C for 3-6 days.

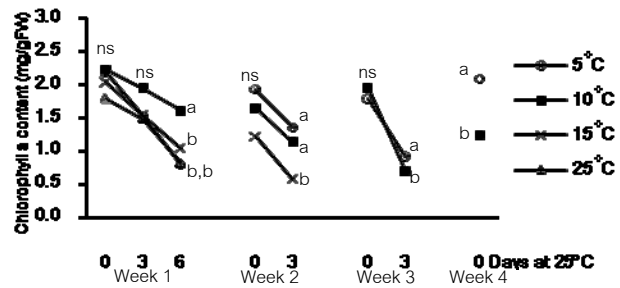


Figure 8 Chlorophyll a content of cut 'Taani Mor' banana leaves after storage at different temperatures for 1- 4 weeks and 25°C for 3-6 days.

**สรุป**

1. ใบตองกล้วยพันธุ์ตานีห่อเหมาะต่อการใช้งานและการส่งออก มีอายุการใช้งานที่ 25°C นานที่สุด 6 วัน
2. การเหลืองของใบตองสัมพันธ์กับอัตราการผลิตเอทิลินที่เพิ่มขึ้น
3. ใบตองกล้วยพันธุ์ตานีห่อสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-10°C เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ โดยสามารถนำออกวางจำหน่ายและใช้งานที่ 25°C ได้เป็นเวลา 3 – 6 วัน

**คำขอขอบคุณ**

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ งบประมาณ 2552 รหัส ว-ท(ด)158.52

**เอกสารอ้างอิง**

สมชาย เลห์เหลี่ยม. 2539. สรีรวิทยา คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลกล้วยหอมในกลุ่มคาเวนดิชที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 น.

Bondad, N.D.1972. Postharvest ripening and degreening of banana and citrus fruit with 2-chloroethyl phosphoric acid. Phil. Agric. 55:310-321.

Brun, W.A. 1961. Photosynthesis & transpiration from upper & lower surfaces of intact banana leaves. Plant Physiol. 36:399-405.

Leopold, A. and P.E. Kriedemann. 1975. Plant Growth and Development. Tata McGrawHill Publishing, New Delhi. 545 p.

Sabater, B. and M.T. Rodriguez. 1978. Control of chlorophyll degradation in detached leaves of barley and oat through effect of kinetin on chlorophyllase. Physiol. Plant. 43:274-276.

Shimizu, S. and H. Tanaki. 1963. Chlorophyllase of tobacco plants. II. Enzymatic phytylation of chlorophyllide and pheophorbide *in vitro*. Arch. Biochem. Biophys. 102:129-135.

Yamaguchi, N. and A.E. Watada. 1991. Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(1):58-62.