



รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใบตองกล้วยตานี

Technology Development on Wild Balbisiana Production for Quality Product

นางสาวอรณิชา สุวรรณโณ

MISS ONNITCHA SUWANCHOM

ปี พ.ศ. ๒๕๖๒



รายงานโครงการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใบตองกล้วยตานี

Technology Development on Wild Balbisiana Production for Quality Product

นางสาวอรณิชชา สุวรรณโณม

MISS ONNITCHA SUWANCHOM

ปี พ.ศ. ๒๕๖๒

สารบัญ	หน้า
ผู้วิจัย	4
บทคัดย่อ.....	4
บทนำ.....	7
1. การทดลองที่ 1	8
2. การทดลองที่ 2	22
3. การทดลองที่ 3	34
4. การทดลองที่ 4	41
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	103

ชื่อผู้วิจัย**หัวหน้าโครง :**

นางสาวอรณิชา สุวรรณโณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย

ผู้วิจัยหลัก:

นางสาวปรารค์ทอง กวานทอง กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป
ผลิตผลเกษตร

ผู้ร่วมงาน:

นางสาวบุษบง มั่นมั่นคง	สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางอารีรัตน์ พระเพชร	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
นายสุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สอน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย
นางศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร
นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป ผลิตผลเกษตร
นายเสกสรรค์ วรรณกร	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย
นายชัยณรงค์ จันทรแสนต่อ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย

คำสำคัญ (Key words)

กล้วยตานี, ใบตอง, ดั้วเต่ากินใบกล้วยม, ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย, บัญ,
การเก็บรักษา, ภาชนะบรรจุ

Musa balbisiana Colla, Banana leaf, *Nodostoma viridipennis* Motsch, *Steinernema* sp.
Thai Strain, Storage, Pacakage

บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใบตองกล้วยตานี ดำเนินการระหว่าง ปี 2559-2562 การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานี โดยศึกษาประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย (*Nodostoma viridipennis* Motsch) ในห้องปฏิบัติการ กรรมวิธีที่ได้ผลดีสำหรับนำไปทดสอบในสภาพแปลงต่อได้แก่ ไล่เดือนฝอย 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล และ สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 50 ppm และเพิ่มความเข้มข้นของไล่เดือนฝอยเป็น 2 เท่า เป็นกรรมวิธีสุดท้าย การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีในสภาพแปลง ที่อำเภอศรีสัชนาลัย และอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย พบว่า ที่อำเภอศรีสัชนาลัย การพ่นไล่เดือนฝอย 60 และ 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร พบรอย

ทำลายบนใบตองกล้วยตานีน้อยที่สุดไม่แตกต่างกับการใช้ฟิโพรนิล ที่อำเภอสุวรรณคโลก การพ่นไล่เดือนฝอย อัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้พบรอยทำลายน้อยที่สุด ใช้ไล่เดือนฝอย 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้ในการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ดำเนินการระหว่างปี 2561-2562 ที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย โดยทำการการศึกษาการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีที่พ่นไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยด้วยวิธีพ่นที่ใบ และการพ่นลงดิน ทั้งสองวิธีเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกรซึ่งไม่มีการพ่นสาร พบว่า การพ่นที่ใบให้ผลไม่แตกต่างกันกับไม่พ่น เช่นเดียวกันกับการพ่นลงดิน การพ่นทั้งสองวิธีมีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ต่อครั้งเท่าๆ กัน ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 160 ต่อไร่ต่อครั้ง การพ่นไล่เดือนฝอยกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยมีความปลอดภัยต่อเกษตรกร การทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ดำเนินการทดลองในปี 2561-2562 ที่อำเภอสุวรรณคโลก ดำเนินการใส่ปุ๋ย 1 ครั้ง ปริมาณ 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 4 ครั้ง ได้ผลผลิต คุณภาพของใบตอง และรายได้ ไม่แตกต่างกัน รายได้รวมของการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 11,895 และ 11,939 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งควรศึกษาการให้ธาตุอาหารอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เพิ่มเติม การยืดอายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ดำเนินการในปี 2559-2560 โดยปี 2559 เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการยืดอายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ทำโดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม และในปี 2560 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี โดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง และทำการทดลองเพิ่มเติมในช่วงการเก็บเกี่ยวฤดูร้อนและฤดูฝน โดยนำใบตองสดที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ พบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส เก็บรักษาใบตองสดได้นานที่สุด ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวของปี 2559 สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใบตองที่ไม่บรรจุถุงมีแนวโน้มเก็บรักษาได้นานกว่าการบรรจุในถุง PP และ PE โดยสามารถเก็บได้นาน 30 20 และ 25 วัน ตามลำดับ เมื่อปรับปรุงสมบัติของถุง PP โดยการเจาะรูที่ถุง ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ

Abstract

Development of technologies for production of banana (Scientific name) leaves was carried out during 2016 to 2019. The aims of this study were to find the most appropriate methods for controlling banana leaf and fruit scarring beetle (*Nodostoma viridipennis* Motsch), to increase productivity of banana leaves through

fertilizer application and investigate the storage methods to increase shelf life of banana leaves. For the insect control, the preliminary study was carried out in laboratory and the promising methods were confirmed under field conditions during 201x to 201y. The best treatments were further verified in farmer farms compared with farmer's method during 2018 to 2019. Five treatments consisting of nematode at the rate of 30 millions per 20 liters of water, 60 millions per 20 liters of water, neem extract at the concentration of 50 ppm, fipronil at the rate of xxx and untreated control was evaluated in a randomized complete block design with two replications at two locations in Si Satchanalai and Sawankhalok districts of Sukhothai province. At Si Satchanalai location, application of nematode at the rates of 30 and 60 millions had the lowest insect damages, which were not significantly different from the application of fipronil. At Sawankhalok location, application of nematode at the rate of 60 millions had the lowest leaf damage and the method was most appropriate for controlling banana leaf and fruit scarring beetle in banana. Verification of technologies for controlling banana leaf and fruit scarring beetle was conducted during 2018 to 2019 in Sawankhalok, Sukhothai province. The treatments consisting of folia spray of nematode (Thai strain) at the rate of 6 millions per 20 liters of water, soil spray of nematode at the same rate and untreated control (farmer's method). Soil spray and foliar spray were not significantly different for leaf damage, and the cost of operation of the two methods was 640 Baht per one time of spray. If the farmers can produce nematode for their own use, the cost of operation would be only 160 Baht. Application of nematode to control banana leaf and fruit scarring beetle is safe for users. The study on the application of nitrogen fertilizer to increase leaf productivity of banana was undertaken during 2018 to 2019 in Sawankhalok, Sukhothai province. The treatments consisted of unfertilized control (farmer's method) and application of nitrogen fertilizer at the rate of 7.5 kg Rai. Fertilizer application and untreated control were not significantly different for leaf yield of banana, leaf quality and income at four times of harvest. Total incomes for all four harvests were 11,895 and 11,936 Baht for nitrogen fertilizer and untreated control, respectively. Further studies on other macro nutrients such as phosphorus and potassium, micro nutrients and trace elements are still required. The study on storage methods to increase shelf life of banana leaves was carried out during 2016

to 2017. In 2016, the experiment was focused on the effect of storage temperature on shelf life of banana leaves. Banana leaves collected from three seasons (winter, hot and rainy) were stored at 2, 5, 10 and 15 °C and ambient temperature was also included as a control treatment. In 2017, the experiment was focused on packaging. Banana leaves collected in the winter, hot season and rainy season were stored in different types of packaging. Further experiment was also conducted in the hot and rainy seasons. Banana leaves were cleaned and stored in different types of packaging. Banana leaves stored at 5 °C had the longest shelf life. Banana leaves collected in the winter in 2016 and stored at 5 °C had the longest shelf life of 30 days. Unwrapped banana leaves seemed to have longer shelf life than wrapped banana leaves with polypropylene and polyethylene plastic bags, and the shelf lives were 30, 20 and 25 days for unwrapped leaves, polypropylene-wrapped leaves and polyethylene-wrapped leaves, respectively. The polypropylene bags were then punctured with a disk borer for 16 holes of 0.5 cm in diameter for good ventilation, and the shelf lives of banana leaves were 23 and 30 days in the hot season and the rainy season, respectively.

บทนำ

ใบตองกล้วยตานีเป็นใบตองที่มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมสำหรับห่ออาหาร ใช้ตกแต่งภาชนะใส่อาหาร ทำกระทง บายสี ในงานมงคล หรือบุญประเพณีต่างๆ เนื่องจากใบตองกล้วยตานีมีลักษณะใบที่กว้าง เหนียว ทนทาน สีเขียวสดน่าใช้ ไม่เหี่ยวหรือแตกง่าย สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายไม่ทำลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นที่นิยมใช้ทั้งในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศซึ่งมีการใช้ประโยชน์มากในธุรกิจอาหาร ร้านอาหารไทยในต่างประเทศที่รัฐบาลให้การสนับสนุน นอกจากนี้ มีการใช้ใบตองในการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของชาวฮินดูและพุทธในต่างแดนสูงเช่นกัน ใบตองจึงนับเป็นอีกหนึ่งผลิตผลของการเกษตรไทย ที่ควรได้รับการสนับสนุนเพื่อการส่งออกเป็นอย่างยิ่ง ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีทั้งหมด 16,914 ไร่ ส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้อย่างต่อเนื่อง จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีเพื่อตัดใบตองมากที่สุดในประเทศส่งขายทั้งในและต่างประเทศ มีพื้นที่การปลูก 16,150 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,539 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร 2561) การผลิตกล้วยตานีตัดใบซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นสำคัญของชาวสุโขทัย

ในแต่ละปีจะมีการระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เข้ามากัดทำลายส่วนของใบเทียม ทำให้ใบตองกล้วยมีรอยตำหนิไม่สามารถจำหน่ายได้ เป็นปัญหาที่เกษตรกรต้องการรับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน การให้ปุ๋ยที่ยังไม่เหมาะสมทำให้ใบตองไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ รวมทั้งการศึกษา

ด้านหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ ระยะเวลา อุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ ในการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ซึ่งยังไม่มีหน่วยงานไหนของกรมวิชาการเกษตรทำการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยตานีซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดสุโขทัย นอกจากนี้ เทคโนโลยีด้านการยืดอายุการเก็บเพื่อให้ใบตองคงคุณภาพดี เก็บไว้ใช้ได้นานขึ้นและยังคงสภาพดี เพื่อรองรับการใช้งานภายในประเทศ และเพื่อพัฒนาสำหรับการส่งออกนั้นยังมีการศึกษาน้อยมาก

จากประเด็นปัญหาต่างๆ ของเกษตรกรในการผลิตกล้วยตานีที่จังหวัดสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ได้ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยี การจัดการป้องกันกำจัดแมลงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียผลผลิต การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม การหาคุณสมบัติเบื้องต้นและการจัดการใบตองสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าผลผลิตกล้วยตานีให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดี ปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการสูญเสีย เพิ่มผลผลิต และคุณภาพใบตองกล้วยตานี ให้ได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยตานีและผู้สนใจ

วิธีวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานี บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานี ดำเนินการระหว่างปี 2559-2560 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย โดยศึกษาประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย (*Nodostoma viridipennis* Motsch) ในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 8 กรรมวิธี ได้แก่ สารสกัดสะเดา 50 100 150 และ 200 ppm ฟันไต้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย อัตรา 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร สารคาร์บาริล 85% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และน้ำเปล่า พบว่า ฟันไต้เดือนฝอย 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ด้วงเต่ากินใบกล้วยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 3 วัน เช่นเดียวกับการใช้สาร คาร์บาริล และฟิโพรนิล ส่วนสารสกัดสะเดาระดับต่างๆ ให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยทำให้ด้วงเต่ากินใบกล้วยตาย 69.7 -74.7 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 7 วัน จากนั้น ดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีในสภาพแปลง ที่อำเภอศรีสัชนาลัย และอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี ฟันสารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 50 ppm. ฟันไต้เดือนฝอย 2 อัตรา ได้แก่ 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร สารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และพ่นน้ำเปล่า พบว่า ที่อำเภอศรีสัชนาลัย ฟันไต้เดือนฝอย 60 และ 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร พบรอยทำลายบนใบตองกล้วย

ตานีน้อยที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับการพ่นด้วยสารฟิโพรนิล และน้อยกว่าการพ่นด้วยสารสกัดสะเดา 322 และ 311 รอย คิดเป็น 47 และ 46 เปอร์เซ็นต์ และน้อยกว่าการพ่นด้วยน้ำเปล่า 238 และ 227 รอย คิดเป็น 40 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อำเภอสุวรรณภูมิ การพ่นไส้เดือนฝอย อัตรา 60 ล้านตัว ต่อ น้ำ 20 ลิตร ทำให้พบรอยทำลายน้อยที่สุด 6 รอย ไส้เดือนฝอยทั้ง 2 ระดับมีต้นทุนค่าสาร 320 และ 640 บาทต่อไร่ต่อครั้ง ตามลำดับ ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 80 และ 160 บาทต่อไร่ต่อครั้ง ซึ่งต่ำกว่าการใช้สารฟิโพรนิล และสารสกัดสะเดา

Abstract

The methods for effective control of banana scarring beetle (*Nodostoma viridipennis* Motsch) were studied in banana during 2016-2017 at Sukhothai Agricultural Research and Development Center under laboratory condition. Eight treatments consisting of four concentration of neem extract (50, 100, 150 and 200 ppm), entomopathogenic nematodes (*Steinernema* sp. Thai Strain) at the rate of 30 million/ 20 liters of water, cabaril 85% wp at the rate of 30 g/ 20 liters of water, fipronil 5% SC at the rate of 30 g/ 20 liters of water and 20 liters of water were assigned in a randomized complete block design with four replications. Entomopathogenic nematodes at the rate of 30 million/20 liters of water gave 100% fatality of Banana scarring beetle within 3 days and the results were similar to those of cabaril and fipronil. whereas neem extract at all concentration gave similar results with fatality percentages ranging from 69.72 to 74.72% within 7 days. The methods for effective control of Banana scarring beetle were further studied in banana under field condition in Sri Satchanalai District and Sawankhalok district, Sukhothai Province. Five treatments consisting of neem extract at the rate of 50 ppm, two concentrations of entomopathogenic nematodes (30 and 60 million/20 liters of water), fipronil 5% SC at the rate of 30 ml/ 20 liters of water and 20 liters of water were assigned in a randomized complete block design with four replications. In Sri Satchanalai district, entomopathogenic nematode treatments at the rates of 30 and 60 million/20 liters of water had the lowest leaf damages (357 and 368 scars) similar to that of fipronil 5% SC, but they were lower than neem extract of 322 and 311 scars (47 and 46%) and water alone of 238 and 227 scars (40 and 38%), respectively. In Sawankhalok district, entomopathogenic nematode at the rate of 60 million/20 liters of water had lowest leaf damage of 6 scars. Application of entomopathogenic nematode at both concentrations had the expenses of 320 and 640 Baht per

Rai/application time, respectively. If the farmers use their own entomopathogenic nematode, the cost will be reduced to 80 and 160 baht /Rai /application time. This is lower than fipronil and neem extract.

คำนำ

ไบตองกล้วยตานีเป็นไบตองที่มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมสำหรับห่ออาหาร ใช้ตกแต่งภาชนะใส่อาหาร ทำกระถาง บายสี ในงานมงคล หรือบุญประเพณีต่างๆ เนื่องจากไบตองกล้วยตานีมีลักษณะใบที่กว้าง เหนียว ทนทาน สีเขียวสดน่าใช้ ไม่เหี่ยวหรือแตกง่าย สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายไม่ทำลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นที่นิยมใช้ทั้งในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีทั้งหมด 16,914 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 16,728 ไร่ สามารถผลิตไบตองได้ถึง 25,350,775 กิโลกรัมต่อปี ผลผลิตเฉลี่ย 1,534 กิโลกรัมต่อไร่ ลดลงร้อยละ 48 จากปี 2558 เนื่องจากภัยแล้ง แต่ยังคงขายในตลาดภายในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศได้อย่างต่อเนื่อง ประเทศที่รับซื้อไบตองจากประเทศไทย เช่น สหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน ฝรั่งเศส เบลเยียม ญี่ปุ่น เป็นต้น คิดเป็นมูลค่ารวมของการส่งออกทั้งหมดเฉพาะที่มีการออกใบรับรองสุขอนามัยพืช 13,599,296 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2558) จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีเพื่อตัดไบตองมากที่สุดในประเทศส่งขายทั้งในและต่างประเทศ มีพื้นที่การปลูก 16,262 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งจังหวัด 25,263,550 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 1,553 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร 2559) ไบตองส่วนใหญ่ส่งขายในประเทศ ได้แก่ ปากคลองตลาด ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ภูมิภาคต่างๆทั่วไทย เช่น เชียงใหม่ ขอนแก่น การใช้ประโยชน์ได้แก่ การบรรจุอาหาร ตกแต่งภาชนะบรรจุอาหาร ใช้ประกอบพิธีกรรมต่าง และด้านความงาม

ด้วงเต่ากินใบกล้วย อยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Chrysomelidae ชื่อสามัญ Banana scarring beetle ชื่อวิทยาศาสตร์ *Nodostoma viridipennis* Motsch (Figure 3) เป็นศัตรูสำคัญของกล้วย พบแพร่กระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทยในแหล่งปลูกกล้วย เช่น กำแพงเพชร สุโขทัย ปทุมธานี เพชรบุรี ราชบุรี สุราษฎร์ธานี กัดกินเนื้อใบกล้วยตั้งแต่ใบอ่อน ทั้งรอยทำลายเป็นแผลสร้างความเสียหายให้แก่ผลผลิตกล้วยเป็นอย่างมาก (Figure 4) ตัวเต็มวัยเป็นด้วงปีกแข็งขนาดเล็ก ขนาดลำตัวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยส่วนหัวมีสีเหลืองส้ม ปลายหนวดเป็นรูปกระบอง ส่วนปีกสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาล มันวาว บริเวณไหล่ของส่วนปีกมีริ้วรอยเป็นหยัก ส่วนปล้องขาป้อม ปลายขายาว วงจรชีวิตของด้วงเต่ากินใบกล้วย วางไข่เป็นกลุ่ม ประมาณ 20-40 ฟองในดิน ใช้เวลา 4-8 วัน ฟักเป็นหนอน อาศัยกัดกินรากกล้วยบริเวณรอบๆ โคนต้น 30-60 วัน จึงเข้าดักแด้ในดิน ใช้เวลา 7-10 วัน แล้วจึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย (Figure 5) แล้วบินขึ้นไปกินใบอ่อนที่เริ่มคลี่ถึงใบอ่อนที่คลี่แล้วซึ่งเป็นที่หลบซ่อนและเป็นแหล่งอาหาร (Figure 6) ระยะตั้งแต่เป็นไข่ถึงตัวเต็มวัย 1.5-2.5 เดือน การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด พบแพร่กระจายในทุกภาคของไทยและแหล่งปลูกกล้วยทุกชนิด พบระบาดได้ตลอดปี พืชอาหารได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยตานี (อิทธิพล, 2559)

จากปัญหาการระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เกิดขึ้นติดต่อกันหลายปี เกษตรกรพยายามหาวิธีต่างๆ แก่ไข รวมทั้งการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งยังไม่ประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าในบางปีเกิดน้ำท่วม ฝนแล้งทำให้บางพื้นที่มีการระบาดลดลงหรือไม่มีการระบาด แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของด้วงเต่ากินใบกล้วย ก็จะกลับมาระบาดอีกครั้ง จึงเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสม ดังนั้น การวิจัยเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย จึงเกิดขึ้นในปี 2559 โดยการศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย สารสกัดสะเดา และสารกำจัดศัตรูพืช สำหรับป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย ในสวนกล้วยตานีตัดใบของเกษตรกรจังหวัดสุโขทัย

ไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp. Thai Strain เป็นไส้เดือนฝอยที่เข้าทำลายเฉพาะแมลง ไม่ทำอันตรายต่อคน สัตว์ และพืชทุกชนิด มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย ยาวประมาณ 0.2 มิลลิเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ในธรรมชาติไส้เดือนฝอยเข้าสู่ตัวแมลงทางปาก ทวารหรือรูหายใจ หนอนจะตายภายใน 24-48 ชั่วโมง เนื่องจากเลือดเป็นพิษเพราะแบคทีเรียที่ไส้เดือนฝอยปล่อยออกมา ปัจจุบันมีการผลิตไส้เดือนฝอยเป็นการค้า 2 รูปแบบคือ บรรจุในขึ้นฟองน้ำสังเคราะห์ และบรรจุในรูปผง ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืช ได้หลายชนิด ได้แก่ หนอนกินใต้เปลือก ตัวอ่อนด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้หอม หนอนผีเสื้อกินก่อนเชื้อเห็ด ด้วงขนสัตว์ หนอนด้วงกินรากสตรอเบอรี่ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2553)

สารออกฤทธิ์ส่วนใหญ่ในสารสกัดสะเดา ได้แก่ azadirachtin, salannin และ nimbin มักพบสารเหล่านี้มากในเมล็ด โดยสาร azadirachtin มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าแมลง ส่วนสาร salannin และ nimbin เป็นสารไล่ สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ดังนั้นสารที่สกัดจากสะเดาที่มี azadirachtin สูงจึงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง จากการศึกษาของกองวัดภูมิพิษทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2553) พบว่าสะเดาไทย และสะเดาช้าง มีสาร azadirachtin เฉลี่ย 3.4-4.0 มิลลิกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ด ในขณะที่สะเดาอินเดียมีสาร azadirachtin เฉลี่ย 7.7 มิลลิกรัมต่อกรัม

สารเคมีป้องกันกำจัดด้วงเต่าที่กรมวิชาการอนุญาตให้ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ สารคาร์บาริล 85% WP อัตรา 20-30 กรัม พ่น 1-2 ครั้ง หยุดพ่นสารก่อนเก็บเกี่ยว 7 วัน หรือสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 1-2 ครั้ง หยุดพ่นสารก่อนเก็บเกี่ยว 7 วัน หรือสารโพรไทโอฟอส 50% อีซี อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หยุดพ่นสารก่อนเก็บเกี่ยว 15 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2553) แต่เนื่องจากกล้วยตานีมีการเก็บเกี่ยวใบตองทุก 7-15 วัน และใช้เป็นวัสดุห่อหุ้มอาหารการใช้สารเคมีจะทำให้พบสารตกค้างที่ใบกล้วย เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคจึงต้องหาวิธีป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยวิธีที่ได้ใบตองกล้วยตานีคุณภาพดีปราศจากพิษตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชแนะนำให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้ ช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยตานีมีทางเลือกในการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ทำให้ใบตองมีคุณภาพดีขึ้น เป็นที่ต้องการของตลาด

รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม และปริมาณการผลิตเพียงพอต่อการบริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศต่อไป

วิธีดำเนินการ

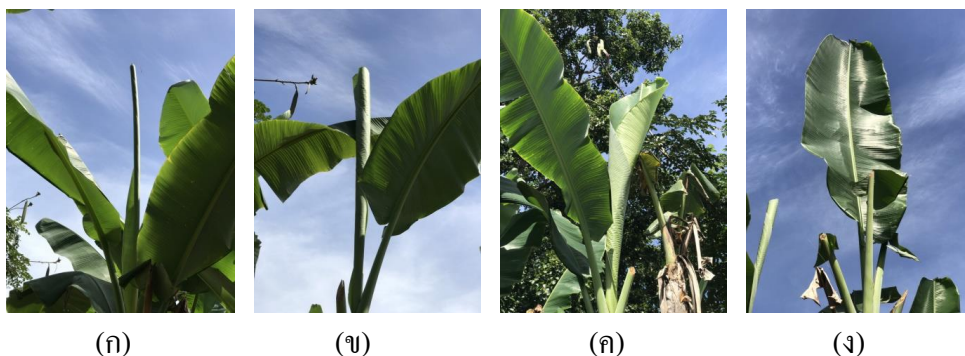
1. ศึกษาประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยในห้องปฏิบัติการ

1.1 อัตราการตายของด้วงเต่ากินใบกล้วย กรรมวิธีที่ทำให้ด้วงเต่ากินใบกล้วยตายได้รวดเร็วที่สุด ที่ 3 วัน โดยมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ คือการพ่นด้วยไส้เดือนฝอยอัตรา 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร และการพ่นด้วยสารเคมี ได้แก่ คาร์บาริล 85% WP อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร (ตาราง 1)

สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 200 150 100 และ 50 ppm ทำให้มีอัตราการตายของด้วงเต่ากินใบกล้วยที่ 7 วัน เป็น 74.7 73.3 72.5 และ 69.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 1)

2. ศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีใน สภาพแปลง

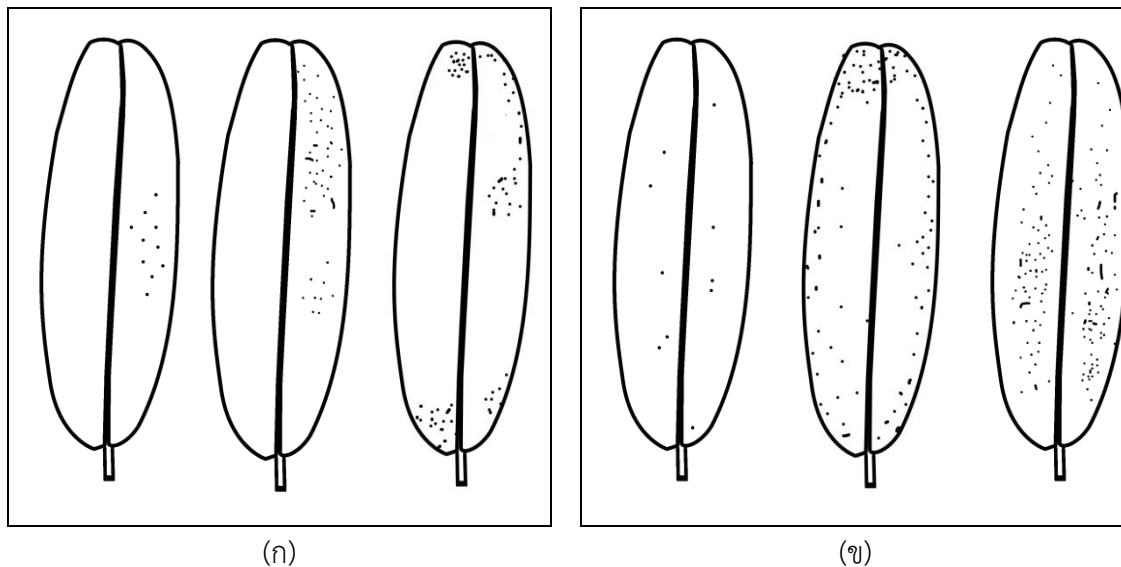
2.1 การเข้าทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วย พบว่า เริ่มเข้าทำลายเมื่อใบกล้วยเริ่มคลี่ ซึ่งจะคลี่จากแผ่นใบด้านขวาก่อน การคลี่ของใบกล้วยจะคลี่จากปลายใบและค่อยๆ เลื่อนไปทางโคนใบ ใช้เวลาในการคลี่ใบ 4 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ยังเป็นใบอ่อน ด้วงเต่ากินใบกล้วยสามารถกัดกินเป็นอาหารได้ (ภาพ 1)



ภาพ 1 ลักษณะใบกล้วยตานีหลังส่วนปลายของใบเหี่ยวขึ้นพ้นส่วนยอดของลำต้น (ก) ใบที่อายุ 4 วัน เป็นระยะที่ด้วงเต่ากินใบกล้วยยังไม่เข้าทำลาย (ข-ง) ใบที่อายุ 5 6 และ 7 วัน เป็นระยะที่ ด้วงเต่ากินใบกล้วยสามารถเข้าไปอาศัยและกินส่วนของใบอ่อนเป็นอาหาร

2.2 ลักษณะการทำลายใบตองกล้วยตานี ตำแหน่งของการทำลายไม่มีรูปแบบที่แน่นอนจากการทดลองนี้ พบรอยทำลายทั้งเป็นกลุ่มในส่วนใดส่วนหนึ่งของใบ และกระจายไปทั่วแผ่นใบ

(ภาพ 2) เมื่อการทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยมีการกระจายตัวบนพื้นที่ใบที่ไม่แน่นอน การสุ่มพื้นที่ใบจึงมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ง่าย การทดลองนี้ใช้การตรวจนับจำนวนทั้งหมดบนใบจากต้นที่สุ่มเก็บข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยต่อใบ



ภาพ 2 ตัวอย่างลักษณะรอยทำลายบนใบตองกล้วยตานี (ก) มีรอยทำลายแบบเป็นกลุ่มอยู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของใบ (ข) รอยทำลายแบบกระจายทั่วไป

2.3 จำนวนรอยทำลายต่อใบ

อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

เมื่อตรวจนับจำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยทั้งใบ หลังการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกัน พบว่า การพ่นด้วยสารฟิโพรนิล 5% SC พบรอยทำลายน้อยที่สุด 348 ให้ผลใกล้เคียงกับการพ่นด้วยไส้เดือนฝอยอัตรา 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ที่พบรอยทำลาย 357 และ 368 รอย ตามลำดับ การพ่นด้วยสารสกัดสะเดาพบรอยทำลายมากที่สุด 679 รอย ใกล้เคียงกับการพ่นด้วยน้ำเปล่าที่มีรอยทำลาย 595 รอย (ตาราง 2)

อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

แปลงทดลองที่อำเภอสวรรคโลก เป็นแปลงที่มีการระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยน้อย การระบาดกระจายไปทั่วแปลง หลังจากพ่นด้วยสารต่างๆแล้ว พบว่า การพ่นด้วยไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร พบรอยทำลายน้อยที่สุด 6 รอย รองลงมาได้แก่การพ่นด้วยสารสกัดสะเดา พบรอยทำลาย 7 รอย การพ่นด้วยไส้เดือนฝอยอัตรา 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร และน้ำเปล่า พบรอยทำลายมากที่สุด 18 รอย (ตาราง 3)

จากการนับรอยทำลายบนใบตองกล้วยตานีเปรียบเทียบกับทั้งก่อนและหลังพ่นสารต่างๆ จะสังเกตได้ว่า ทั้งแปลงเกษตรกรที่อำเภอศรีษะนาลัยและอำเภอสวรรคโลก เมื่อเปรียบเทียบรอยทำลายก่อนพ่นและหลังพ่นสารพบว่า หลังพ่นสาร พบรอยเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนพ่นสาร ไล่เดือนฝอย และฟิโพรนิล สามารถกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยได้ แต่การป้องกันกำจัดด้วยการฉีดพ่นบนใบของกล้วยตานีเพียงอย่างเดียว ทำลายได้เฉพาะตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่บนใบ หรือบริเวณที่สัมผัสกับสารได้โดยตรงเท่านั้น แต่ตัวหนอนและดักแด้ที่อยู่ในดินไม่ได้ถูกกำจัดไปด้วย ไล่เดือนฝอยสามารถกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยได้และปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมี และควรฉีดพ่นลงที่พื้นดินเพื่อทำลายตัวหนอนที่อยู่ในดิน ซึ่งเป็นการช่วยตัดวงจรของหนอนที่จะพัฒนามาเป็นตัวเต็มวัยต่อไปได้

2.4 ปริมาณผลผลิตที่ดี และผลผลิตที่ถูกทำลาย

อำเภอศรีษะนาลัย จังหวัดสุโขทัย

ก่อนการพ่นสารต่างๆ พบว่า เป็นผลผลิตที่ถูกทำลายทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตรวมทั้งใบ 29.5 กิโลกรัมต่อไร่ หลังพ่นสาร พบว่า การพ่นด้วยฟิโพรนิล 5% เอสซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่ดีสูงสุด 1.3 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ไล่เดือนฝอย 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร 1.1 และ 0.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การพ่นด้วยน้ำเปล่าได้ผลผลิตที่ด้อยที่สุด 0.2 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการพ่นด้วยสารสกัดสะเดาซึ่งได้ผลผลิตที่ดีเพียง 0.4 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 4) และการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารต่างๆ ทั้งก่อนและหลังพ่น ไม่ทำให้น้ำหนักต่อแผ่นใบแต่ละด้านและทั้งใบแตกต่างกัน (ตาราง 6)

อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

ก่อนพ่นสารต่างๆ มีปริมาณผลผลิตที่ดีของใบตองกล้วยตานีรวมทั้งใบโดยเฉลี่ย 33.4 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตที่ถูกทำลายเฉลี่ย 9.38 กิโลกรัมต่อไร่ หลังพ่นด้วยฟิโพรนิล 5% เอสซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ได้ปริมาณผลผลิตที่ดีมากที่สุด 37.2 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ สารสกัดสะเดา ไล่เดือนฝอย อัตรา 60 และ 30 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร 36.8 35.2 และ 35.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การพ่นด้วยน้ำเปล่าได้ผลผลิตที่ด้อยที่สุด 31.4 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 5) การป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารต่างๆ ทั้งก่อนและหลังพ่น ไม่ทำให้น้ำหนักต่อแผ่นแต่ละด้านและทั้งใบแตกต่างกัน (ตาราง 7) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า รอยทำลายไม่มีผลต่อน้ำหนักของใบตองกล้วยตานีแต่ทำให้สูญเสียผลผลิต เพราะใบตองที่เป็นรูปพญานจะไม่สามารถขายได้ โดยเฉพาะตลาดส่งออก

ในสภาพการผลิตใบตองกล้วยตานีที่แท้จริงนั้น ตำแหน่งที่ถูกทำลายเกิดขึ้นไม่แน่นอน ถ้าพบรอยทำลายบริเวณส่วนหัวหรือท้ายของใบ เกษตรกรจะฉีกส่วนนั้นออก แล้วนำส่วนที่เหลืออยู่และไม่มีรอยทำลายไปขายได้ แต่ถ้ารอยทำลายกระจายทั่วทั้งใบจะทำให้เสียผลผลิตได้ทั้งหมด นอกจากนั้น เกษตรกรบางรายสามารถขายผลผลิตใบตองกล้วยตานีที่มีรอยทำลายได้โดยมีรอยทำลาย ตั้งแต่ 1-50 รอย ซึ่งทำให้เกษตรกรยังคงได้ผลผลิตเพิ่มเติม นอกเหนือจากแผ่นใบที่ไม่มีรอยทำลาย (ตาราง 1 และ 2)

ข้อมูลต้นทุนค่าสารต่างๆ ต่อไร่

ต้นทุนค่าสารต่อไร่ จากการพ่นสารป้องกันกำจัดด่างเต่ากินใบกล้วยด้วย สารสกัดสะเดาอัตรา 5 ppm ปริมาตร 1000 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า การพ่นด้วยไส้เดือนฝอย อัตรา 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร และการพ่นด้วยสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 7,600 320 640 และ 115.20 บาทต่อไร่ (ตาราง 8)

การพ่นด้วยไส้เดือนฝอยอัตรา 30 และ 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสารสูงกว่าการใช้สารฟิโพรนิล 5% SC เนื่องจากเป็นราคาของผลิตภัณฑ์จำหน่ายโดยกรมวิชาการเกษตร แต่หากเกษตรกรผลิตไส้เดือนฝอยใช้เอง คิดเป็นเงิน 80 และ 160 บาทต่อไร่ต่อครั้ง ต้นทุนจะลดลงอีก 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถูกกว่าการใช้สารฟิโพรนิล 5% SC

สรุปผลการทดลอง

1. การพ่นด้วยไส้เดือนฝอย 60 และ 30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร ทำให้พบรอยทำลายบน ใบตองกล้วยตานีที่ อำเภอศรีษะเกษ ใกล้เคียงกับการพ่นด้วยสารฟิโพรนิล และน้อยกว่าการพ่นด้วยสารสกัดสะเดา 322 และ 311 รอย คิดเป็น 47 และ 46 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าการพ่นด้วยน้ำเปล่า 238 และ 227 รอย คิดเป็น 40 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ที่อำเภอสุวรรณภูมิ การพ่นไส้เดือนฝอย อัตรา 60 ล้านตัวพบรอยทำลายน้อยที่สุด

2. การพ่นด้วยไส้เดือนฝอย 60 และ 30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 320 และ 640 บาท/ไร่/ ครั้ง ตามลำดับ ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 80 และ 160 บาท/ไร่/ต่อครั้ง ซึ่งต่ำกว่าการใช้สารฟิโพรนิล และสารสกัดสะเดา

3. การพ่นไส้เดือนฝอย 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแนะนำให้เกษตรกรใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี

ตาราง 1 อัตราการตายของด่างเต่ากินใบกล้วยจากการพ่นสารป้องกันกำจัดตามกรรมวิธีที่กำหนด ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ปี 2559

กรรมวิธี	อัตราการตายที่แท้จริง (%)		
	3 วัน	5 วัน	7 วัน
1) สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 50 ppm.	-0.3 c ^{1/}	19.7 c ^{2/}	69.7 b
2) สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 100 ppm	6.9 c	19.7 c	72.5 b
3) สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 150 ppm	29.2 b	41.9 b	73.3 b
4) สารสกัดสะเดา ความเข้มข้น 200 ppm	31.4 b	43.6 b	74.7 b
5) ไส้เดือนฝอย อัตรา 30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	100.0 a	100.0 a	100.0 a
6) สารคาร์บาริล 85% WP อัตรา 30 กรัม /น้ำ 20 ลิตร	100.0 a	100.0 a	100.0 a
7) สารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	100.0 a	100.0 a	100.0 a
8) น้ำเปล่า (control)	0.0 c	0.0 d	0.0 c
CV (%)	21.0	22.5	11.1

หมายเหตุ : ^{1/} ค่าที่ติดลบเกิดจากด่างเต่ากินใบกล้วยใน control มีการตายมากกว่าในกรรมวิธีที่กำหนด

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตาราง 2 จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยเมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกัน ในสภาพแปลงที่อำเภอศรีษะนาลัย จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ก่อนพ่น			7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/}		
		แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้ง ใบ	แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้งใบ
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	119.5 a ^{2/}	179.9 a	299.4 a	309.2 a	369.6 b	678.8 a
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	154.9 a	179.5 a	334.4 a	165.0 a	202.9 ab	368.0 a
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	123.8 a	194.8 a	318.6 a	160.2 a	197.1 ab	357.4 a
4) พิโรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	156.1 a	189.0 a	345.0 a	179.0 a	95.7 a	348.0 a
5) พ่นน้ำเปล่า		144.6 a	195.6 a	340.2 a	308.6 a	286.5 ab	595.1 a
Mean		139.8	187.8	327.5	224.4	230.4	469.4
CV (%)		42.5	46.3	41.5	56.3	67.4	54.1

หมายเหตุ : ^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตาราง 3 จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยเมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกันในสภาพแปลงที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ก่อนพ่น			7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/}		
		แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้ง ใบ	แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้งใบ
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	2.5 a ^{2/}	2.9 a	5.4 a	1.4 a	5.8 a	7.2 a
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.6 a	1.6 a	2.3 a	7.7 a	10.7 a	18.4 a
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	2.0 a	3.0 a	5.0 a	3.7 a	2.6 a	6.3 a
4) พิโรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	1.1 a	0.8 a	1.9 a	4.7 a	7.0 a	11.7 a
5) พ่นน้ำเปล่า		0.5 a	2.7 a	3.3 a	9.7 a	8.5 a	18.2 a
Mean		1.4	2.2	3.6	5.4	6.9	12.4
CV (%)		101.5	67.1	61.4	86.5	74.0	69.3

หมายเหตุ : ^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตาราง 4 ปริมาณผลผลิตใบตองกล้วยตานีที่ดี และที่ถูกทำลาย (กก./ไร่) ในแปลงเกษตรกร ที่อำเภอ

ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ผลผลิตที่ดี			ผลผลิตที่ถูกทำลาย		
		แผ่นใบ	แผ่นใบ	รวมทั้ง	แผ่นใบ	แผ่นใบ	รวมทั้ง
		ด้านซ้าย	ด้านขวา	ใบ	ด้านซ้าย	ด้านขวา	ใบ
ก่อนพ่นสาร ^{2/}							
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	0.0	14.8	13.6	28.3
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	0.0	15.2	15.9	31.1
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	0.0	14.6	14.5	29.1
4) พิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	0.0	13.8	13.1	26.9
5) พ่นน้ำเปล่า		0.0	0.0	0.0	16.2	16.0	32.2
7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/ 3/}							
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	0.2	0.1	0.4	15.2	14.5	29.8
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.8	0.3	1.1	15.1	15.2	30.3
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.3	0.6	0.9	15.9	15.0	31.0
4) พิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	0.6	0.7	1.3	15.1	14.5	29.6
5) พ่นน้ำเปล่า		0.1	0.1	0.2	16.3	16.0	32.3
หมายเหตุ	^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง						
	^{2/} ผลผลิตจากจำนวน 1 ใบต่อต้น						
	^{3/} ผลผลิตเฉลี่ยจากจำนวน 2 ใบต่อต้น						

ตาราง 5 ปริมาณผลผลิตใบตองกล้วยตานีที่ดี และที่ถูกทำลาย (กก./ไร่) ในแปลงเกษตรกร
ที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ผลผลิตที่ดี			ผลผลิตที่ถูกทำลาย		
		แผ่นใบ	แผ่นใบ	รวมทั้ง	แผ่นใบ	แผ่นใบ	รวมทั้ง
		ด้านซ้าย	ด้านขวา	ใบ	ด้านซ้าย	ด้านขวา	ใบ
ก่อนพ่นสาร ^{2/}							
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	16.1	15.5	31.6	5.5	5.1	10.6
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	18.7	18.5	37.2	3.8	3.4	7.2
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	17.2	15.5	32.7	4.1	5.1	9.1
4) พิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ20 ลิตร	17.5	15.5	33.0	3.5	4.8	8.4
5) พ่นน้ำเปล่า		18.9	13.4	32.4	3.5	8.1	11.6
7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/ 3/}							
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	19.5	17.3	36.8	1.0	2.3	3.3
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	18.6	16.4	35.0	3.1	4.2	7.3
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	17.6	17.5	35.2	3.0	2.3	5.3
4) พิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	19.1	18.1	37.2	2.6	2.5	5.2
5) พ่นน้ำเปล่า		16.3	15.1	31.4	4.8	5.1	9.9
หมายเหตุ	^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง						
	^{2/} ผลผลิตจากจำนวน 1 ใบต่อต้น						

^{3/} ผลผลิตเฉลี่ยจากจำนวน 2 ใบต่อต้น

ตาราง 6 น้ำหนักต่อแผ่นใบแต่ละด้านและทั้งใบ (กก.) ของกล้วยตานี เมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบ

กล้วยด้วยสารที่แตกต่างกันในสภาพแปลงที่อำเภอศรีษะนาลัย จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ก่อนพ่น ^{3/}			7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{2/ 4/}		
		แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้งใบ	แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้งใบ
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	0.092 a ^{1/}	0.085 a	0.177 a	0.096 a	0.092 a	0.188 a
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.095 a	0.099 a	0.194 a	0.099 a	0.097 a	0.196 a
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.091 a	0.091 a	0.182 a	0.101 a	0.098 a	0.199 a
4) พิโพรนิล 5% SC	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	0.087 a	0.082 a	0.168 a	0.098 a	0.095 a	0.193 a
5) พ่นน้ำเปล่า		0.101 a	0.100 a	0.201 a	0.103 a	0.101 a	0.203 a
Mean		0.093	0.091	0.185	0.100	0.096	0.196
CV (%)		12.8	16.0	13.5	8.2	8.4	8.3

หมายเหตุ : ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

^{2/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง

^{3/} ผลผลิตจากจำนวน 1 ใบต่อต้น

^{4/} ผลผลิตเฉลี่ยจากจำนวน 2 ใบต่อต้น

ตาราง 7 น้ำหนักต่อแผ่นใบแต่ละด้านและทั้งใบ (กก.) ของกล้วยตานีเมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกันในสภาพแปลงที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ก่อนพ่น ^{3/}			7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{2/ 4/}		
		แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้ง ใบ	แผ่นใบ ด้านซ้าย	แผ่นใบ ด้านขวา	รวมทั้งใบ
1) สารสกัดสะเดา	1,000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	0.135 a ^{1/}	0.129 a	0.263 a	0.128 a	0.122 a	0.251 a
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.140 a	0.137 a	0.277 a	0.136 a	0.129 a	0.265 a
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.133 a	0.128 a	0.261 a	0.129 a	0.124 a	0.253 a
4) พิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	0.125 a	0.093 a	0.259 a	0.128 a	0.092 a	0.264 a
5) พ่นน้ำเปล่า		0.140 a	0.135 a	0.275 a	0.132 a	0.126 a	0.258 a
Mean		0.135	0.124	0.267	0.131	0.119	0.258
CV (%)		8.1	23.0	7.6	9.54	26.12	10.15

หมายเหตุ : ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

^{2/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง

^{3/} ผลผลิตจากจำนวน 1 ใบต่อต้น

^{4/} ผลผลิตเฉลี่ยจากจำนวน 2 ใบต่อต้น

ตาราง 8 ต้นทุนการใช้สารต่างๆ ต่อไร่ ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	ขนาดบรรจุ	ราคา/ขนาด บรรจุ ^{2/} (บาท)	ปริมาณสาร/ไร่/ครั้ง	ต้นทุนค่าสาร/ ไร่/ครั้ง (บาท)
1) สารสกัดสะเดา	1000 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	1,000 มิลลิลิตร	950.00	8,000 มิลลิลิตร	7,600.00
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	40.00 ^{1/}	240 ล้านตัว	320.00
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	40.00 ^{1/}	480 ล้านตัว	640.00
4) ฟิโพรนิล 5% เอสซี	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20 ลิตร	1,000 มิลลิลิตร	480.00	240 มิลลิลิตร	115.20
5) พ่นน้ำเปล่า					

หมายเหตุ : ^{1/} คือราคาของผลิตภัณฑ์จำหน่ายโดยกรมวิชาการเกษตร ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เอง ไล่เดือนฝอยจำนวน 30 ล้านตัว

ราคาต่อขนาดบรรจุจะเท่ากับ 10 บาท

^{2/} ราคาสาร ปี 2560

ตาราง 9 ผลผลิตใบตองกล้วยตานี (กก./ไร่) ที่มีรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยในระดับต่างๆ เมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกันในสภาพแปลงเกษตรกร ที่อำเภอศรีสัชนาลัยจังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบ					
		0		1-50		>50	
		แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ
ก่อนพ่นสาร							
1) สารสกัดสะเดา	1000 มิลลิลิตร/น้ำ 20	16.1	15.5	5.5	5.1	0.0	0.0
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	18.7	18.5	3.8	3.4	0.0	0.0
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	17.2	15.5	4.1	4.6	0.0	0.5
4) ฟิโพรนิล 5%	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20	17.5	15.5	3.5	4.8	0.0	0.0
5) พ่นน้ำเปล่า		18.9	13.4	3.5	8.1	0.0	0.0
7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/}							
1) สารสกัดสะเดา	1000 มิลลิลิตร/น้ำ 20	19.5	17.3	1.0	1.3	0.0	1.0
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	18.6	16.4	1.9	2.6	1.2	1.6
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	17.6	17.5	2.6	2.3	0.4	0.0
4) ฟิโพรนิล 5%	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20	19.1	18.1	1.7	1.4	0.9	1.1
5) พ่นน้ำเปล่า		16.3	15.1	3.2	3.7	1.6	1.4

หมายเหตุ : ^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง

ตาราง 10 ผลผลิตใบตองกล้วยตานี (กก./ไร่) ที่มีรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยในระดับต่างๆ เมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยสารที่แตกต่างกันในสภาพแปลงเกษตรกรที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย ปี 2560

สารที่ฉีดพ่น	อัตรา	จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบ					
		0		1-50		>50	
		แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ	แผ่นใบ
ก่อนพ่นสาร							
1) สารสกัดสะเดา	1000 มิลลิลิตร/น้ำ 20	0.0	0.0	3.0	0.6	11.7	13.0
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	4.3	1.1	10.9	14.8
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.0	0.0	5.6	2.0	9.0	12.5
4) พิโพรนิล 5%	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20	0.0	0.0	0.5	2.0	13.3	11.1
5) พ่นน้ำเปล่า		0.0	0.0	2.5	1.1	13.7	14.9
7 วันหลังพ่นสารครบ 3 ครั้ง ^{1/}							
1) สารสกัดสะเดา	1000 มิลลิลิตร/น้ำ 20	0.2	0.1	2.4	2.4	12.8	12.2
2) ไล่เดือนฝอย	30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.8	0.3	4.5	3.9	10.6	11.3
3) ไล่เดือนฝอย	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	0.3	0.6	4.2	4.0	11.7	11.0
4) พิโพรนิล 5%	30 มิลลิลิตร /น้ำ 20	0.6	0.7	5.2	3.6	9.9	10.9
5) พ่นน้ำเปล่า		0.1	0.1	2.6	1.8	13.7	14.2

หมายเหตุ : ^{1/} พ่นสารต่างๆ ทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง



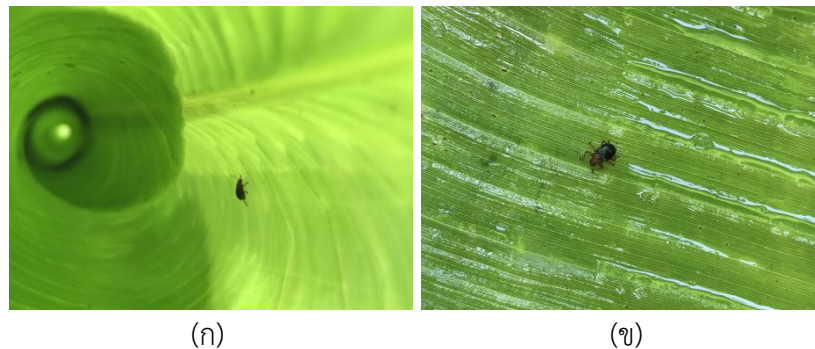
ภาพ 3 ด้วงเต่ากินใบกล้วย *Nodostoma viridipennis* Motsch



ภาพ 4 (ก) ลักษณะของใบตองกล้วยตานีที่เสียหายจากการทำลายโดยด้วงเต่ากินใบกล้วย (ข) ลักษณะรอยทำลายโดยด้วงเต่ากินใบกล้วยโดยทิ้งรอยทำลายเป็นแผลบนใบตองกล้วยตานี



ภาพ 5 (ก) ไข่ (ข) หนอน (ค) ดักแด้ และ (ง) ตัวเต็มวัย ของด้วงเต่ากินใบกล้วย



ภาพ 6 (ก) ลักษณะสภาพภายในใบเทียนที่เริ่มคลี และ(ข) สภาพภายในกรวยมีน้ำเกาะที่ผิวใบ เป็นที่หลบซ่อนและแหล่งอาหารของด้วงเต่ากินใบกล้วย

เอกสารอ้างอิง

- Abbott W.S. 1987. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Classic paper Abboot's formula. Journal of American Mosquito Control Association. Vol. 3, No. 2
- กรมวิชาการเกษตร. 2553. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูศัตรูพืช. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 293 หน้า
- กรมวิชาการเกษตร. 2558. กรมวิชาการเกษตร. 2557. ข้อมูลการส่งออกสินค้าทางการเกษตรของประเทศไทย สำนักควบคุมพืชและวัสดุเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- งามทิพย์ ภู่วโรตม และสุขเกษม สิริพิพนธ์. 2536. การผลิตใบตองแห้งเพื่อการบรรจุ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 17 หน้า.
- จรรยา วิสิทธิ์พานิช. 2552. คู่มือการผลิตกล้วยไข่คุณภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 122 หน้า
- อิทธิพล บรรณาการ. 2559. กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.
- งามทิพย์ ภู่วโรตม และสุขเกษม สิริพิพนธ์. 2536. การผลิตใบตองแห้งเพื่อการบรรจุ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 17 หน้า.

การทดลองที่ 2 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี

บทคัดย่อ

การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ดำเนินการระหว่างปี 2561-2562 ที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย เพื่อทดสอบวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมด้วงเต่ากินใบกล้วย (*Nodostoma viridipennis* Motsch) โดยศึกษาวิธีการพ่นไส้เดือนฝอยกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ การพ่นไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร 1) พ่นที่ใบ 2) พ่นลงดิน 3) พ่นที่ใบ+ลงดิน 4) ไม่พ่นสารให้ผลไม่แตกต่างกัน จากนั้น เลือกวิธีการพ่นที่ใบ และวิธีการพ่นลงดินที่มีต้นทุนค่าแรงงานในการพ่นต่ำกว่าการพ่นที่ใบและลงดินซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าทั้งสองวิธี มาทดสอบโดยเปรียบเทียบกับวิธีไม่พ่นสาร การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีที่พ่นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยด้วยวิธีพ่นที่ใบ มี 2 กรรมวิธี 1) พ่นที่ใบ 2) ไม่พ่นสาร ที่แปลงเกษตรกรรมจำนวน 9 ราย การพ่นที่ใบให้ผลไม่แตกต่างกันกับไม่พ่น พบค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อใบของการพ่นที่ใบ และวิธีทดสอบที่ไม่มีการพ่นสาร ของใบตอง หลังการพ่นครบ 3 ครั้ง ที่ 7 และ 14 วัน เป็น 314 และ 235 ผลต่อใบ และ 43 และ 44 ผลต่อใบ ตามลำดับ ผลผลิตดีเป็น 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีโดยไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยโดยการพ่นลงดิน มี 2 กรรมวิธี 1) พ่นลงดิน 2) ไม่พ่นสาร ที่แปลงเกษตรกรรมจำนวน 9 ราย พบค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อใบของการพ่นลงดิน และวิธีทดสอบที่ไม่มีการพ่นสาร ของใบตอง หลังการพ่นครบ 3 ครั้ง ที่ 7 และ 14 วัน เป็น 314 และ 302 ผลต่อใบ และ 44 และ 54 ผลต่อใบ ตามลำดับ ผลผลิตดีเป็น 9.2 และ 7.6 เปอร์เซ็นต์ และ 13.1 และ 12.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตที่ดีจากแปลงเกษตรกรรมจำนวน 3 แปลง ของวิธีพ่นลงดิน ที่มากกว่าการไม่พ่นสาร 2- 13 เปอร์เซ็นต์ การพ่นไส้เดือนฝอยที่ใบ และการพ่นลงดิน มีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ต่อครั้ง เท่าๆ กัน ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 160 ต่อไร่ต่อครั้ง การพ่นไส้เดือนฝอยกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยมีความปลอดภัยต่อเกษตรกร แต่ควรพ่นไส้เดือนฝอยอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในฤดูฝน ดินมีความชื้นซึ่งเหมาะแก่การอาศัยและรอกำจัดด้วงเต่ากินกล้วย ของไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง

Abstract

Verification of suitable technologies for controlling banana leaf scarring beetle (*Nodostoma viridipennis* Motsch) was carried out during 2018 to 2019 in Sawankhalok, Sukhothai province. The objective of this research project was to verify the suitable technologies consisting of application methods of entomopathogenic nematodes for controlling banana leaf scarring beetle in banana (*Musa balbisiana*

Colla.). entomopathogenic nematodes (*Steinernema* sp. Thai Strain) at the rate of 60 millions per 20 liters of water was applied to the crop using four application methods including foliar spray, soil spray, soil spray+ foliar spray and untreated control, and the treatments were arranged in a randomized complete block design with four replications. The results from the preliminary evaluation indicated that all treatments were not significantly different in controlling the insect, and the cheapest methods consisting of foliar spray and soil spray were selected for the experiment in the farmer's farms. The study included two experiments. Foliar spray was verified in experiment 1 and soil spray was verified in experiment 2. In experiment 1, the treatments consisting of foliar spray and untreated control were evaluated in nine farmer's farms. The results indicated that foliar spray was not significantly different from untreated control. Leaf scars of leaf spray and untreated control after three times of spray for 7 and 14 days were 314 and 235 scars/leaf and 43 and 44 scars/leaf, respectively. Marketable leaf yields of leaf spray and untreated control at 7 and 14 days after treatment were 4 and 6% and 3 and 5%, respectively. In experiment 2, the treatments consisting of soil spray and untreated control were evaluated in nine farmer's farms. The treatments were not significantly different for leaf scar, and leaf scars of leaf spray and untreated control after three times of spray for 7 and 14 days were 314 and 302 scars/leaf and 44 and 54 scars/leaf, respectively. Marketable leaf yields of leaf spray and untreated control at 7 and 14 days after treatment were 9.2 and 7.6% and 13.1 and 12.9%, respectively. Soil spray had about 2-13% higher marketable yield of banana leaves in three fields. The cost of operation of the two methods was 640 Baht per one time of spray. If the farmers can produce nematode for their own use, the cost of operation would be only 160 Baht. Application of nematode to control banana leaf and fruit scarring beetle is safe for users. However, regular spray should be practiced especially in the rainy season, when soil moisture is suitable for infestation of the insect.

1. คำนำ

ใบทองกล้วยตานีเป็นใบทองที่มีคุณภาพดี มีลักษณะใบที่กว้าง เหนียว ทนทาน สีเขียวสดน่าใช้ ไม่เหี่ยวหรือแตกง่าย สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นใบที่เก็บได้จากใบที่ 2-3 รองจากใบเทียน เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายไม่ทำลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นที่นิยมใช้ทั้งในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศ แล้วจะถูกนำไปใช้ประโยชน์โดย การบรรจุอาหาร ตกแต่งภาชนะบรรจุอาหาร ใช้ประกอบพิธีกรรม

ต่าง และด้านความงาม กระทง บายสี ในงานมงคล หรือบุญประเพณีต่างๆ ใบตองกล้วยตานีมีคุณสมบัติทางการบรรจุสูงที่สุด รองลงมาคือ ใบตองกล้วยน้ำว้า ใบตองกล้วยหอม ใบตองกล้วยหอมทอง และใบตองกล้วยไข่ ตามลำดับ (งามทิพย์, 2536) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีทั้งหมด 16,914 ไร่ ส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้อย่างต่อเนื่อง จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีเพื่อตัดใบตองมากที่สุดในประเทศส่งขายทั้งในและต่างประเทศ มีพื้นที่การปลูก 16,150 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,539 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร 2561) การผลิตกล้วยตานีตัดใบซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นสำคัญของชาวสุโขทัย

ด้วงเต่ากินใบกล้วย อยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Chrysomelidae ชื่อสามัญ Banana scarring beetle ชื่อวิทยาศาสตร์ *Nodostoma viridipennis* Motsch เป็นศัตรูสำคัญของกล้วย พบแพร่กระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทยในแหล่งปลูกกล้วย เช่น กำแพงเพชร สุโขทัย ปทุมธานี เพชรบุรี ราชบุรี สุราษฎร์ธานี กัดกินเนื้อใบกล้วยตั้งแต่ใบอ่อน ทั้งรอยทำลายเป็นแผล สร้างความเสียหายให้แก่ผลผลิตกล้วยเป็นอย่างมาก ตัวเต็มวัยเป็นด้วงปีกแข็งขนาดเล็ก ขนาดลำตัวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยส่วนหัวมีสีเหลืองส้ม ปลายหนวดเป็นรูปกระบอง ส่วนปีกสีน้ำตาล มันวาว บริเวณไหล่ของส่วนปีกมีริ้วรอยเป็นหยัก ส่วนปล้องขาป้อม ปลายขายาว วงจรชีวิตของด้วงเต่ากินใบกล้วย วางไข่เป็นกลุ่ม ประมาณ 20-40 ฟองในดิน ใช้เวลา 4-8 วัน ฟักเป็นหนอน อาศัยกัดกินรากกล้วยบริเวณรอบๆ โคนต้น 30-60 วัน จึงเข้าดักแด้ในดิน ใช้เวลา 7-10 วัน แล้วจึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย แล้วบินขึ้นไปกินใบอ่อนที่เริ่มคลี่ถึงใบอ่อนที่คลี่แล้วซึ่งเป็นที่หลบซ่อนและเป็นแหล่งอาหาร ระยะตั้งแต่เป็นไข่ถึงตัวเต็มวัย 1.5-2.5 เดือน การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด พบแพร่กระจายในทุกภาคของไทยและแหล่งปลูกกล้วยทุกชนิด พบระบาดได้ตลอดปี พืชอาหารได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยตานี (อิทธิพล, 2559)

จากปัญหาการระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เกิดขึ้นติดต่อกันหลายปี เกษตรกรพยายามหาวิธีต่างๆ แก้ไข รวมทั้งการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งยังไม่ประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าในบางปีเกิดน้ำท่วม ฝนแล้งทำให้บางพื้นที่มีการระบาดลดลงหรือไม่มีการระบาด แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของด้วงเต่ากินใบกล้วย ก็จะมีกลับมาระบาดของอีกครั้ง จึงเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสม ดังนั้น การวิจัยเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย จึงเกิดขึ้นในปี 2559 โดยการศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย สารสกัดสะเดา และสารกำจัดศัตรูพืช สำหรับป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย ในสวนกล้วยตานีตัดใบของเกษตรกรจังหวัดสุโขทัย การศึกษาประสิทธิภาพสารชีวภัณฑ์ควบคุมด้วงเต่ากินใบกล้วย ได้แก่ ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย สารสกัดสะเดา และสารเคมี ผลการดำเนินการพบว่า ในสภาพแปลง ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย สามารถลดรอยแผลบนใบตองได้ใกล้เคียงกับสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นวิธีการที่เหมาะสมและปลอดภัยที่สุดสำหรับใช้ในการทดสอบในแปลงเกษตรกรต่อไป (อรณิชา, 2560)

ไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp. Thai Strain เป็นไส้เดือนฝอยที่เข้าทำลายเฉพาะแมลง ไม่ทำอันตรายต่อคน สัตว์ และพืชทุกชนิด มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย ยาวประมาณ 0.2 มิลลิเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ในธรรมชาติไส้เดือนฝอยเข้าสู่ตัวแมลงทางปาก ทวารหรือรูหายใจ หนอนจะตายภายใน 24-48 ชั่วโมง เนื่องจากเลือดเป็นพิษเพราะแบคทีเรียที่ไส้เดือนฝอยปล่อยออกมา ไส้เดือนฝอยที่ใช้ควบคุมด้วงเต่ากินใบกล้วยเป็นชนิดทำตัวเอง ซึ่งใช้อาหารที่ย่อยในพองน้ำและผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว (นุชนารถ, 2558) ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืช ได้หลายชนิด ได้แก่ ตัวอ่อนด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้หอม หนอนผีเสื้อ ปลวก ด้วงกุหลาบ เป็นต้น

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสม ในการผลิตไบตองกล้วยตานี ช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยตานีมีทางเลือกในการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ทำให้ไบตองมีคุณภาพดีขึ้น เป็นที่ต้องการของตลาด รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม

2. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย *Steinernema* sp. ได้รับการอนุเคราะห์จาก สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
2. ป้ายพลาสติก และอุปกรณ์ทำเครื่องหมายต่างๆ
3. เครื่องพ่นสารสะพ่ายหลังแบบแรงดันสูงขนาดบรรจุ 20 ลิตร

- วิธีการ

การทดลองที่ 2 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตไบตองกล้วยตานี
ประกอบด้วย 3 การทดลองย่อยได้แก่

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาวิธีการพ่นไส้เดือนฝอยกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายไบตองกล้วยตานีที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย อัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ใบ

กรรมวิธีที่ 2 พ่นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย อัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ลงดิน

กรรมวิธีที่ 3 พ่นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย อัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ใบและลงดิน

กรรมวิธีที่ 4 น้ำเปล่า (control)

ศึกษาในสวนกล้วยตานีขนาดแปลงย่อย 10×10 เมตร เพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอย (ภาพ 4) แล้วเริ่มพ่นไส้เดือนฝอยโดยการพ่นที่ใบตามกรรมวิธีที่กำหนด (ภาพ 5 ก.) ครั้งแรกเมื่อพบการระบาดเข้าทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วย 10% ของจำนวนประชากรกล้วยตานีทั้งหมด เริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม – 20 มิถุนายน 2561 (ภาพ 1) สุ่มเก็บผลผลิตใบตองกล้วยตานีจาก 10 ต้นที่ใบคลี่แล้วอายุประมาณ 7 วันหลังใบเทียนแทงออกมาจากส่วนยอดของลำต้นเทียมเพื่อวัดข้อมูลผลผลิตและรอยทำลายก่อนการพ่นสาร และเลือกต้นกล้วยตานีที่ใบเทียนยังไม่คลี่จำนวน 10 ต้น เพื่อเก็บข้อมูลหลังการพ่น การพ่นสารที่กำหนดโดยพ่นซ้ำทุก 7 วัน รวมเป็นจำนวน 3 ครั้ง ดำเนินการพ่นสารในเวลาเย็น การพ่นสารใช้เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลังที่สามารถควบคุมแรงดันได้ที่ใบกล้วย จำนวน 8 ถังต่อไร่ ในปี 2561

การบันทึกข้อมูล

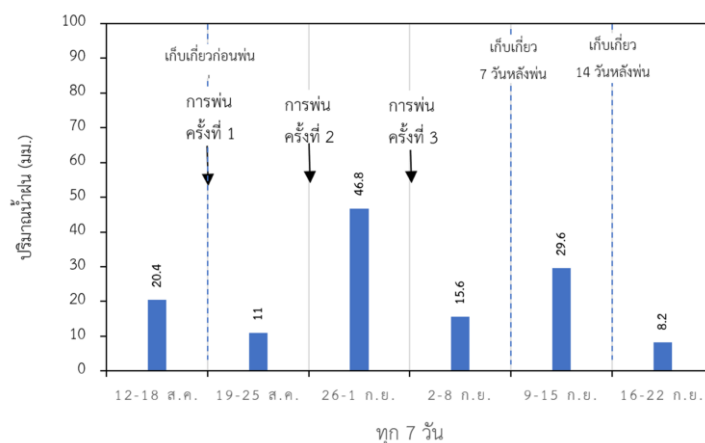
-จำนวนรอยทำลายต่อใบ เพื่อประเมินความรุนแรงของการเข้าทำลาย โดยการตรวจนับจำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยทั้งใบ จำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่ 3 ครบ 7 วัน ลักษณะรอยทำลายบนใบตองกล้วยตานี ดังภาพ 7

-ปริมาณผลผลิตที่ดี โดยชั่งผลผลิตของแผ่นใบจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่ 3 ครบ 7 วัน ผลผลิตดีคือใบตองที่ไม่มีรอยทำลาย ผลผลิตที่ถูกทำลายคือใบตองที่มีรอยทำลายตั้งแต่ 1 รอยหรือมากกว่า (ภาพ 6)

- ข้อมูลต้นทุนการใช้สารต่อไร่
- ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี โดยใช้ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)



ภาพ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมทุก 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม – 20 มิถุนายน 2561

การทดลองย่อยที่ 2 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีโดย

ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยพ่นที่ใบดำเนินการทดสอบจำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยไส้เดือน ฝอยอัตรา 60 ล้านตัว
ต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ใบ

กรรมวิธีที่ 2 ไม่พ่นสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย (วิธีเกษตรกร)

คัดเลือกแปลงกล้วยของเกษตรกรที่สม่ำเสมอจำนวน 9 ราย เกษตรกร 1 ราย มี
จำนวน 2 กรรมวิธี มี 2 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 10×10 เมตร มีทั้งหมด 4 แปลงย่อยต่อเกษตรกร 1
ราย เพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอย (ภาพ 4) เริ่มพ่นไส้เดือนฝอยที่ใบ ตามกรรมวิธีครั้งแรกเมื่อพบการระบาด
เข้าทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยตั้งแต่ 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรกล้วยตานีทั้งหมด เริ่ม
ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม – 22 กันยายน 2561 (ภาพ 2) โดยพ่นทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง
ตรวจนับรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่
3 ครบ 7 และ 14 วันวัน การพ่นสารใช้เครื่องยนต์พ่นสารชนิดแรงดันน้ำที่ใบกล้วย (ภาพ 5 ก.)

การบันทึกข้อมูล

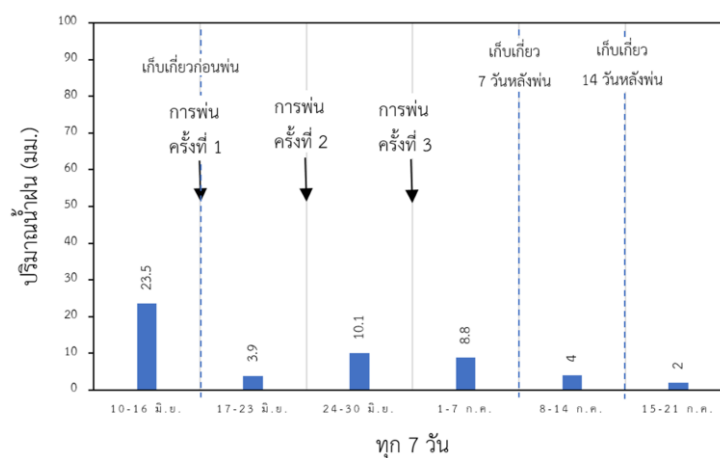
-จำนวนรอยทำลายต่อใบ เพื่อประเมินความรุนแรงของการเข้าทำลาย โดยการตรวจนับ
จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยทั้งใบ จำนวน 2 ครั้ง คือ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่
ที่ 3 ครบ 7 และ 14 วัน (ภาพ 7)

-ปริมาณผลผลิตที่ดี โดยชั่งผลผลิตของแผ่นใบจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่น
สารครั้งที่ 3 ครบ 7 และ 14 วัน ผลผลิตดีคือใบตองที่ไม่มีรอยทำลาย (ภาพ 6)

- ข้อมูลต้นทุนการใช้สารต่อไร่

- ข้อมูลอุณหภูมิตามวัน

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-Test



ภาพ 2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมทุก 7 วัน ของจังหวัดสุโขทัย ตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม – 22 กันยายน 2561

การทดลองย่อยที่ 3 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีโดย
ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยพื้นดิน

ดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 9 ราย มี 2 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยไส้เดือน ฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อ
น้ำ 20 ลิตร ลงดิน

กรรมวิธีที่ 2 ไม่พ่นสารป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย (วิธีเกษตรกร)

คัดเลือกแปลงกล้วยของเกษตรกรที่สม่ำเสมอจำนวน 9 ราย เกษตรกร 1 ราย มีจำนวน 2
กรรมวิธี มี 2 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 10×10 เมตร มีทั้งหมด 4 แปลงย่อยต่อเกษตรกร 1 ราย
เพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอย (ภาพ 4) เริ่มพ่นไส้เดือนฝอยลงดิน ตามกรรมวิธีครั้งแรกเมื่อพบการระบาดเข้า
ทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยตั้งแต่ 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรกล้วยตานีทั้งหมด เริ่ม
ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 16 มิถุนายน – 21 กรกฎาคม 2562 (ภาพ 3) โดยพ่นทุก 7 วัน จำนวน 3 ครั้ง
ตรวจนับรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่
3 ครบ 7 วัน การพ่นสารใช้เครื่องยนต์พ่นสารชนิดแรงดันน้ำที่ใบกล้วย (ภาพ 5 ข.)

การบันทึกข้อมูล

-จำนวนรอยทำลายต่อใบ เพื่อประเมินความรุนแรงของการเข้าทำลาย โดยการตรวจนับ
จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยทั้งใบ จำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารครั้งที่
ที่ 3 ครบ 7 และ 14 วัน

-ปริมาณผลผลิตที่ดี โดยชั่งผลผลิตของแผ่นใบจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนพ่นสาร และหลังพ่น
สารครั้งที่ 3 ครบ 7 วัน ผลผลิตดีคือใบตองที่ไม่มีรอยทำลาย

- ข้อมูลต้นทุนการใช้สารต่อไร่

- ข้อมูลอุณหภูมิมิวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-Test

- เวลาและสถานที่

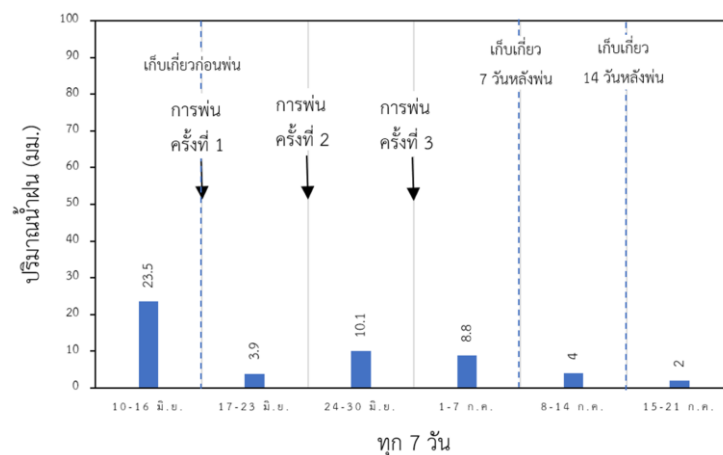
ระยะเวลา

ปีงบประมาณ 2561 – 2562

สถานที่ทำการทดลอง

: แปลงเกษตรกรในเขตอำเภอสุวรรณโคตร จังหวัดสุโขทัย

: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย



ภาพ 3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมทุก 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 16 มิถุนายน – 21 กรกฎาคม 2562

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาวิธีการพ่นไล่เดือนฝอยกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีที่เหมาะสม

1.1 จำนวนรอยแผล

ปี 2561 ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มเติมโดยการพ่นไล่เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร โดยวิธีการต่างๆ การระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยก่อนพ่นมีความแปรปรวนสูงและการระบาดรุนแรงขึ้นในช่วงดำเนินการ ซึ่งพบว่าหลังจากพ่นตามกรรมวิธีที่กำหนดแล้วการพ่นไล่เดือนฝอยที่ใบ พ่นลงดิน พ่นที่ใบและลงดิน และพ่นน้ำเปล่า มีจำนวนแผลต่อใบเพิ่มขึ้น 73 184 91 และ 86 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 1) การเพิ่มขึ้นของรอยทำลายนี้เกิดจากแปลงที่ดำเนินการทดลองนั้นเป็นแปลงที่ระบาดรุนแรง เป็นช่วงที่ด้วงเต่าอยู่ในดินพร้อมจะเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยซึ่งเป็นระยะที่ไล่เดือนฝอยไม่สามารถทำลายได้ จะเห็นได้ว่าการพ่นไล่เดือนฝอยเพื่อกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยในแปลงที่มีการระบาดรุนแรงนั้นยากต่อการควบคุม

1.2 ปริมาณผลผลิตที่ดี

ผลผลิตทั้งหมดต่อครั้งของการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน ทั้งก่อนพ่นและหลังพ่น และไม่มีผลผลิตที่ดีเนื่องจากแปลงที่ดำเนินการทดสอบเป็นแปลงที่มีการระบาดรุนแรง ใบตองกล้วยตานีโดยเฉลี่ย ทั้งหมดมีรอยทำลายกระจายทั่วทั้งใบ ในแปลงที่มีการระบาดรุนแรงนี้เกษตรกรจะต้องสูญเสียผลผลิต 100 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝนที่กล้วยตานีจะให้ผลผลิตเป็นปริมาณมาก และช่วงประมาณเดือนตุลาคม ถึงพฤศจิกายน ที่ผลผลิตมีราคาสูง ซึ่งเป็นช่วงที่ด้วงเต่ากินใบกล้วยระบาดเช่นกัน

การพ่นไล่เดือนฝอยตามวิธีการต่างๆ ให้ผลไม่ชัดเจน จากความแปรปรวนของการระบาด การพ่นไล่เดือนฝอยทั้งที่ใบและลงดินพร้อมๆ กัน มีต้นทุนด้านแรงงานสูง (ตาราง 2) จึงเลือกวิธีการพ่นที่ใบ และวิธีการพ่นลงดินไปทดสอบต่อไป

1.3 ข้อมูลต้นทุนค่าสารต่างๆ ต่อไร่

ต้นทุนค่าสารกรรมวิธีที่ 1 พ่นไล่เดือนฝอยพ่นที่ใบอัตรา 60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ต่อครั้ง กรรมวิธีที่ 2 พ่นไล่เดือนฝอยลงดิน อัตรา 60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ต่อครั้ง กรรมวิธีที่ 3 พ่นไล่เดือนฝอยที่ใบและลงดินอัตรา 60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร 1,280 บาทต่อไร่ต่อครั้ง ถ้าเกษตรกรกรผลิตไล่เดือนฝอยใช้เองจะลดต้นทุนค่าไล่เดือนฝอยได้ โดยไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยผลิตใช้เองจะมีต้นทุนทุกถุงละ 10 บาท (ตาราง 2)

ตาราง 1 จำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยเมื่อมีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยด้วยไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยวิธีต่างๆ ในสภาพแปลงของเกษตรกร ปี 2561

วิธีการพ่น	จำนวนแผลต่อใบ		น้ำหนักใบตอง กก./ไร่	
	ก่อนพ่น	หลังพ่น ^{2/}	ก่อนพ่น	หลังพ่น ^{2/}
1) พ่นไล่เดือนฝอยที่ใบ	865 ab ^{1/}	1,495 a	179 a	181 a
2) พ่นไล่เดือนฝอยลงดิน	407 b	1,156 a	176 a	209 a
3) พ่นไล่เดือนฝอยที่ใบและลงดิน	1,146 a	2,187 a	172 a	180 a
4) พ่นน้ำเปล่า	1,284 a	2,401 a	172 a	171 a
CV (%)	36.6	41.2	14.1	23.2

หมายเหตุ : ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

^{2/} 7 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง

ตาราง 2 ต้นทุนการใช้สารต่างๆ ต่อไร่ ปี 2561

สารที่ฉีดพ่น	วิธีพ่น	อัตรา	ขนาดบรรจุ	ราคา/ ขนาด บรรจุ (บาท)	ปริมาณสาร /ไร่/ครั้ง (ล้านตัว)	ต้นทุนค่า สาร /ไร่/ครั้ง (บาท)
1) ไล่เดือนฝอย	พ่นที่ใบ	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00
2) ไล่เดือนฝอย	พ่นลงดิน	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00
3) ไล่เดือนฝอย	พ่นที่ใบและพ่นลงดิน	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	20.00 ^{1/}	960	1,280.00
4) พ่นน้ำเปล่า						

หมายเหตุ : ^{1/} คือราคาของผลิตภัณฑ์จำหน่ายโดยกรมวิชาการเกษตร ปี 2561 ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองไล่เดือนฝอยจำนวน

การทดลองย่อยที่ 2 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีโดย ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยพ่นที่ใบ

2.1 จำนวนรอยแผล

การระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยในแปลงเกษตรกรแต่ละรายแตกต่างกัน โดยก่อนพบพบอยู่ระหว่าง 100 – 1,547 แผลต่อใบ แปลงที่มีการระบาดมาก ได้แก่ แปลงที่ 3 นายประโคน ประจำวงศ์ รองลงมาคือ แปลงที่ 1 นางลภัสนันท์ พลสิริธนานน แปลงที่ 6 นายณพวัชรชัย สายพันธุ์ และแปลงที่ 4 นายสุทัศน์ รอดมาก พบรอยแผลเฉลี่ยจากทุกแปลง 475 และ 504 แผลต่อใบ ตามลำดับ (ตาราง 3)

7 วัน หลังพ่นครบ 3 ครั้ง การพ่นไส้เดือนฝอยที่ใบ พบว่ามีจำนวนแผลต่อใบลดลงจากก่อนพ่นเท่ากับหรือมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แปลงที่ 1 จำนวน 667 แผล หรือลดลง 51 เปอร์เซ็นต์ วิธีเกษตรกรที่ไม่มีการพ่นสาร ลดลง 293 แผล หรือลดลง 37 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 5 จำนวน 154 แผล ลดลง 62 เปอร์เซ็นต์ วิธีเกษตรกร จำนวน 154 แผล ลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ 7 จำนวน 192 แผล ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ วิธีเกษตรกร จำนวน 141 แผล ลดลง 29 เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่าในแปลงที่ 3 และ 6 พบ เปอร์เซ็นต์ การลดลงของรอยแผลมากกว่ากรรมวิธีทดสอบ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยจากทุกแปลงไม่แตกต่างกัน (ตาราง 3)

14 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง การพ่นไส้เดือนฝอยที่ใบ พบจำนวนแผลต่อใบ วิธีทดสอบ พบจำนวนแผลลดลง เหลือ 18-75 แผล ลดลงจากก่อนพ่น 79-96 เปอร์เซ็นต์ และวิธีเกษตรกรพบจำนวนแผลลดลงเช่นกันเป็น 16-128 แผล คิดเป็น 83-98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทั้งสองวิธีการ (ตาราง 3)

จากผลการทดลอง พบว่า แปลงที่ 1- แปลงที่ 8 จำนวนแผลต่อใบลดลงจากก่อนพ่น มีเพียงแปลงที่ 9 ที่ จำนวนแผลคงที่ในการเก็บเกี่ยวที่ 7 วัน แต่ลดลงที่ 14 วันหลังการพ่นครบ 3 ครั้ง การลดลงของจำนวนรอยทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร การพ่นในพื้นที่แปลงทดลองนั้นอาจมีผลต่อการระบาดของด้วงเต่ากินใบกล้วยทั้งพื้นที่ ซึ่งต้องศึกษาเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากขึ้น

2.2 ปริมาณผลผลิตที่ดี

ก่อนพ่น ผลผลิตใบตองของวิธีทดสอบ และวิธีเกษตรกร ไม่มีความแตกต่างกัน โดยอยู่ระหว่าง 0.0 -17.2 และ 0.0 -20.3 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4) ของผลผลิตทั้งหมด (ตาราง 5)

7 วัน หลังพ่นครบ 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่ดี จากทุกแปลงไม่แตกต่าง วิธีทดสอบมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 0.0-12.8 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด วิธีเกษตรกรมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 0.0-13.2 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตาราง 4)

14 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่ดีจากทุกแปลงไม่แตกต่างกัน วิธีทดสอบมีผลผลิตที่ดีอยู่ระหว่าง 0.0-13.3 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด วิถีเกษตรกรมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 0.0-11.9 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตาราง 4)

จากผลผลิตการทดลอง ผลผลิตที่ดีมีความไม่แน่นอน แปลงที่ 7 นางอนัญญา มีผลผลิตเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 หลังการพ่นครบ 3 ครั้ง และลดลง ในการเก็บเกี่ยวที่ 14 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย เช่นเดียวกันกับแปลงที่ 4 นายสุทัศน์ และแปลงที่ 6 นายนพรัตน์ ขณะที่ แปลงที่ 1 นางลักขณันท์ แปลงที่ 3 นายประโคน แปลงที่ 8 นายทวีป และแปลงที่ 9 นายสมควร ผลผลิตที่ดีไม่เพิ่มขึ้น ทั้งในการเก็บเกี่ยวที่ 7 และ 14 วัน หลังพ่นครบ 3 ครั้ง และ แปลงที่ 7 นายสุบิน มีผลผลิตที่ดีเพิ่มขึ้นทั้งที่ 7 และ 14 วัน หลังพ่นครบ 3 ครั้ง และเมื่อพิจารณาพร้อมกับจำนวนแปลต่อไร่ จะเห็นว่าจำนวนแปลต่อไร่ลดลง แต่ผลผลิตที่ดีนั้นไม่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการกระจายของผลมีอยู่ทั่วไป

2.3 ข้อมูลต้นทุนค่าสารต่างๆ ต่อไร่

การพ่นไล่เดือนฝอยพ่นที่ใบอัตรา 60 ลิ้นต้ว/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ต่อครั้ง พ่นจำนวน 3 ครั้ง เป็นต้นทุนทั้งหมด 1,920 บาท ถ้าเกษตรกรผลิตไล่เดือนฝอยใช้เองจะลดต้นทุนค่าไล่เดือนฝอยได้ โดยไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยผลิตใช้เองจะมีต้นทุนถูกลง 10 บาท

ค่าแรงงานฉีดพ่นถึงละ 50 บาท จำนวน 8 ถึงต่อไร่ คิดเป็นต้นทุนค่าแรงงาน 400 บาทต่อไร่ต่อครั้ง (ตาราง 5)

ตาราง 3 จำนวนแปลต่อไร่ของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและหลังพ่นไล่เดือนฝอยที่ใบครบ 3 ครั้ง ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2561

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครบ 3 ครั้ง			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลักขณันท์ พลสิรินาน	1,311	798	644	505	75	128
2) นางอนัญญา พรหมชม	131	100	100	93	21	16
3) นายประโคน ประจักษ์	962	1547	719	597	70	64
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	547	561	398	468	55	53
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	401	168	154	143	18	28
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	274	862	228	294	57	21
7) นายสุบิน สีลาย	387	199	192	141	20	27
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	291	154	232	206	36	23
9) นายสมควร กำทอง	240	360	248	235	41	38
ค่าเฉลี่ย	475	504	314	290	43	44
t-test	0.26 ^{ns}		1.12 ^{ns}		0.11 ^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 4 ปริมาณผลผลิตที่ดี (%) ของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและหลังพ่นไล่เดือนฝอยที่ไอบีครบ 3 ครั้ง ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2561

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครบ 3 ครั้ง			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลภัสนันท์ พลสิรินานน	2.0	2.4	0.6	2.6	3.3	5.0
2) นางอนัญญา พรหมชม	4.5	20.3	10.9	13.2	2.1	10.8
3) นายประโคน ประจักษ์	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	0.0	4.1	1.4	4.3	0.0	11.9
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	17.2	4.8	10.2	6.7	2.9	3.3
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	2.6	12.5	3.8	7.5	0.5	8.1
7) นายสุบิน สีลาียง	4.1	2.8	12.8	5.7	13.3	6.1
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	14.6	4.3	0.0	10.3	4.1	0.0
9) นางสมควร กำทอง	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ค่าเฉลี่ย	5.0	5.7	4.4	5.6	2.9	5.0
t-test	0.24 ^{ns}		0.74 ^{ns}		1.03 ^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 5 ปริมาณผลผลิตทั้งหมดของการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง (กก./ไร่) ของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและหลังพ่นไล่เดือนฝอยที่ไอบีครบ 3 ครั้ง ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2561

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครบ 3 ครั้ง			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลภัสนันท์ พลสิรินานน	192	150	193	186	195	133
2) นางอนัญญา พรหมชม	190	171	192	163	166	136
3) นายประโคน ประจักษ์	61	113	101	104	95	166
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	123	145	103	139	67	118
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	191	168	200	172	253	162
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	147	171	168	203	137	206
7) นายสุบิน สีลาียง	143	155	145	162	132	138
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	79	123	76	165	79	124
9) นางสมควร กำทอง	132	127	169	122	157	183
ค่าเฉลี่ย	140	147	150	157	142	152
t-test	0.32 ^{ns}		0.04 ^{ns}		0.89 ^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 6 ต้นทุนการใช้สารต่างๆ จากการพ่นไล่เดือนฝอยที่ใบ ต่อไร่ ปี 2561

สารที่ฉีดพ่น	วิธีพ่น	อัตรา	ขนาดบรรจุ	ราคา/ ขนาด บรรจุ (บาท)	ปริมาณ สาร /ไร่/ครั้ง (ลิตร)	ต้นทุนค่า สาร /ไร่/ครั้ง (บาท)
1) ไล่เดือนฝอย	พ่นที่ใบ	60 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร	30 ลิตร/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00
2) ไล่เดือนฝอย	พ่นลงดิน	60 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร	30 ลิตร/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00

หมายเหตุ : ^{1/} คือราคาของผลิตภัณฑ์จำหน่ายโดยกรมวิชาการเกษตร ปี 2561 ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เอง ไล่เดือนฝอยจำนวน 30 ลิตร
ราคาต่อขนาดบรรจุจะเท่ากับ 10 บาท
ค่าแรงงานในการพ่น 50 บาทต่อไร่ ปี 2561

การทดลองย่อยที่ 3 การทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานีโดย ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยพ่นลงดิน

3.1 จำนวนรอยแผล

จำนวนแผลต่อใบ ของกล้วยตานีของวิธีทดสอบที่มีการพ่นไล่เดือนฝอยลงดิน พบว่า ก่อนพ่น
วิธีการทดสอบ และวิธีแนะนำ มีรอยแผล 24-221 และ 37-453 แผลต่อใบ ค่าเฉลี่ยของรอยแผลจาก
9 แปลงเป็น 130 และ 184 แผล (ตาราง 7)

7 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง จำนวนแผลต่อใบเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนพ่นจำนวน 8 แปลง ได้แก่
แปลงที่ 1 2 3 4 5 6 7 และ 9 เป็นจำนวน 668 127 62 235 111 230 201 และ 36 แผล
ตามลำดับ แปลงของวิธีเกษตรกรที่ไม่มีการพ่นสาร มีจำนวนแผลเพิ่มขึ้น จำนวน 8 แปลง ได้แก่ 1 2
3 4 5 6 7 และ 9 เป็นจำนวน 236 27 33 210 91 283 และ 12 แผล ตามลำดับ ขณะที่แปลง
ที่ 8 ของนายทวีป จำนวนแผลลดลงจากก่อนพ่น ทั้งวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกรโดยลดลง 10 และ 4
แผลตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของทุกแปลงไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง 7)

ที่ 14 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง จำนวนแผลของทุกแปลงของทั้งวิธีทดสอบ และวิธีแนะนำลดลง
จากก่อนพ่น ที่ 7 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง ทุกแปลง ค่าเฉลี่ยของจำนวนแผลต่อใบ เป็น 44 และ 54
แผลต่อใบ แต่ไม่มีความแตกต่างกันของทั้ง 2 วิธี (ตาราง 7)

เมื่อทดสอบเพิ่มเติมโดยการพ่นต่อเนื่องเมื่อดินมีความชื้น พ่นทุกแปลงและครอบคลุมพื้นที่ 1
ไร่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่ดีของใบตองทั้ง 9 แปลง การพ่นต่อเนื่องแบบแปลงขนาดใหญ่ พบว่า
รอยแผลจากทำลายของด้วงเต่ากินใบกล้วยลดลง ในช่วง 49 และ 63 วัน โดยรอยแผล ของการเก็บ
เกี่ยวที่ 35 49 63 และ 77 วัน หลังการพ่นครบ 3 ครั้ง ของวิธีทดสอบ 83 44 107 และ 203

แผล และวิธีเกษตรกรเดิม เป็น 10 31 126 และ 260 แผล ตามลำดับ รอยแผลมีแนวโน้มลดลงหากมีการพ่นควบคุมด้วยไล่เดือนผ่อยอย่างต่อเนื่อง

3.2 ปริมาณผลผลิตที่ดี

พบว่า ก่อนพ่น ผลผลิตที่ดีของวิธีทดสอบ และวิธีแนะนำ อยู่ระหว่าง 0.0-41.6 และ 0.0-48.5 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ค่าเฉลี่ยของทั้ง 9 แปลง เป็น 9.6 และ 10.6 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 8) ตามลำดับ

ที่ 7 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง วิธีทดสอบมีผลผลิตที่ดีเพิ่มขึ้นจากก่อนพ่น ได้แก่ แปลงที่ 3 7 และ 9 แปลงที่ ผลผลิตที่ดีลดลง ได้แก่ 1 2 3 4 5 และ 8 ผลผลิตเฉลี่ยจากทั้ง 9 แปลงของทั้งสองวิธี ไม่แตกต่างกัน ผลผลิตเฉลี่ยของทั้ง 9 แปลง เป็น 9.2 และ 7.6 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด (ตาราง 9) ตามลำดับ (ตาราง 8)

ที่ 14 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง พบว่า แปลงที่ 5 7 8 และ 9 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากก่อนพ่นและ 7 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง แปลงที่ 5 โดยผลผลิตของวิธีทดสอบ ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 10.8 และ 8.8 มากกว่าก่อนพ่น และหลังพ่น 7 วัน 9.7 และ 10.8 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 7 6.2 และ 5.4 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 8 11.0 และ 11.1 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ 9 39.2 และ 18.2 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ และวิธีเกษตรกร แปลงที่ 5 6 8 และ 9 แปลงที่ 5 ผลผลิตเพิ่มขึ้น มากกว่าก่อนพ่น และหลังพ่น 7 วัน 2.2 และ 8.8 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 6 9.5 และ 9.5 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 8 22.4 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ และแปลงที่ 9 19.1 และ 32.3 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยของทั้ง 9 แปลง เป็น 13.1 และ 12.9 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตาราง 8)

เมื่อทดสอบเพิ่มเติมโดยการพ่นต่อเนื่องเมื่อดินมีความชื้น พ่นทุกแปลงและครอบคลุมพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่ดีของใบตองทั้ง 9 แปลง การพ่นต่อเนื่องแบบแปลงขนาดใหญ่ พบว่า ในแปลงของวิธีแนะนำที่มีและเก็บตัวอย่างทุก 35 49 63 และ 77 วันหลังพ่นครบ 3 ครั้ง เป็น 26.9 45.8 33.5 และ 28.3 เปอร์เซ็นต์ วิธีเกษตรกรที่เป็น 26.6 43.7 39.2 และ 34.7 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตาราง 8)

แปลงที่มีผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ได้แก่ แปลงที่ 5 และ 9 แปลงที่ 5 นายวันเพ็ญ ในแปลงวิธีแนะนำ ได้ผลผลิต 34.8 55.1 87.4 และ 89.6 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด และ แปลงวิธีเกษตรกรเดิมนั้น ได้ผลผลิต 32.2 36.2 96.3 และ 89.6 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมดตามลำดับ (ตาราง 8)

แปลงที่ 9 มีระดับผลผลิตที่ดีสม่ำเสมอ ในแปลงวิธีแนะนำ มีผลผลิตเป็น 76.8 84.2 89 และ 90.9 แปลงวิธีเกษตรกรเดิม เป็น 80.0 86.5 76.5 และ 83.8 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตาราง 8)

3.3 ข้อมูลต้นทุนค่าสารต่างๆ ต่อไร่

การพ่นไล่เดือนฝอยพ่นลงดินอัตรา 60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนค่าสาร 640 บาทต่อไร่ ต่อครั้ง พ่นจำนวน 3 ครั้ง เป็นต้นทุนทั้งหมด 1,920 บาท ถ้าเกษตรกรผลิตไล่เดือนฝอยใช้เองจะลดต้นทุนค่าไล่เดือนฝอยได้ โดยไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยผลิตใช้เองจะมีต้นทุนถุงละ 10 บาท

ค่าแรงงานฉีดพ่นถังละ 50 บาท จำนวน 8 ถังต่อไร่ คิดเป็นต้นทุนค่าแรงงาน 400 บาทต่อไร่ ต่อครั้ง (ตาราง 10)

ตาราง 7 จำนวนผลต่อใบของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและหลังพ่นไล่เดือนฝอยลงดินครบ 3 ครั้ง ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2562

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครบ 3 ครั้ง			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลักขณ์ พงษ์ศิริธรรม	167	453	835	689	150	134
2) นางอนัญญา พรหมชม	72	71	199	98	16	18
3) นายประโคน ประจักษ์	221	115	283	148	45	47
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	157	402	392	612	61	121
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	17	40	128	131	12	24
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	172	200	402	483	63	76
7) นายสุบิน สีลาียง	148	159	349	327	32	47
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	193	181	183	178	11	14
9) นางสมควร กำทอง	24	37	60	49	4	3
ค่าเฉลี่ย	130	184	314	302	44	54
t-test	0.26^{ns}		1.12^{ns}		0.11^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 8 ปริมาณใบที่ตี(%) ของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและหลังพ่นไล่เดือนฝอยลงดินครบ 3 ครั้ง
ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2562

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครั้งที่ 3			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลภัสนันท์ พลสิริธนานน	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2) นางอนัญญา พรหมชม	27.5	32.5	5.9	12.8	0.0	0.0
3) นายประโคน ประจักษ์	0.0	0.0	4.5	17.4	0.0	5.9
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	1.1	6.6	0.0	0.0	10.8	8.8
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
7) นายสุบิน สีสาย	5.8	6.1	6.6	1.5	12.0	0.0
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	3.1	1.9	3.0	1.8	14.1	24.3
9) นางสมควร กำทอง	41.6	48.5	62.6	35.3	80.8	67.6
ค่าเฉลี่ย	9.6	10.6	9.2	7.6	13.1	12.9
t-test	0.83 ^{ns}		0.42 ^{ns}		0.06 ^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 9 ปริมาณใบตองทั้งหมดต่อครั้งของการเก็บเกี่ยว (กก./ไร่) ของกล้วยตานี จากก่อนพ่นและ
หลังพ่นไล่เดือนฝอยลงดินครบ 3 ครั้ง ทุก 7 วัน จังหวัดสุโขทัย ปี 2562

เกษตรกร	ก่อนพ่น		หลังพ่นครั้งที่ 3			
			7 วัน		14 วัน	
	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร	วิธีทดสอบ	วิธีเกษตรกร
1) นางลภัสนันท์ พลสิริธนานน	160	113	188	119	203	140
2) นางอนัญญา พรหมชม	146	127	167	152	182	166
3) นายประโคน ประจักษ์	80	148	87	166	97	185
4) นายสุทัศน์ รอดมาก	65	108	80	129	86	134
5) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	225	145	291	179	329	204
6) นายนพรัตน์ สายพันธุ์	110	193	127	232	130	251
7) นายสุบิน สีสาย	137	127	167	138	166	151
8) นายทวีป เอี่ยมสะอาด	108	186	111	201	103	187
9) นางสมควร กำทอง	177	183	212	212	231	222
ค่าเฉลี่ย	134	148	159	170	170	182
t-test	0.69 ^{ns}		0.44 ^{ns}		0.47 ^{ns}	

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 10 ต้นทุนการใช้สารต่างๆ จากการพ่นไล่เดือนฝอยลงดิน ต่อไร่ ปี 2562

สารที่ฉีดพ่น	วิธีพ่น	อัตรา	ขนาดบรรจุ	ราคา/ ขนาด บรรจุ (บาท)	ปริมาณสาร /ไร่/ครั้ง (ล้านตัว)	ต้นทุนค่า สาร /ไร่/ครั้ง (บาท)
1) ไล่เดือนฝอย	พ่นที่ใบ	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00
2) ไล่เดือนฝอย	พ่นลงดิน	60 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร	30 ล้านตัว/ถุง	20.00 ^{1/}	480	640.00

หมายเหตุ : ^{1/} คือราคาของผลิตภัณฑ์จำหน่ายโดยกรมวิชาการเกษตร ปี 2562 ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เอง ไล่เดือนฝอยจำนวน 30 ล้านตัว ราคาต่อขนาดบรรจุจะเท่ากับ 10 บาท ค่าแรงงานในการพ่น 50 บาทต่อไร่ ปี 2562



ภาพ 4 การเตรียมชีวภัณฑ์ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย เพื่อใช้ในการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ปี 2561 –2562



ภาพ 5 การฉีดพ่นชีวภัณฑ์ไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย เพื่อใช้ในการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ปี 2561 -2562



ภาพ 6 การเก็บข้อมูลผลผลิตใบตองกล้วยตานีการทดสอบเทคโนโลยีการกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี ปี 2561 -2562



ภาพ 7 ลักษณะของการทำลายใบตองของด้วงเต่ากินใบกล้วย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

สรุปผลการทดลอง

1. การพ่นไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตรลงดิน ต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง ทำให้ลดรอยทำลายต่อใบมากกว่าการไม่พ่นในแปลงของเกษตรกรจำนวน 8 ราย
2. การพ่นไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตรลงดิน ต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง ในการเก็บเกี่ยวที่ 14 วัน ได้ปริมาณผลผลิตดี ของใบตองกล้วยตานีเพิ่มขึ้นจากก่อนพ่น 7 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าไม่พ่น 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักใบตองทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

การพ่นไล่ด้วงฝอยต้องทำสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในฤดูฝน ดินมีความชื้นซึ่งเหมาะแก่การอาศัยและรอเหยื่อของไล่ด้วงฝอย

เอกสารอ้างอิง :

- กรมส่งเสริมการเกษตร 2561. สถานการณ์การปลูกพืชของสุโขทัย ปี 2560/61. สารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562. สืบค้นจาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/year61/plant/rortor/province/Sukhothai.pdf>
- งามทิพย์ ภู่วโรดม และสุขเกษม สิทธิพจน์. 2536. การผลิตใบตองแห้งเพื่อการบรรจุ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 17 น.
- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2558. การผลิตชีวภัณฑ์ไล่ด้วงฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบทำใช้เอง. กรมวิชาการ เกษตร. 28 หน้า.
- อรณิชา สุวรรณโณ บุษบง มั่นสมั่นคง อารีรัตน์ พระเพชร สุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สอน และชัยณรงค์ จันทร์แสนตอ. 2560. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากิน ใบกล้วยทำลายใบตองกล้วยตานี. 22 หน้า.
- อิทธิพล บรรณาการ. 2559. ผลการจำแนกชนิดแมลง. กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

การทดลองที่ 3 การทดสอบเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี บทคัดย่อ

การทดสอบเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานี มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิต และคุณภาพใบตองกล้วยตานี ให้ได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น ดำเนินการทดลองที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย ทดสอบในแปลงของเกษตรกรจำนวน 9 แปลง จำนวน 2 กรรมวิธี ได้แก่ 1) วิธีการทดสอบ คือ การใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี แบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ทุก 6 เดือน และวิธีของเกษตรกร โดยแต่ละแปลงมีจำนวน 2 ไร่ ดำเนินการใส่ปุ๋ยในเดือน สิงหาคม ปริมาณปุ๋ยที่ให้ 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ และเก็บเกี่ยวผลผลิตทุก 1 เดือน จำนวน 4 ครั้ง พบว่า การใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิต คุณภาพของใบตอง และรายได้ ไม่แตกต่างกัน ผลรวมของปริมาณผลผลิตใบตองของวิธีทดสอบและวิธีเกษตรกร เป็น 297 และ 299 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คุณภาพใบตอง ของการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันทั้งความกว้างและสีใบ ความกว้างของใบตองโดยเฉลี่ยเท่ากับ 28 เซนติเมตรเท่ากัน สีของใบ มีค่า L^* 33.17 และ 32.92 ค่า a^* -8.72 และ -8.70 ค่า b^* 11.28 และ 10.56 ตามลำดับ รายได้รวมของการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 2,974 และ 2,985 บาทต่อไร่ ตามลำดับ จากผลการทดลองควรมีการพัฒนาการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมในส่วนของธาตุอาหารอื่นๆ ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดถูกใช้จากดินไปสู่ผลผลิตที่ตัดออกไปจากพื้นที่ ซึ่งต้องทดแทนกลับไป เพื่อให้พื้นที่การผลิตใบตองกล้วยตานีมีความสมบูรณ์และมีความยั่งยืนของการผลิต

Abstract

Suitable application of nitrogen fertilizer is important for improving leaf yield and leaf quality of banana (*Musa balbisiana* Colla.). The objective of this study was to verify the efficiency of nitrogen application in improving leaf yield and leaf quality of banana and income of banana growers. The experiment was carried out at nine farmer's farms in Sawankhalok district, Sukhothai province. Two treatments consisting of application of nitrogen fertilizer in the form of urea at the rate of 15 kg/Rai/year at two splits and six-month intervals and untreated control (farmer's methods). The treatments were assigned in a randomized complete block design with two replications. The first split of fertilizer at the rate of 7.5 kg was applied in August and banana leaves were harvested at month intervals for four times. Application of nitrogen fertilizer at the rate of 7.5 kg/Rai was not significantly different from untreated control for leaf yield and leaf quality of banana and income of banana growers. Total leaf yields of banana were 297 and 299 kg/Rai for nitrogen application

and untreated control, respectively. The treatments were also not significantly different for quality parameters including leaf width and leaf color parameters. Average leaf width was 28 cm, and leaf color parameters were 33.17 and 32.92, -8.72 and -8.70 and 11.28 and 10.56 for L^* , a^* and b^* of nitrogen application and untreated control, respectively. Total incomes for four harvests were 2,974 and 2985 for nitrogen application and untreated control, respectively. Further investigations on the effects of other macro nutrients such as phosphorus and potassium, micronutrients and trace elements are required. Fertilizers have been removed from the fields through harvested leaves and replenishment of removed fertilizers is necessary to restore soil fertility and sustain production.

คำนำ

ใบตองกล้วยตานีเป็นใบตองที่มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมสำหรับห่ออาหาร ใช้ตกแต่งภาชนะใส่อาหาร ทำกระทง บายสี ในงานมงคล หรือบุญประเพณีต่างๆ เนื่องจากใบตองกล้วยตานีมีลักษณะใบที่กว้าง เหนียว ทนทาน สีเขียวสดน่าใช้ ไม่เหี่ยวหรือแตกง่าย สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายไม่ทำลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นที่นิยมใช้ทั้งในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีทั้งหมด 16,914 ไร่ ส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้อย่างต่อเนื่อง จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ปลูกกล้วยตานีเพื่อตัดใบตองมากที่สุดในประเทศส่งขายทั้งในและต่างประเทศ มีพื้นที่การปลูก 16,150 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,539 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561) ใบตองส่วนใหญ่ส่งขายในประเทศ ได้แก่ ปากคลองตลาด ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ภูมิภาคต่างๆ ทั่วไทย เช่น เชียงใหม่ ของแก่น การใช้ประโยชน์ได้แก่ การบรรจุอาหาร ตกแต่งภาชนะบรรจุอาหาร ใช้ประกอบพิธีกรรมต่าง และด้านความงาม

ใบตองกล้วยตานีเป็นใบตองที่มีคุณภาพดี มีลักษณะใบที่กว้าง เหนียว ทนทาน สีเขียวสดน่าใช้ ไม่เหี่ยวหรือแตกง่าย สามารถเก็บไว้ได้นาน เป็นใบที่เก็บได้จากใบที่ 2-3 รองจากใบเหียน (ภาพผนวก 1) เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายไม่ทำลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นที่นิยมใช้ทั้งในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศ สินค้าใบตองจะอยู่ในรูปใบตองสด ใบตองสดแช่แข็ง ใบตองต้มแช่แข็ง และใบตองตากแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2558) แล้วจะถูกนำไปใช้ประโยชน์โดย การบรรจุอาหาร ตกแต่งภาชนะบรรจุอาหาร ใช้ประกอบพิธีกรรมต่าง และด้านความงาม กระทง บายสี ในงานมงคล หรือบุญประเพณีต่างๆ ใบตองกล้วยตานีมีคุณสมบัติทางการบรรจุสูงที่สุด รองลงมาคือ ใบตองกล้วยน้ำว้า ใบตองกล้วยหอม ใบตองกล้วยหอมทอง และใบตองกล้วยไข่ ตามลำดับ (งามทิพย์, 2536)

กล้วยเป็นพืชที่โตและให้ผลผลิตเร็ว ต้องการอาหารที่นำไปใช้ได้ทันทีค่อนข้างมากเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ปกติกล้วยเจริญเติบโตได้ดีในดินน้ำไหลทรายมูล (deep and friable loam soil) ซึ่งมี

เนื้อดินค่อนข้างเหนียวมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง (สรสิทธิ์, 2513 อ้างโดย เบญจมาศ, 2545) กล้วยเป็นพืชที่ต้องการน้ำและความชื้นสูงแต่ไม่ชอบน้ำขัง หรือน้ำท่วมบ่อย ต้องการการระบายน้ำดี มีการหมุนเวียนอากาศดี สามารถปลูกได้ดีในดินที่มีความเป็นกรดต่ำได้ตั้งแต่ pH 4.5-7.5

แนวโน้มการนำปุ๋ยไปใช้ของกล้วยแต่ละชนิดจะคล้ายๆ กัน โดยการดูธาตุโปแตสเซียมไปใช้มากกว่าธาตุอื่น และการใช้ธาตุฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ ปริมาณธาตุอาหารที่กล้วยดูดนำไปใช้นั้นจะถูกสะสมที่ต้นและใบเพียง 1 ส่วน อีก 2-3 ส่วน จะนำไปสะสมไว้ที่ผล การปลูกกล้วยในแต่ละปีจะสูญเสียธาตุโปแตสเซียม และไนโตรเจนไปมาก ถ้าปลูกกล้วยในพื้นที่เดิมติดต่อกัน โดยไม่มีการบำรุงดิน จะทำให้ผลผลิตกล้วยลดลง กล้วยที่เก็บผลผลิตผลเป็นหลัก จึงควรมีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสเป็นครั้งคราว จะช่วยรักษาความสมดุลของธาตุอาหารในดินให้ดีขึ้น อาจให้ในรูปของปุ๋ยหมักที่สลายแล้ว สำหรับโปแตสเซียมนั้นจะใช้ในรูปปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (สรสิทธิ์, 2513. Jacob, A and Von Vexkull, H., 1960. Marchal and Mallesard, 1979. อ้างโดย เบญจมาศ, 2545) ในประเทศไทยแนะนำให้ใช้ปุ๋ยกล้วยที่เก็บผลผลิตผลเป็นหลัก ควรให้มีธาตุต่างๆ ดังนี้ ธาตุไนโตรเจน (N) 7.3-14.6 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส (P₂O₅) 11.0-22.00 กิโลกรัมต่อไร่ และโปแตสเซียม (K₂O) 22.0-44.0 กิโลกรัมต่อไร่ (สรสิทธิ์, 2513 อ้างโดย เบญจมาศ, 2545)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นนำเทคโนโลยีที่ได้จากการคัดเลือก โดยการใส่ 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (อรณิชา, 2558) พัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มปริมาณ และคุณภาพ ของผลผลิตใบตองกล้วยตานี เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรสำหรับใช้ในการปรับปรุงการผลิตให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเอง และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการผลิตใบตองกล้วยตานีต่อไป

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
2. เครื่องจับพิกัดทางภูมิศาสตร์
3. ชุดตรวจสอบชุดดินแบบรวดเร็ว (test-kit)
4. ปุ๋ยเคมี 46-0-6
5. อุปกรณ์เกี่ยวเกี่ยวผลผลิตใบตองกล้วยตานี

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 10 ราย

กรรมวิธีการทดลอง

กรรมวิธีที่ 1 .ใส่ 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 2 ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีเกษตรกร)

คัดเลือกแปลงกล้วยของเกษตรกรที่สม่ำเสมอจำนวน 9 ราย (ตารางผนวก 1) เกษตรกร 1 ราย มีจำนวน 2 กรรมวิธี มี 2 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 10× 10 เมตร ระยะปลูก 3 × 3 เมตร จำนวน

ประชากร 16 กอ ต่อแปลงย่อย มีทั้งหมด 4 แปลงย่อยต่อเกษตรกร 1 ราย ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงเดือนสิงหาคมและดินมีความชื้น เก็บเกี่ยวผลผลิตใบตองทุก 1 เดือน หลังการให้ปุ๋ย โดยคัดเลือกต้นที่มีอายุ 8 เดือน จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

การบันทึกข้อมูล

1. **ผลผลิต** ชั่งน้ำหนักของใบตองโดยเก็บเกี่ยวใบตองใบที่ 1 รองจากใบเหี่ยวหรือใบยอดแล้วเลื่อยแผ่นใบทั้งสองด้านออก และชั่งน้ำหนัก

2. **คุณภาพผลผลิต** ได้แก่ ความกว้าง และสีของใบ

- **ความกว้างของใบ** โดยวัดส่วนกลางของใบของแผ่นใบทั้ง 2 ด้าน

- **สีใบ** ใช้เครื่องวัดสีระบบดิจิทัล (Color Reader) Minolta CR-400 ในระบบ Hunter Lab เป็น $L^* a^* b^*$ (Hunt, 1998) สุ่มวัดด้าน บน กลาง และปลายใบ ตลอดความยาวของใบตอง จำนวน 6 จุด โดยที่ค่า L^* คือ ค่าแสดงความสว่างของใบ (Lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า 0 = มืด และ ค่า 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

3. **ข้อมูลด้านการตลาด** โดยการหารายได้ต่อการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งต่อพื้นที่ 1 ไร่ และคำนวณต้นทุนการผลิตของวิธีทดสอบ และวิธีของเกษตรกร

4. **ข้อมูลอุตุนิมวิทยา** รวบรวมข้อมูลจากสถานีอุตุนิมวิทยา อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย แล้วเฉลี่ยเป็นรายเดือนตอนระยะเวลาที่ดำเนินการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired t-Test

สถานที่ทำการทดลอง

- แปลงเกษตรกรในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

ระยะเวลาระยะเวลาระยะเวลา ปีงบประมาณ 2561 – 2562

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลผลิต

ผลผลิตใบตองที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก วิธีทดสอบ และวิธีเกษตรกรของการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 คือ 301 และ 303 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 คือ 301 และ 297 กิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 3 คือ 293

และ 292 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 4 294 และ 302 กิโลกรัมต่อไร่ การเก็บเกี่ยวผลผลิตของวิธีทดสอบและวิธีของเกษตรกรไม่แตกต่างกันทั้ง 4 ครั้ง

เดือนที่ 1 หลังการใส่ปุ๋ย พบว่า วิธีทดสอบได้ผลผลิต 232 -377 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่วิธีเกษตรกรได้ผลผลิต 248- 376 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 46-0-0 เป็นปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตมากกว่าวิธีเกษตรกรจำนวน 5 แปลง

เดือนที่ 2 วิธีแนะนำได้ผลผลิต 224-381 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกร 251-376 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีทดสอบได้ผลผลิตมากกว่าวิธีเกษตรกรจำนวน 5 แปลง

เดือนที่ 3 พบว่า วิธีทดสอบได้ผลผลิต 223-380 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกร 248-374 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีทดสอบได้ผลผลิตมากกว่าวิธีเกษตรกรจำนวน 5 แปลง

เดือนที่ 4 วิธีทดสอบได้ผลผลิต 234-386 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกร 252-352 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีทดสอบได้ผลผลิตมากกว่าวิธีของเกษตรกรจำนวน 3 แปลง

การทดสอบทั้ง 2 วิธี ไม่พบความแตกต่างกันทั้ง 4 ครั้งของการเก็บเกี่ยว แต่ช่วงเดือนที่ 4 ผลผลิตเฉลี่ยของใบตองกล้วยตานีในวิธีการทดสอบเริ่มลดลงในเดือนที่ 3 และ 4 ขณะที่วิธีเกษตรกรให้ผลผลิตมากกว่าวิธีทดสอบในเดือนที่ 4 และมีผลผลิต 302 กิโลกรัมซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ 3 (ตาราง 1)

การเพิ่มขึ้นของผลผลิตของเกษตรกรในเดือนที่ 4 เป็นผลจากเกษตรกรให้ปุ๋ย ครั้งที่ 2 ในช่วงปลายฤดูฝน และมีปริมาณปุ๋ยที่มากกว่ากรรมวิธีทดสอบ

ตาราง 1 ผลผลิตใบตองกล้วยตานี (กก./ไร่) ของการเก็บเกี่ยวทุก 1 เดือนหลังการให้ปุ๋ย ของการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานีการ อำเภอสุวรรณคูหา จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

เกษตรกร	เวลาเก็บเกี่ยวหลังให้ปุ๋ย							
	1 เดือน		2 เดือน		3 เดือน		4 เดือน	
	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	364	290	362	285	344	274	338	308
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	353	311	341	298	322	297	351	318
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	277	252	289	262	286	254	246	254
4) นางอนัญญา พราหมม	308	344	316	335	309	321	299	317
5) นางนฤพร เข้มทอง	377	376	381	376	380	374	386	342
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	232	302	224	277	223	276	234	285
7) นางสมควร กำทอง	317	283	304	277	297	278	300	352
8) นายสำอวง บุญเรือง	238	248	241	251	231	248	251	252
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	247	319	250	313	240	303	245	291
ค่าเฉลี่ย	301	303	301	297	293	292	294	302
t- test	0.08		0.25		0.05		0.61	

2. คุณภาพผลผลิต

ความกว้างของแผ่นใบ ความกว้างของใบตองกรรมวิธีทดสอบ และกรรมวิธีเกษตรกร ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว ใบตองกล้วยตานีมีความกว้างของแผ่นใบเป็น เดือนที่ 1 28.1 และ 27.7 เซนติเมตร เดือนที่ 2 28.4 และ 29.5 เซนติเมตร เดือนที่ 3 28.2 และ 27.7 เซนติเมตร เดือนที่ 4 28.7 และ 28.5 เซนติเมตร ความกว้างของใบตองของการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกัน (ตาราง 2)

- **สีใบ** พบว่า หลังจากให้ปุ๋ย ค่า L^* หรือค่าความสว่างของผิวใบตองสดที่เก็บเกี่ยวทั้งวิธีทดสอบ และวิธีเกษตรกรมีค่า L^* ในระดับที่ใกล้เคียงกัน 33.6 และ 33.4 แสดงว่าการเก็บเกี่ยวในครั้งนี้นี้ค่าความสว่างของใบตองไม่แตกต่างกันมากนัก การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ค่า L^* อยู่ในระดับ 28.4 และ 29.5 การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ค่า L^* อยู่ในระดับ 28.2 และ 27.7 สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 ค่า L^* อยู่ในระดับ 28.7 และ 28.5 โดยทั้ง 4 ครั้ง สีของใบตองไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ค่า a^* หรือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและเขียว เพื่อดูแนวโน้มความเป็นสีเขียวของใบตอง พบว่า การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ได้ค่า a^* -9.9 และ -9.8 การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 -9.3 และ -8.9 ครั้งที่ 3 -9.2 และ -10.2 การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 4 -6.5 และ -6.0 การเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้งได้ค่า a^* ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

ค่า b^* โดยที่ถ้าค่า b^* มีค่ามากแสดงว่าใบตองเป็นสีเหลืองมาก พบว่า การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ได้ค่า b^* 11.9 และ 11.4 ครั้งที่ 2 11.0 และ 10.3 ครั้งที่ 3 11.2 และ 10.9 ครั้งที่ 4 11.0 และ 9.6 ซึ่งทุกครั้งไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5)

ผลของการวัดค่า L^* a^* และ b^* หมายถึง สีของใบตองกล้วยตานีของการเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 2 ความกว้างของใบตองกล้วยตานี ของการเก็บเกี่ยวทุก 1 เดือนหลังการให้ปุ๋ย ของการทดสอบเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานีการ อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

เกษตรกร	เวลาเก็บเกี่ยวหลังให้ปุ๋ย							
	1 เดือน		2 เดือน		3 เดือน		4 เดือน	
	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	29.8	27.4	30.1	26.9	29.1	26.9	29.7	35.6
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	29.3	28.1	29.4	27.5	28.7	27.5	28.9	27.5
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	29.4	27.6	30.7	28.9	31.2	29.1	30.6	28.2
4) นางอนัญญา พราหมขม	28.5	28.7	28.9	29.0	28.5	27.8	29.0	28.7
5) นางนฤพร เข้มทอง	29.7	29.7	30.7	30.5	30.8	30.8	33.0	29.1

6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	26.2	27.8	25.7	27.2	25.6	27.4	25.8	27.3
7) นางสมควร กำทอง	27.4	26.6	27.2	26.4	27.4	26.3	27.5	26.3
8) นายสำออง บุญเรือง	26.4	25.6	26.4	26.5	26.3	25.8	26.6	26.0
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	26.4	27.9	26.4	42.4	26.3	27.7	27.1	28.1
ค่าเฉลี่ย	28.1	27.7	28.4	29.5	28.2	27.7	28.7	28.5
t- test	0.93		0.57		1.13		0.15	

ตาราง 3 ค่า L^* ของใบตองกล้วยตานี ของการเก็บเกี่ยวทุก 1 เดือนหลังการให้ปุ๋ย ของการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานีการ อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

เกษตรกร	เวลาเก็บเกี่ยวหลังให้ปุ๋ย							
	1 เดือน		2 เดือน		3 เดือน		4 เดือน	
	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	30.3	31.3	28.4	29.4	29.7	32.4	29.9	30.3
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	29.1	29.8	28.7	29.5	28.3	29.1	27.5	29.2
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	28.9	31.1	27.5	30.1	28.0	30.3	27.3	29.6
4) นางอนัญญา พรหมชม	31.7	31.9	32.5	31.0	32.1	31.7	32.1	31.3
5) นางนฤพร เข้มทอง	26.2	27.5	25.8	25.9	26.3	26.3	27.9	26.7
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	37.5	37.0	37.5	36.7	38.2	36.3	37.7	35.5
7) นางสมควร กำทอง	36.2	37.7	35.9	36.6	36.4	37.6	36.2	37.2
8) นายสำออง บุญเรือง	41.4	42.4	40.1	42.2	40.1	41.7	39.8	41.4
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	41.4	32.1	40.1	32.2	40.1	33.4	37.6	30.7
ค่าเฉลี่ย	33.6	33.4	32.9	32.6	33.2	33.2	32.9	32.4
t- test	0.15		0.31		0.05		0.51	

ตาราง 4 ค่า a^* ของใบตองกล้วยตานี ของการเก็บเกี่ยวทุก 1 เดือนหลังการให้ปุ๋ย ของการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตใบตองกล้วยตานีการ อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

เกษตรกร	เวลาเก็บเกี่ยวหลังให้ปุ๋ย							
	1 เดือน		2 เดือน		3 เดือน		4 เดือน	
	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี	วิธี
	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	-8.0	-8.0	-5.4	-6.4	-4.0	-6.4	-6.8	-6.0
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	-5.6	-6.7	-5.7	-5.9	-6.3	-8.2	-6.1	-7.7
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	-6.5	-8.6	-6.1	-7.9	-5.4	-8.0	-5.5	7.1
4) นางอนัญญา พรหมชม	-9.1	-9.2	-8.8	-8.7	-8.7	-8.9	-8.3	-9.3
5) นางนฤพร เข้มทอง	-5.3	-6.3	-4.8	-4.9	-5.1	-13.0	-6.8	-7.8
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	-12.5	-12.7	-12.3	-11.9	-12.2	-11.4	-12.1	-11.2
7) นางสมควร กำทอง	-11.6	-12.1	-11.2	-10.7	-11.4	-11.9	-11.3	-11.8

	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร	ทดสอบ	เกษตรกร
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	3,638	2,903	3,620	2,848	3,442	2,745	3,381	3,078
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	3,527	3,108	3,412	2,978	3,225	2,970	3,505	3,181
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	2,768	2,518	2,892	2,622	2,857	2,542	2,457	2,536
4) นางอนัญญา พรหมชม	3,079	3,440	3,160	3,354	3,093	3,214	2,991	3,170
5) นางนฤพร เข้มทอง	3,767	3,761	3,811	3,758	3,799	3,745	3,859	3,418
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	2,322	3,016	2,237	2,775	2,232	2,762	2,335	2,854
7) นางสมควร กำทอง	3,171	2,828	3,044	2,768	2,973	2,783	3,005	3,522
8) นายสำออง บุญเรือง	2,382	2,483	2,413	2,509	2,315	2,485	2,512	2,519
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	2,473	3,190	2,503	3,131	2,404	3,032	2,451	2,907
ค่าเฉลี่ย	3,014	3,027	3,010	2,972	2,927	2,920	2,944	3,021

4. ข้อมูลอุตุวิทยา

ช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงตุลาคมมีฝนตกต่อเนื่อง และทิ้งช่วงตั้งแต่กลางพฤศจิกายนเป็นต้นไป ปริมาณน้ำช่วงเดือนพฤศจิกายนน้อยทำให้แปลงของเกษตรกรประสบภัยแล้งเร็ว ผลผลิตช่วยเดือนธันวาคมเริ่มมีใบไหม้มากขึ้น

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

สรุปผลการทดลอง

1. การใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยมากกว่าในช่วงเวลา 4 เดือนหลังใส่ปุ๋ย
2. รายได้ของการใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้รายได้จากการขายผลผลิตใบตองกล้วยตานีไม่ต่างกับการใส่ที่มากกว่า ในช่วงเวลา 4 เดือนหลังใส่ปุ๋ย
3. สีของใบจากการใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ที่มากกว่า

ข้อเสนอแนะ

การทดลองเรื่องปุ๋ยกล้วยตานีต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม โดยต้องเพิ่มฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพราะเป็นธาตุอาหารที่กล้วยต้องใช้ และปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของดินต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วยให้เกษตรกรใช้ป้องกันกำจัดด้วงเต่า

กินใบกล้วยที่ทำลายใบตองกล้วยตานีเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในพื้นที่การผลิตกล้วยตานีตัดใบ

2. ใช้ผลการทดลองนี้เป็นพื้นฐานของการพัฒนาวิธีการป้องกันกำจัดด้วงเต่ากินใบกล้วย

3. คำขอบคุณ :

ขอขอบคุณเกษตรกรทั้ง 9 ท่าน ของอำเภอสวรรคโลก ที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ร่วมปฏิบัติงาน รวมทั้งผู้ให้ความคำแนะนำช่วยตรวจแก้เอกสารงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทุกท่าน

4. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร 2561. สถานการณ์การปลูกพืชของสุโขทัย ปี 2560/61. สารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562. สืบค้นจาก

<http://www.agriinfo.doae.go.th/year61/plant/rortor/province/Sukhothai.pdf>

เบญจมาศศิลาชัย. 2545. กล้วย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 357 หน้า

อรณิชา สุวรรณโณ อาริรัตน์ พระเพชร สุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สอน และชัยณรงค์ จันทร์แสนต่อ. 2560. รายงานผลงาน เรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด การศึกษาการจัดการปุ๋ยและการให้น้ำที่เหมาะสมในการปลูกกล้วยตานีในเชิง พาณิชย์ . 14 หน้า.

Hunt, R.W.G. 1998. Measuring color. 3rd edn. Ellis Horwood, New York. 469 pp.

ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 รายชื่อ ที่อยู่ พิกัดแปลง และชุดดินของเกษตรกรที่ร่วมทำแปลงทดสอบ ของแปลง
ทดสอบ ตำบลคลองกระเจง อำเภอสุวรรณคโโล จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

ชื่อ	ที่อยู่	พิกัดแปลง		ชุดดิน
		X	Y	
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	52/1 หมู่ 7 ตำบลคลองกระเจง	590431	1908245	เชียงใหม่
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	58/6 หมู่ 3 ต.คลองกระเจง	592963	1908314	เชียงใหม่
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	76/1 หมู่ 6 ตำบลคลองกระเจง	589869	1905878	กำแพงเพชร
4) นางอนัญญา พรหมชม	85 หมู่ 6 ต.คลองกระเจง	588825	1906165	สุโขทัย
5) นางนฤพร เข้มทอง	17/1 หมู่ 1 ตำบลคลองกระเจง	590657	1905631	กำแพงเพชร
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	7/1 หมู่ 3 ตำบลคลองกระเจง	593232	1907231	เชียงใหม่
7) นางสมควร กำทอง	2 หมู่ 1 ต.ย่านยาว	590185	1908881	กำแพงเพชร
8) นายสำออง บุญเรือง	147/2 หมู่ 9 ตำบลคลองกระเจง	592319	1909195	ชัยนาท
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	129 หมู่ 9 ต.คลองกระเจง	593105	1909010	เชียงใหม่

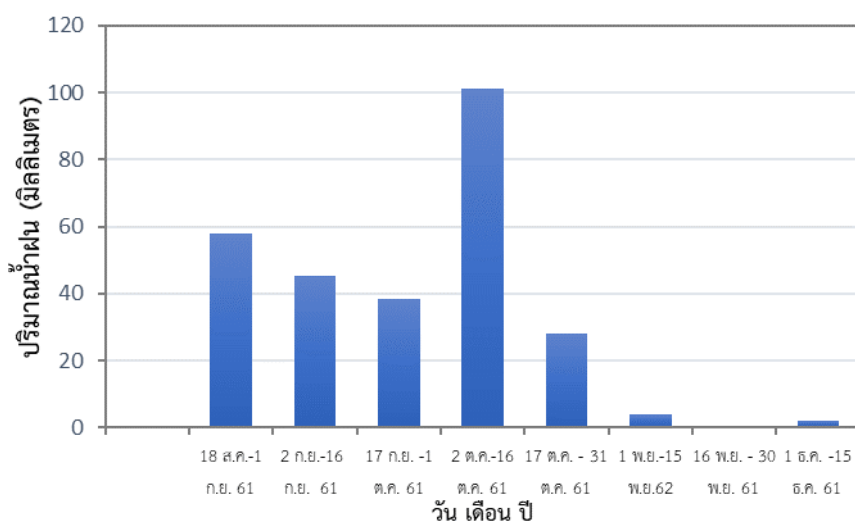
ตาราง 2 pH ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของแปลง
ทดสอบ ตำบลคลองกระเจง อำเภอสุวรรณคโโล จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

ชื่อ	pH	ธาตุอาหาร		
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	5.5	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	5.5	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	5.6	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
4) นางอนัญญา พรหมชม	6.0	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
5) นางนฤพร เข้มทอง	5.5	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	5.5	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
7) นางสมควร กำทอง	5.5	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
8) นายสำออง บุญเรือง	6.0	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	5.5	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ

ตารางที่ 3 อัตราธาตุอาหารที่ให้กับกล้วยตานี ของแปลงทดสอบ ตำบลคลองกระเจง อำเภอสวรรคโลก
จังหวัดสุโขทัย ปี 2561/2562

ชื่อ	วิธีทดสอบ (กก./ไร่)			วิธีเกษตรกร (กก./ไร่)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1) นางดวงเดือน กล้าหาญ	3.5	0	0	23	0	0
2) นางสุทัศน์ รอดมาก	3.5	0	0	23	0	0
3) นายบุญยืน อยู่เอี่ยม	3.5	0	0	23	0	0
4) นางอนัญญา พราหมชม	3.5	0	0	16	0	0
5) นางนฤพร เข้มทอง	3.5	0	0	23	0	0
6) นางมะลิวรรณ ปลุกสร้าง	3.5	0	0	23	0	0
7) นางสมควร กำทอง	3.5	0	0	23	0	0
8) นายสำออง บุญเรือง	3.5	0	0	14	0	0
9) นายวันเพ็ญ หอมจันทร์	3.5	0	0	20	0	0

ภาพผนวก 1 ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม 2561 ถึง 15 ธันวาคม 2561



การทดลองที่ 4 การยืดอายุการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

บทคัดย่อ

ใบตองหรือใบของกล้วย มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในรูปแบบของภาชนะบรรจุอาหาร งานประดิษฐ์และตกแต่ง อย่างไรก็ตาม ใบตองยังมีปัญหาในเรื่องการสูญเสียคุณภาพและความสด จึงส่งผลให้มีอายุการใช้งานสั้น ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของใบตองมีหลายปัจจัย ซึ่งฤดูกาลเก็บเกี่ยว บรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของใบตองสดได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของใบตองพันธุ์ตานี โดยในปี 2559 เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ทำโดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) มาคัดคุณภาพ ทำความสะอาด ก่อนพับเป็นทบแล้วบรรจุในตะกร้าพลาสติก หลังจากนั้น นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม และในปี 2560 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี โดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน มาคัดคุณภาพและทำความสะอาด ก่อนพับเป็นทบแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ 1) ไม่บรรจุถุง 2) บรรจุถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน (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 การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาใบตองสดมีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบ คงสภาพความสด และยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าอุณหภูมิเก็บรักษาที่สูงขึ้น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาใบตองกล้วยตานีในการทดลองนี้ คือ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วยให้เก็บรักษาใบตองสดได้นานที่สุด โดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้ การเก็บที่อุณหภูมิต่ำเกินไป (2 องศาเซลเซียส) ใบตองมีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า นอกจากนี้ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่ต่างกันส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของใบตองสดด้วยเช่นกัน 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 ที่เจาะรู

ขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยคุณภาพของใบตองสดอยู่ในสภาพยอมรับได้

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.

คำนำ

ใบตอง หรือใบของต้นกล้วยพันธุ์ตานี (*Musa balbisiana* Colla) เป็นใบตองที่มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมสำหรับการห่อหรือเป็นภาชนะใส่อาหาร งานประดิษฐ์ และงานตกแต่งต่าง ๆ เนื่องจากใบตองกล้วยตานีมีขนาดใหญ่ ทางใบยาว มีสีเขียวเข้ม เนื้อละเอียดนุ่ม ไม่เปราะ ไม่ฉีกขาดง่าย และมีความเหนียวมากกว่าใบตองจากกล้วยชนิดอื่น ๆ ทำให้ดัดแปลงเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้สะดวก (งามทิพย์ และ สุขเกษม, 2536; เอกวิทย์, 2544) การส่งออกใบตองของประเทศไทยมีทั้งในรูปแบบใบตองสดและใบตองแช่แข็ง มีการส่งออกไปยังตลาดปลายทางทั้งในยุโรป อเมริกา เอเชีย และออสเตรเลีย โดยในปี พ.ศ. 2559 มีการส่งออกใบตองประมาณ 278 ตัน ไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศในแถบเอเชีย ออสเตรเลีย แคนาดา อียิปต์ ประเทศในสหภาพยุโรป นิวซีแลนด์ สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา (กรมวิชาการเกษตร, 2560; กรมศุลกากร, 2560)

ส่วนใหญ่ ประเทศไทยส่งออกใบตองในรูปแบบใบตองแช่แข็งมากกว่าใบตองสด เนื่องจากสามารถเก็บรักษาได้นานเหมาะกับการส่งออกไปยังประเทศปลายทางที่อยู่ไกล อย่างไรก็ตาม ใบตองที่ผ่านการแช่แข็งมีข้อเสีย คือ 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±1 องศาเซลเซียส พบว่า ใบตองกล้วยพันธุ์ตานีหม้อมี

อัตราการสูญเสียให้น้ำน้อยที่สุดและมีอายุการใช้งานนานที่สุด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาใบตองตานีหม้อในการศึกษานี้อยู่ระหว่าง 5-10 องศาเซลเซียส โดยเก็บได้นาน 1-2 สัปดาห์ (พีรพงษ์ และคณะ, 2554) แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญต่ออายุการเก็บใบตองตานี นอกจากนี้ฤดูกาลที่เก็บเกี่ยวใบตอง (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว) ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาใบตองตานีด้วยเช่นเดียวกัน

การบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึก เป็นลักษณะการเก็บรักษาแบบ modified atmosphere packaging (MAP) ซึ่งถือเป็นเทคนิคการยืดอายุผลิตผลสดทั้งผลหรือผลิตผลสดที่ผ่านการตัดแต่งอีกวิธีหนึ่ง โดยเป็นการปรับสภาพบรรยากาศโดยรอบผลิตผลสด ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีองค์ประกอบของก๊าซในสัดส่วนที่เปลี่ยนแปลงไป ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลสด ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิการเก็บรักษา ซึ่งมักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขณะที่ก๊าซออกซิเจนมีความเข้มข้นต่ำลง ซึ่งสภาพบรรยากาศดัดแปลงดังกล่าวส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลิตผลสด การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสามารถชักนำให้ผลิตผลที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมทั้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางสรีรวิทยาลดลง จึงช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายได้ (จรัสแท้, 2546) นอกจากนี้ การใช้ MAP ที่มีผลต่อการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซรอบผลิตผลซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง และก๊าซออกซิเจนต่ำสามารถส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (Farber *et al.*, 2003)

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีภายใต้ฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน (ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน) เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาใบตองให้นานขึ้น

วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์

- 1) ผลิตผลสด ได้แก่ ใบตองสดจากต้นกล้วยพันธุ์ตานี ใบที่ 2-3 รองจากใบเทียน (ใบยอด)
- 2) อุปกรณ์สำหรับการบรรจุ ได้แก่ ถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (PP) ถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน (PE) กระดาษรอง ตะกร้าพลาสติกพร้อมฝา
- 3) อุปกรณ์ในการล้างและตัดแต่ง ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ ผ้าสะอาด ถาด กะละมัง กรรไกร ถุงมือ เป็นต้น
- 4) อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องวัดก๊าซ เครื่องวัดแรงดึง เป็นต้น
- 5) ห้องเย็น

- วิธีการ

1) ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

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

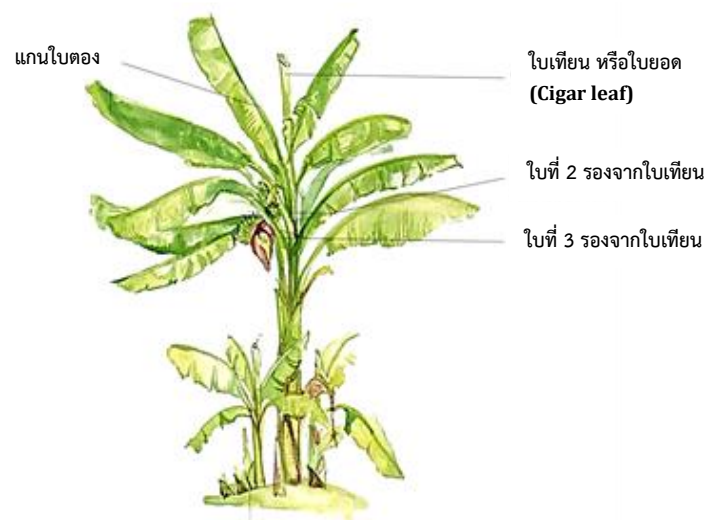
1.2 วิธีการทดลอง

1.2.1 เก็บเกี่ยวใบตองสดของกล้วยพันธุ์ตานี โดยตัดใบส่วนที่ 2-3 รองจากใบเทียนหรือใบยอด (ภาพ 1) จากสวนของเกษตรกร อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ของปี 2559 ดังแสดงในภาพ 2 คือ

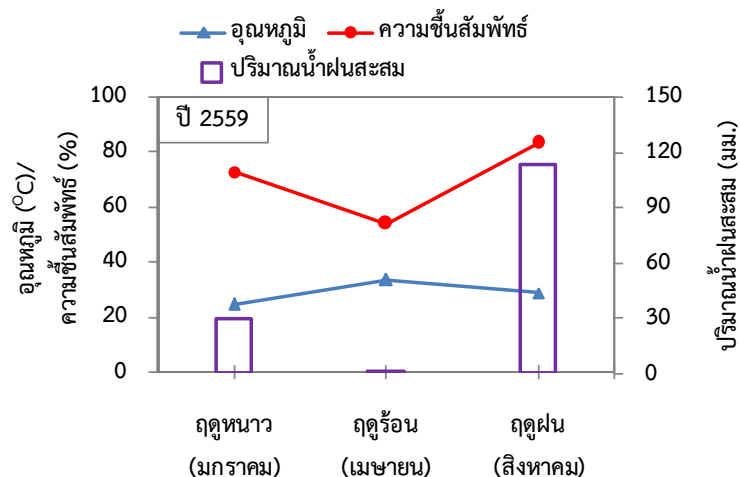
- ฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนที่เก็บเกี่ยว (มกราคม) 24.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 72.9 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ย 29.0 มิลลิเมตร

- 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



ภาพ 1 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของต้นกล้วย



ภาพ 2 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนสะสม ในเดือนที่เก็บเกี่ยวใบตองสด ของต้นกล้วยพันธุ์ตานีแต่ละฤดูกาลของปี 2559 ที่อำเภอสุวรรณคโลก จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย, 2561)

1.2.2 นำใบตองสดที่คัดคุณภาพแล้วมาทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เช็ดด้วยผ้าแห้งก่อนเรียงขอบใบตองให้มีขนาดเท่ากันแล้วพับใบเป็นสี่ทบ (ขนาดพับประมาณ 500 กรัม) แล้วบรรจุในตะกร้าพลาสติกที่มีฝาปิดก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด คือ

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) ซึ่งข้อมูลอุณหภูมิแตกต่างกันในแต่ละฤดูที่เก็บเกี่ยว

- 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: %)

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

1.3.2 ความเหนียว เป็นการทดสอบแรงดึงที่ใช้ในการดึงใบตอง โดยการใช้แรงดึงที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอดึงใบตองให้ยืดออกและขาดออกจากกันเป็นสองส่วน ทำโดยนำใบตองสดขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 100 มิลลิเมตร มายึดด้วยหัวจับระหว่างสองข้างของด้านยาว จากนั้น จึงใช้แรงในการดึงใบตองด้วยเครื่อง 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 (N.mm^{-2})

$$\text{แรงดึง (Tensile tests; } \text{N.mm}^{-2}) = \frac{\text{แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{[\text{ความหนาของใบ (มม.)} \times \text{ความกว้างของใบ (มม.)]}$$

1.3.3 การเปลี่ยนแปลงสี ใช้เครื่องวัดสีระบบดิจิตอล (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 = มืด และ ค่า 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 โดยใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน

2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

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

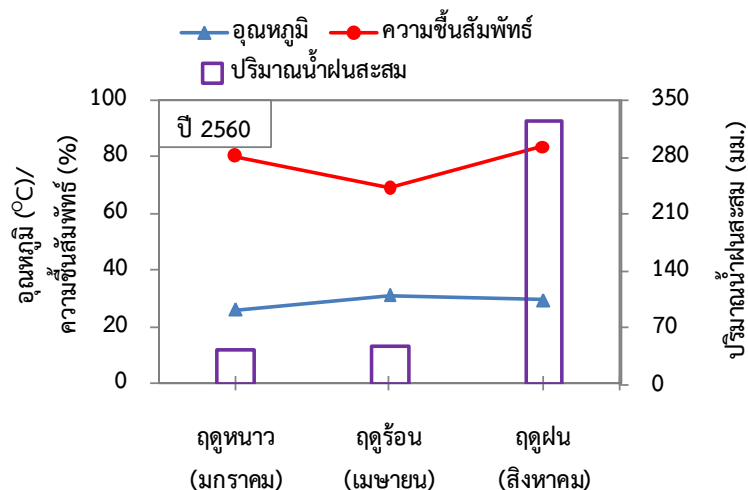
2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 เก็บเกี่ยวใบตองสดของต้นกล้วยพันธุ์ตานีจากสวนของเกษตรกร อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ของปี 2560 ดังแสดงในภาพ 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 323.1 มิลลิเมตร



ภาพ 3 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนสะสม ในช่วงที่เก็บเกี่ยวใบตองสดของ ต้นกล้วยพันธุ์ตานีแต่ละฤดูกาลของปี 2560 ที่อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย

(ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย, 2561)

2.2.2 นำใบตองสดมาทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เช็ดด้วยผ้าแห้งก่อนเรียงขอบใบตองให้มีขนาดเท่ากันแล้วพับใบเป็นสี่ทบ (ขนาดพับประมาณ 500 กรัม) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน กรรมวิธีละ 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 โดยนำใบตองสดจากแปลงเกษตรกรรมที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว 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 การบันทึกข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

2.3.1 ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายในบรรจุภัณฑ์ โดยวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณ ก๊าซรุ่น Checkmate3 O_2/CO_2 Headspace Analyser (Dansensor A/S, Denmark)

2.3.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss: %)

2.3.3 การเปลี่ยนแปลงสี อ่านค่าเป็น $L^* a^* b^*$

2.3.4 คะแนนความสด

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

ชนิดของบรรจุภัณฑ์	ความหนา (มม.)	ค่า OTR (มล./ม ² /วัน)	ค่า WVTR (กรัม/ม ² /วัน)
ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (PP)	0.030	9,963	14.8
ถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (PE)	0.028	10,353	18.6

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง - แปลงปลูกกล้วยพันธุ์ตานี อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย

- อาคารปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์:

1) ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

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

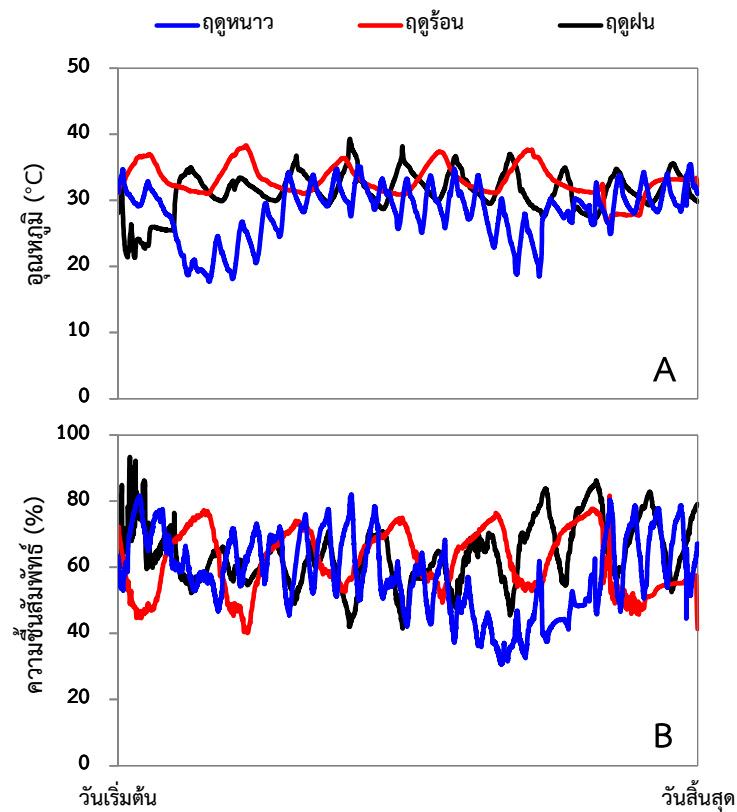
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตอง

เนื่องจากผลิตผลสดชนิดต่าง ๆ มีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหายใจ (จริงแท้, 2546) ใบตองก็เช่นเดียวกัน ยังคงมีการหายใจและการคายน้ำแม้หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ซึ่งการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ใบตองเกิดการสูญเสียน้ำหนักของตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ดังเห็นได้จากผลการทดลอง ใบตองสดในทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษามีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่นานขึ้น โดยใบตองที่เก็บเกี่ยวในทุกช่วงฤดูกาลมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำสุดในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (ภาพ 5) นั่นคือ ในฤดูหนาว ใบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 11.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 5A) ส่วนใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.7 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 17.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 5B) ขณะที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษานาน 2 วัน และเพิ่มขึ้นถึง 19.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 5C) ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส ใบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน (อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส เก็บรักษานาน 30 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เก็บรักษานาน 8 วัน) โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.0 2.5 และ 3.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 14.6 23.0 และ 13.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 5A) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.3 3.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุเก็บรักษานาน 2 วัน แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 23.6 25.4 และ 11.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 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 (ภาพ 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 (ภาพ 5) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

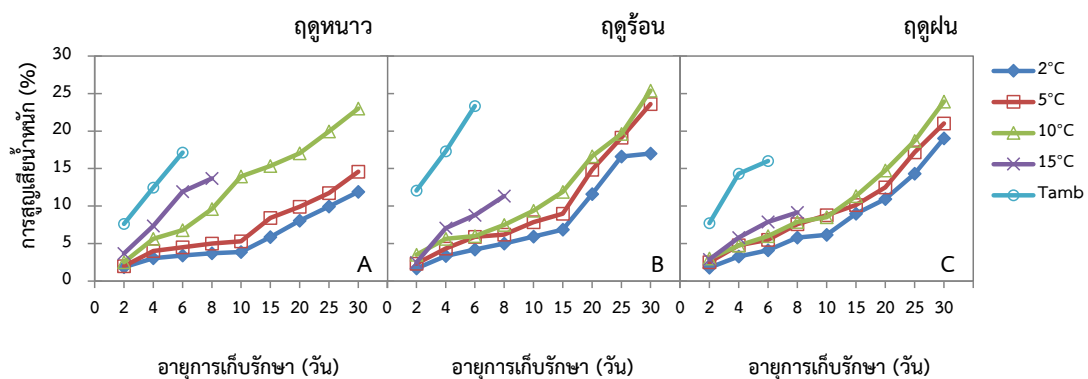
ช่วยชะลอการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ให้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการผลิตเอทิลีน เกิดช้าลงด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเหล่านี้ลดลง จึงส่งผลในการชะลอกระบวนการคายน้ำด้วย (จริงแท้, 2546) ขณะที่ผลิตผลสดที่เก็บรักษาในสภาพมีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นและทำให้กระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เซลล์จึงเกิดการเสื่อมสภาพ ผงังเซลล์มีความเปราะบางและสารต่าง 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 ในฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 61.9 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูร้อน และอุณหภูมิเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 64.0 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน) ดังเห็นในภาพ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสดได้ (Nunes, 2008) สอดคล้องกับการศึกษาการทดสอบผลของอุณหภูมิต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสดที่ผ่าน ๆ มา เช่น การเปรียบเทียบระหว่างการใช้อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิแวดล้อมในการเก็บรักษาบร็อคโคลี่สด พบว่า การเก็บรักษาในตู้แช่เย็น (อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1.4 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 7 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 12-22 องศาเซลเซียส) มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 9 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาเดียวกัน (Song and Thornalley, 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 (ภาพ 5) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ใบตองได้รับในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความเข้มแสง เป็นต้น ซึ่งจากข้อมูลในภาพ 2 และ 4 สภาพบรรยากาศในช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ (24.7 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนพอสมควร (29.0 มิลลิเมตร) ส่วนฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด (33.8 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 54 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนต่ำมาก (1.0 มิลลิเมตร) ขณะที่ช่วงฤดู

ฝนมีอุณหภูมิในสภาพบรรยากาศค่อนข้างสูง (29.1 องศาเซลเซียส) แต่มีปริมาณน้ำฝนสูง (113.8 มิลลิเมตร) จึงทำให้มีปริมาณความชื้นในอากาศสูงกว่าฤดูกาลอื่น (83.5 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่า ในสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงทั้งในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวช่วยให้ ใบตองมีคุณภาพโดยรวมดีกว่าและส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักและการเสื่อมคุณภาพช้ากว่าใบตองที่ เก็บเกี่ยวในสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เนื่องจากในสภาวะที่พืชอยู่ใน สภาพขาดน้ำหรือได้รับความร้อนสูงจะมีผลกระทบต่อการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ พืช ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อเซลล์พืชมีความร้อนสูงจากภายนอกหรือจากการหายใจของพืชเอง พืชจะมีการ ระบายความร้อนออกไปในรูปของน้ำที่กลายสภาพเป็นไอแล้วถูกดันให้เคลื่อนที่ออกจากเซลล์ทางปาก ใบ เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิภายในเซลล์ไม่ให้สูงเกินไป (จริงแท้, 2546) อย่างไรก็ตาม เมื่อใบพืชมีการ สูญเสียน้ำออกไป พืชมีการปรับตัวโดยการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำและรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ ไว้ (จริงแท้, 2546; Hsiao, 1973; Jones, 1998; Chaves *et al.*, 2002) แต่การที่ปากใบพืชปิด ทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (สารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์แสง) และก๊าซออกซิเจน (สารตั้งต้น สำหรับการหายใจ) ซึ่งมีการเข้าสู่พืชทางปากใบลดลง พืชจึงมีอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจลด ต่ำลง เป็นผลให้การพัฒนาคุณภาพของผลิตผลด้อยลง (จริงแท้, 2546; Irmak, 2016) ขณะเดียวกัน อุณหภูมิในใบพืชเพิ่มสูงขึ้น พืชที่เก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกในช่วงนี้จึงมีความร้อนสะสมอยู่ในพืช (field heat) สูง ส่งผลกระทบให้พืชมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิแวดล้อมเพราะมีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำ ซึ่งจากผลการ ทดลองในครั้งนี้ ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วเก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีการสูญเสียน้ำหนัก อย่างรวดเร็วและสูงที่สุด (ภาพ 5) เพราะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้น สัมพัทธ์ในอากาศต่ำตั้งแต่ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวจนถึงระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 2 และ 4) ส่วนการ สูญเสียน้ำหนักของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฝนมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา (ภาพ 5) ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมตั้งแต่ช่วงเวลาเก็บ เกี่ยวจนถึงระหว่างการเก็บรักษา แม้ในฤดูหนาวมีอุณหภูมิแวดล้อมที่ต่ำกว่าแต่มีความชื้นสัมพัทธ์ใน บรรยากาศที่ต่ำกว่าในฤดูฝนด้วย จึงอาจทำให้การตอบสนองของพืชต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่ได้รับส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่ไม่แตกต่างกันมาก (ภาพ 2 และ 4)



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



ภาพ 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

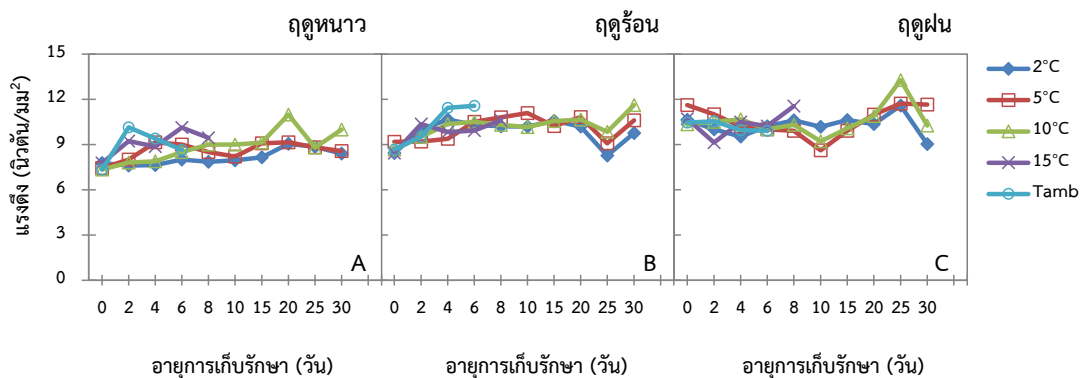
ความเหนียวของใบตอง

ในการทดสอบความเหนียวของไบตอง โดยการวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงไบตองให้ขาดออกจากกันเป็นสองส่วน หากแรงที่ใช้ดึงมีค่าสูงแสดงว่าไบตองมีความเหนียวมาก จากผลของการทดลองพบว่า ไบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว 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 ไบตองมีค่าแรงดึงสูงสุดขึ้น ๆ ลง ๆ ที่ค่าเฉลี่ย 7.4 และ 7.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา จนกระทั่งถึงอายุการเก็บรักษาที่ 20 วัน ไบตองมีค่าแรงดึงสูงถึง 9.1 และ 11.0 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ก่อนมีค่าแรงดึงลดลงในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไบตองมีค่าแรงดึงเฉลี่ย 7.8 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรก แล้วมีค่าแรงดึงสูงสุด 10.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน จากนั้น ค่าแรงดึงลดลงเป็น 9.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน สำหรับไบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีค่าแรงดึงเริ่มต้นที่ 7.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 10.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นแรงดึงลดลงจนถึงที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพ 6A) ส่วนแรงดึงสูงสุดของไบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มเช่นเดียวกับไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คือ ค่าแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาในระดับที่ขึ้น ๆ ลง ๆ ก่อนจะลดลงในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ไบตองมีแรงดึงเฉลี่ย 8.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรก แล้วเพิ่มขึ้นระหว่าง 10.0-10.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร จนเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ค่าแรงดึงลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) ไบตองสดเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแรงดึงเฉลี่ย 9.2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 11.1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังเก็บรักษานาน 10 วัน จากนั้นค่าแรงดึงเริ่มลดลงจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส แรงดึงสูงสุดเฉลี่ยของไบตองมีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ระหว่าง 8.7-11.6 และ 8.4-10.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา และที่อุณหภูมิแวดล้อม แรงดึงสูงสุดเฉลี่ยของไบตองเพิ่มขึ้นจาก 8.7 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 11.6 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร หลังการเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพ 6B) สำหรับแรงดึงสูงสุดของไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน แม้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ แต่ค่าแรงดึงในทุกอุณหภูมิค่อนข้างปรวนแปรตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.6-13.3 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบแรงดึงสูงสุดของทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ช่วงเวลาเดียวกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพ 6C)

ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้นไบตองมีแนวโน้มที่จะมีความเหนียวมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากไบตองมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาทำให้

โครงสร้างของเซลล์มีการหดตัว ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเซลล์ลดลงจึงมีการเกาะตัวกันแน่นขึ้น ใบจึงมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Hedderson *et al.* (2008) ที่พบว่า เมื่อพืชอยู่ในสภาพมีการสูญเสีย น้ำตามธรรมชาติจะมีค่าแรงดึง หรือ leaf tensile strength เพิ่มขึ้น ส่วนการที่ค่าแรงดึงสูงสุดของใบลดลงอาจเกิดจากใบต้องเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพ (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 ค่าแรงดึงสูงสุดของใบต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มของแรงดึงที่ใช้ในการดึงใบต้องต่ำกว่าพวกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ให้ช้าลง ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เกิดขึ้นช้าลงด้วย (จริงแท้, 2546)

เมื่อพิจารณาแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบให้ขาดจากกันของใบต้องที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (วันแรกของการเก็บรักษา) พบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยโดยรวมของแรงดึงใบต้องในที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนตามลำดับ (ภาพ 6) และเมื่อสังเกตค่าแรงดึงเฉลี่ยของใบต้องที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อม ใบต้องที่เก็บเกี่ยวจากแต่ละฤดูกาลมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน ใบต้องเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน จากนั้นมีค่าลดลง ขณะที่ใบที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นสูงกว่าและมีค่าสูงที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ส่วนใบที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน ค่าแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยไม่เพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา และเริ่มลดลงหลังการเก็บรักษานาน 2 วัน (ภาพ 6) แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมีผลต่อความเหนียวของใบต้อง ซึ่งเป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับมีอิทธิพลต่อโครงสร้างและองค์ประกอบทางชีวเคมีของใบต้อง สอดคล้องกับการศึกษาของ Sams (1999) ที่กล่าวว่า ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับสามารถส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของผลิตผลสดได้ นอกจากนี้ Nunes (2008) ยังรายงานว่า สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ โครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพการรับประทานของผักและผลไม้



ภาพ 6 ความเหนียว (แรงดึง) ของไบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.5 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

การเปลี่ยนแปลงสีของไบตอง

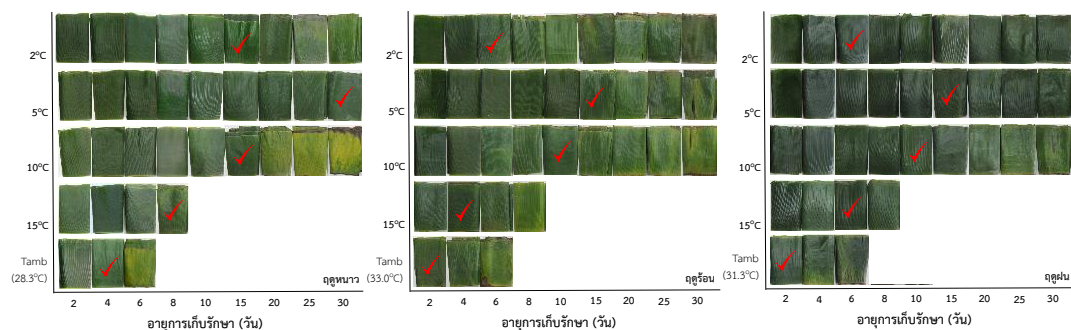
ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีของไบตองสดจากค่าวัดสี โดยอ่านเป็นค่า L^* ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสว่างของใบ ค่า a^* แสดงค่าความเป็นสีเขียวหรือสีแดงของใบ และค่า b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงินของใบ และจากการตรวจสอบจากลักษณะปรากฏของสีไบตอง (ภาพ 7) ซึ่งโดยภาพรวมไบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา (2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม) มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า L^* a^* และ b^* เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏของผิวไบตอง นั่นคือ ไบตองมีค่าความสว่างมากขึ้น ความเป็นสีเขียวลดลง และใบมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ในส่วน of ค่า L^* หรือค่าความสว่างของผิวใบ ไบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีค่า L^* ในระดับที่ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษาระหว่าง 30.6-31.6 แสดงว่าที่อุณหภูมินี้ค่าความสว่างของไบตองไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ค่า L^* มีการเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาแต่อยู่ในระดับที่ไม่สูงจากวันแรกมากนัก ค่า L^* เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 30.2 ในวันแรกเป็น 33.5 หลังการเก็บรักษานาน 30 วัน แสดงว่าไบตองมีความสว่างของใบเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* เพิ่มขึ้นชัดเจนที่สุด โดยค่า L^* เฉลี่ย 30.6 ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 34.3 หลังเก็บรักษานาน 15 วัน ก่อนจะเพิ่มสูงขึ้นอีกจนถึง 48.1 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) ซึ่งหมายถึงไบตองเก็บรักษาเป็นเวลานานที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างของใบเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ขณะที่ไบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) มีค่า L^* จาก 30.9 และ 31.4 ตามลำดับ ใน

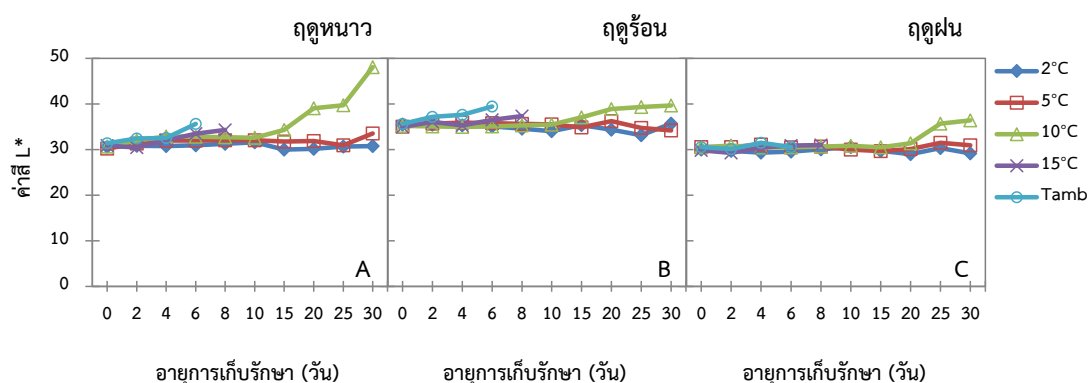
วันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 34.3 และ 35.6 หลังการเก็บรักษานาน 8 และ 6 วัน ตามลำดับ แสดงว่าใบตองมีค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้นเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า L^* ของใบตองที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่ามีการการเพิ่มขึ้นของค่า L^* รวดเร็วและชัดเจนกว่าพวกที่เก็บรักษาในช่วงเวลาเดียวกันที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพ 8A) ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของใบตอง สำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า L^* เช่นเดียวกับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คือ ใบตองสดมีค่า L^* เฉลี่ยหรือความสว่างของใบเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่าส่งผลให้ใบตองมีค่า L^* หรือค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเร็วและสูงกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าในช่วงเวลาเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* เฉลี่ยในใบตองที่ทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาจาก 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 (ภาพ 8B) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* หรือความสว่างของใบตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาในแต่ละอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่มากนัก ยกเว้นพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของค่า L^* อย่างชัดเจน โดยที่ใบตองเก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า L^* ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา 30 วัน ระหว่าง 29.0-30.0 และ 29.6-31.4 ตามลำดับ แสดงว่าใบตองมีค่าความสว่างของใบไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่ใบตองเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่า L^* เฉลี่ยจาก 30.5 ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 36.4 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นใบตองมีความสว่างเพิ่มมากขึ้น ขณะที่การเก็บรักษาใบตองสดในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส) ค่า L^* หรือความสว่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน โดยมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 29.8-31.0 และ 30.1-31.5 ตามลำดับ (ภาพ 8C) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า L^* ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน ใบตองมีแนวโน้มของค่า L^* เฉลี่ยหรือความสว่างมากกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า (ภาพ 8)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* หรือค่าความสว่างของใบตองในฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน พบว่า ใบตองเก็บเกี่ยวที่ฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่า L^* เฉลี่ยในวันแรกของการเก็บรักษาใกล้เคียงกันที่ 30.6 และ 30.3 ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า L^* เฉลี่ย 35.2 ในวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งสูงกว่าฤดูกาลอื่น ๆ (ภาพ 8) แสดงว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนมีความสว่างของใบมากกว่า โดยสังเกตได้จากลักษณะปรากฏของใบตองในภาพ 7 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนได้รับอิทธิพลของความสว่างจากสีเหลืองซึ่งเป็นสีในโทนสว่างที่กระจายอยู่บนผิวใบตองทำให้ค่าความสว่างที่วัดได้สูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝน โดยเฉพาะใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนซึ่งมีความเข้มของใบสูง

เพราะมีโทนสีของใบที่เป็นสีเขียวเข้มกว่า นอกจากนี้ การที่ใบตองเริ่มมีเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่างของใบตองเพิ่มสูงขึ้นด้วย



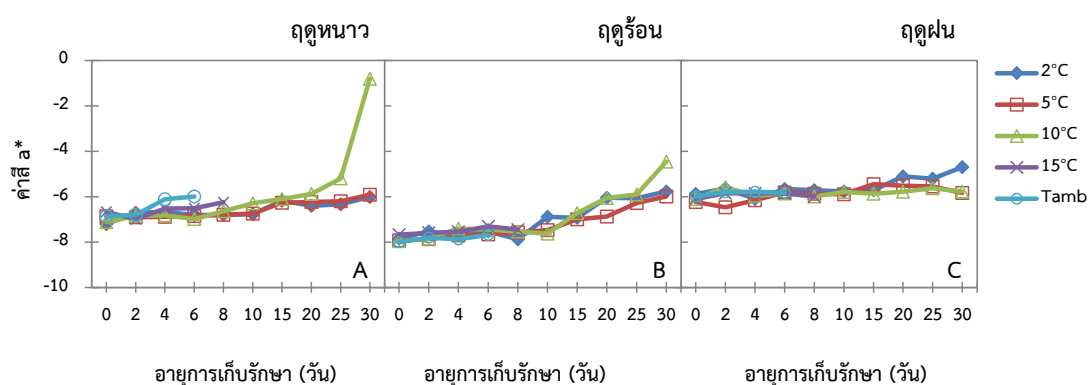
ภาพ 7 ลักษณะปรากฏของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม นาน 30 วัน



ภาพ 8 ค่าสี L^* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว 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

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) (ภาพ 9A) โดยใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* ไม่มากนัก แสดงว่า ความเป็นสีเขียวของใบลดลงแต่ไม่เด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับใบตองเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งค่า a^* มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และสีของใบมีความเป็นสีเขียวลดลงและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอย่างเห็นได้ชัด (ภาพ 7) ส่วนใบตองเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม มีค่า a^* เพิ่มขึ้นสูงกว่าใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าในช่วงเวลาเดียวกัน หมายความว่า ใบตองมีสีเขียวลดลงในระยะเวลาอันสั้นโดยที่ใบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น (ภาพ 7) แสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงขึ้น 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 (ภาพ 9B) ซึ่งหมายถึงใบตองมีค่าความเป็นสีเขียวลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น และการลดลงของสีเขียวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาใบตองในอุณหภูมิที่สูงกว่า (ภาพ 7) สำหรับใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนเมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (31.3 องศาเซลเซียส) มีการเพิ่มขึ้นของค่า a^* ในช่วงที่ทำการเก็บรักษาเช่นกัน แต่ไม่สูงมากนัก โดยมีค่า a^* เฉลี่ยจาก -6.1 ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น -4.7 -5.8 -5.8 -6.0 และ -5.8 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 9C) ซึ่งหมายความว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีการสูญเสียความเป็นสีเขียวของใบระหว่างการเก็บรักษาช้ากว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏของใบตองในภาพ 7 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ใบตองที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนมีใบสีเขียวเข้มกว่าและความเป็นสีเขียวลดลงช้ากว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและหนาว



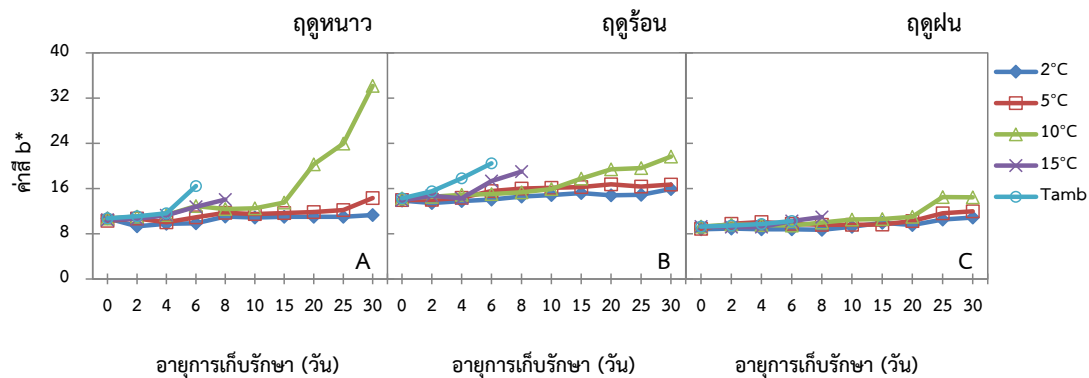
ภาพ 9 ค่าสี a^* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน

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 เมื่อใบต้องมีความเป็นสีเขียวลดลงและเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพ ใบต้องจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงขณะที่ปริมาณ 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 แต่เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏในภาพ 7 ใบต้องมีสีเขียวเข้มกว่าใบที่เก็บเกี่ยวจากฤดูร้อนและฤดูหนาว ทั้งนี้ การที่ค่า a^* ที่อ่านค่าได้มีค่าไม่สอดคล้องกับลักษณะปรากฏที่เห็นอาจเป็นเพราะในฤดูฝนพืชได้รับน้ำและแสงแดดอย่างเต็มที่ จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี ใบมีความสมบูรณ์ และสามารถสังเคราะห์แสงได้มาก เนื่องจากคลอโรฟิลล์สามารถดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้สูง และเมื่อพืชมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงจึงมีการดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดงแล้วสะท้อนคลื่นแสงสีเขียวออกมาทำให้มองเห็นใบพืชเป็นสีเขียวชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม การที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มาก พืชจึงมีปริมาณน้ำตาลที่เป็นผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงมากขึ้นด้วย เมื่อพืชมีการสะสมของปริมาณน้ำตาลสูง ส่งผลให้เซลล์พืชมีการผลิตสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน และม่วงแดง เพิ่มขึ้นและสะสมอยู่ร่วมกับสารคลอโรฟิลล์ (Alkema and Seager, 1982) ดังนั้น เมื่อทำการวัดสีและอ่านออกมาเป็นค่าสี a^* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกได้ทั้งความเป็นสีเขียวและสีแดง ใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนจึงมีค่า a^* สูงกว่าใบต้องที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลอื่น แม้ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่าเมื่อมองด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ การที่ใบต้องเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีค่าสีเขียวน้อยกว่าใบต้องเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน อาจเกิดจากการที่พืชผลิตสารคลอโรฟิลล์ได้น้อยลงเพราะมีการสังเคราะห์แสงลดลงในสภาพมีปริมาณและความเข้มแสงต่ำ ผิวใบต้องจึงสะท้อนสีเขียวออกมาได้น้อยกว่าใบต้องที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ (Alkema and Seager, 1982)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี b^* หรือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของใบต้อง โดยที่ถ้าค่า b^* เพิ่มขึ้นแสดงว่าใบต้องมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองพบว่า ใบต้องที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลมีแนวโน้มของค่าสี b^* เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นในทุกอุณหภูมิที่

เก็บรักษา แต่การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าส่งผลให้ไบตองเกิดการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า (ภาพ 7 และ 10) โดยไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว มีค่า b^* เฉลี่ย 10.6 ในวันเริ่มต้นการเก็บรักษา จากนั้นเพิ่มสูงขึ้นเป็น 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) (ภาพ 10A) ทั้งนี้ การเก็บรักษาไบตองที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ค่า b^* มีการเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แสดงว่าไบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาแต่ไม่เด่นชัด ขณะที่การเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่า b^* เพิ่มขึ้นมากอย่างชัดเจนที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน โดยเฉพาะตั้งแต่ที่อายุการเก็บรักษานาน 20 วัน ค่า b^* ของไบตองเก็บที่ 10 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองได้ชัดเจนจากลักษณะปรากฏของไบตองดังภาพ 7 ส่วนการเก็บรักษาไบตองที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม ค่า b^* เพิ่มขึ้นมากกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน โดยเฉพาะไบตองเก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อม มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษานานเพียง 6 วัน (ภาพ 7) ในกรณีของไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน ค่า b^* เฉลี่ยในวันเริ่มต้น คือ 14.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่าไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว หมายความว่า สีของไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว 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 (ภาพ 10B) นั่นคือ ไบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นเช่นเดียวกันกับไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว อีกทั้งค่าความเป็นสีเหลืองยังเพิ่มขึ้นมากกว่าและเร็วกว่าเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบโดยภาพรวมในการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของไบตองจากลักษณะปรากฏ ไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของไบเร็วกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ยกเว้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเด่นชัดมากกว่า (ภาพ 7) ส่วนการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในระหว่างการเก็บรักษาของไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน พบว่า ค่า b^* เฉลี่ยของไบตองเท่ากับ 9.1 ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ (ภาพ 10C) แสดงว่า ไบตองที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝนมีค่าความเป็นสีเหลืองต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏจะเห็นได้ว่าไบตองมีสีเขียวเข้มมากที่สุด (ภาพ 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 ซึ่งหมายถึงไบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา และการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเกิดขึ้นเร็วกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่สูงกว่าเช่นเดียวกับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ แต่ค่า b^* มีการเพิ่มขึ้นไม่สูงมาก แสดงว่าไบตองมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองไม่มากนัก

ซึ่งเห็นได้จากลักษณะปรากฏของใบตองในภาพ 7 ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนยังคงมีสีใบเป็นสีเขียวเข้มและสีใบมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงสีใบเห็นได้ชัดเจนในพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิสูง



ภาพ 10 ค่าสี b^* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว 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

การที่ใบตองอยู่ในสภาวะที่มีการย่อยสลายคลอโรฟิลล์เมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ ส่งผลให้รงควัตถุสีเขียวมีการเปลี่ยนแปลงสีจนสุดท้ายอยู่ในรูปสารที่ไม่มีสี ซึ่งในระหว่างขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาการรับอิเล็กตรอนของ red chlorophyll catabolite (RCC) ที่มีสีแดงไปเป็นสารไม่มีสี (primary fluorescent chlorophyll catabolites; pFCC) มีผลิตภัณฑ์ที่ให้สารสีเหลืองเกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ ในช่วงการเสื่อมสภาพของเซลล์พืช 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) ส่วนการที่ใบตองเก็บเกี่ยวจากฤดูกาลที่ต่างกัน แล้วส่งผลให้ใบมีความเป็นสีเหลืองหรือการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพต่างกันนั้น อาจเกิดจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหาร ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกันเพราะพืชเกิดการปรับตัวเพื่อรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ไว้ พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏ สีของใบ และคุณภาพในช่วงการเจริญเติบโต ระหว่างการเก็บ

เกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา และการเกิดระยะชราภาพแตกต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016) โดยเห็นได้ชัดเจนจากการที่ใบตองซึ่งเก็บรักษาในอุณหภูมิที่สูงกว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีจากเขียวเป็นสีเหลืองเร็วและชัดเจนกว่าพวกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ ฟิร์พงษ์ และคณะ (2554) ที่พบว่า การย่อยสลายของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นในสภาพมีอุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

อย่างไรก็ตาม แม้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอคุณภาพความสดและการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบตองได้ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไปก็ส่งผลต่อคุณภาพของใบตอง โดยในการทดลองครั้งนี้ พบว่า การเก็บรักษาใบตองสดที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ไม่ช่วยในการคงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น เพราะพบการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากบริเวณปลายใบเข้ามาที่กลางใบทั้งด้านหน้าและด้านหลังของใบตอง จึงทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ (ภาพ 11) ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลบนใบตองนี้อาจเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืชในสภาพได้รับอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง (อุณหภูมิระหว่าง 1-10 องศาเซลเซียส) หรือที่เรียกว่า “อาการสะท้อนหนาว” (chilling injury: CI) ซึ่งส่งผลให้พืชเกิดการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็วกว่าปกติ โดยที่สาเหตุหรือธรรมชาติของการเกิด CI มีหลายสมมติฐานแต่สามารถสรุปได้ว่า เยื่อหุ้มเซลล์เป็นส่วนแรกของเซลล์พืชที่ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสความเย็น โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงของชั้นไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ (สังเกตได้จากการที่เซลล์มีปริมาณ phospholipids สูง) ทำให้เซลล์สูญเสียความสมบูรณ์และถูกทำลายจากการที่มีระดับของพลังงาน (ATP) ต่ำ กระบวนการเผาผลาญอาหารเสียความสมดุล เกิดการรั่วซึมของเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งทำให้สารซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้น จึงก่อให้เกิดความผิดปกติทางสรีระและส่งผลรบกวนกิจกรรมของเอนไซม์บนเยื่อหุ้มเซลล์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้พืชไม่สามารถรักษาระดับของปริมาณแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการรักษาโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่ออื่น ๆ ในเซลล์ให้มีความสมบูรณ์ จึงส่งผลให้พืชแสดงอาการผิดปกติออกมา และหากพืชอยู่ในสภาพนี้เป็นเวลานานเซลล์พืชจะเสื่อมสภาพและตายในที่สุด (จริงแท้, 2546; Raison *et al.*, 1971; Lyons, 1973; Parkin *et al.*, 1989; Jouyban *et al.*, 2013) โดยอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้มีความแตกต่างกันไปตามแต่นชนิดของพืช เช่น เกิดรอยแผล มีอาการฉ่ำน้ำ เปลือกหรือเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ เกิดการเหี่ยวแห้ง เกิดรอยแตกภายในเซลล์ หรือเกิดการเน่าเสีย ซึ่งความรุนแรงของอาการที่พบขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่สัมผัสอุณหภูมิต่ำ (Hardenburg *et al.*, 1986; Saltveit and Morris, 1990; Skog, 1998) สำหรับอาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบนผิวใบตองที่เกิดขึ้นนี้น่าจะเป็นอาการที่เกิดขึ้นรอบท่อน้ำ ท่ออาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงสีเกิดจากการที่พืชเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์บางตัวเพื่อใช้ป้องกันความเสียหายต่อเซลล์ เช่น เปอร์ออกซิเดส (peroxidase: POD) พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase: PPO) คะตาเลส (catalase: CAT) ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารประกอบที่อยู่ในเซลล์จนกลายเป็นสีน้ำตาลเกิดขึ้นมา (El-hilali *et al.*, 2003) ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลบนใบตองนี้ส่งผลให้ใบตองมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับแม้ใบจะยังคงมีความสดและยังคงมีความเป็นสีเขียวอยู่ก็ตาม โดยเฉพาะใบตองสดที่เก็บ

เกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนมีการเกิดสีน้ำตาลเร็วและรุนแรงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ขณะที่การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ แสดงว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาใบตองสด ทั้งนี้เพราะใบตองซึ่งเป็นใบของต้นกล้วยที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชเขตร้อน เป็นพืชที่มีความไวต่อการสัมผัสอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจึงเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ง่าย (Nguyen *et al.*, 2004) เช่นเดียวกับในพืชเขตร้อนชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ผลมะเขือเทศ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการสะท้อนหนาว (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) ใบโหระพาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า จะแสดงอาการสะท้อนหนาวทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้เกินกว่า 3 วัน (Lange and Cameron, 1994)



ภาพ 11 การเกิดอาการสีน้ำตาลบนผิวใบของใบตองพันธุ์ตานี หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส

คะแนนความสดของใบตอง

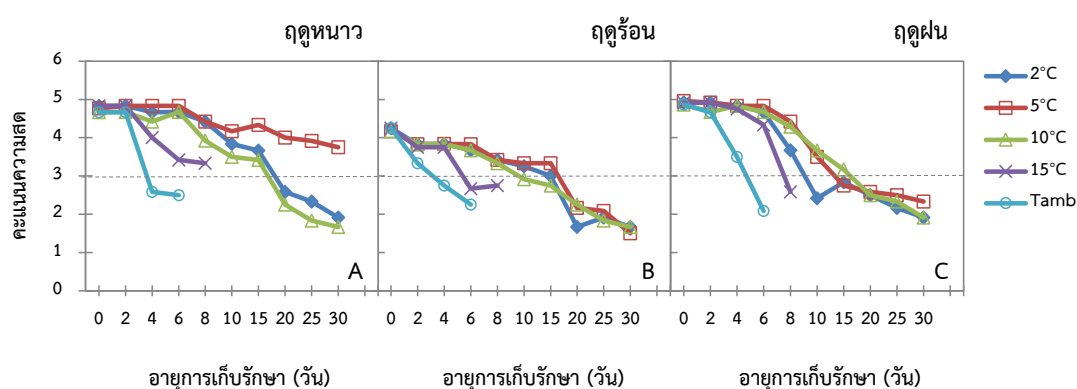
เนื่องจากลักษณะปรากฏหรือรูปลักษณะภายนอกที่แสดงออกมาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค สำหรับใบตองสด การพิจารณาคุณภาพการเก็บรักษาจากคะแนนความสดเป็นเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เพื่อประเมินคุณภาพโดยรวมของใบ ซึ่งผลการทดลองพบว่าคะแนนความสดของใบตองเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ที่เก็บรักษาในทุกอุณหภูมิ (2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม) ลดลงจากวันแรกถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แต่การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาช่วยชะลอการเหี่ยวแห้งของใบตองสดได้ดีกว่าการเก็บในที่อุณหภูมิสูงกว่าเมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนความสดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อม คะแนนความสดของใบตองลดลง

อย่างรวดเร็วและมีคะแนนต่ำกว่า 3 คะแนน หลังการเก็บรักษาเพียง 2 วัน (คุณภาพของใบตองไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดต่ำกว่า 3 คะแนน)

โดยเมื่อพิจารณาจากใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว คะแนนความสดของใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นการใช้อุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลกระทบต่อคุณภาพความสดของใบตอง เพราะมีคะแนนความสดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่หลังการเก็บรักษานาน 2 วัน ใบตองสดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแวดล้อมมีคะแนนความสดลดลงอย่างรวดเร็วเหลือค่าเฉลี่ย 2.6 คะแนน หลังการเก็บรักษานาน 4 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในอุณหภูมิอื่น ๆ มีค่าคะแนนความสดใกล้เคียงกันระหว่าง 4.0-4.8 คะแนน ส่วนที่อายุการเก็บรักษานาน 6 และ 8 วัน ใบตองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดลดลงเหลือ 3.4 และ 3.3 คะแนน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 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 คะแนน ตามลำดับ ขณะที่ใบตองเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ยังคงมีความสดเป็นที่ยอมรับตลอดอายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 12A) สำหรับคุณภาพความสดของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน คะแนนความสดมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว โดยที่คะแนนความสดของใบมีค่าเฉลี่ย 4.3 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นระดับคะแนนลดลงตามลำดับ ในทุกอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 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 (ภาพ 12B) ในกรณีของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนก็เช่นเดียวกับฤดูกาลอื่น ๆ คือ คะแนนความสดลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดช่วงอายุการเก็บจนถึงอายุการเก็บรักษานาน 10 วัน ใบตองเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส มีคะแนนความสดลดลงต่ำกว่า

3 คะแนน ขณะที่ใบตองที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่า 3 คะแนน เมื่อเก็บรักษานาน 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 (ภาพ 12C)

เมื่อพิจารณาจากฤดูกาลการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน พบว่า มีผลต่อคะแนนความสดของใบ โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคะแนนความสดโดยรวมในวันแรกของการเก็บรักษา คือ 4.3 คะแนน มีค่าต่ำกว่าคะแนนความสดของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฤดูร้อนที่มีคะแนนเฉลี่ย 4.8 และ 4.9 คะแนน ตามลำดับ และในระหว่างการเก็บรักษา ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีแนวโน้มการสูญเสียความสดเร็วกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีแนวโน้มการสูญเสียความสดช้าที่สุด (ภาพ 12) แสดงว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคุณภาพของใบตองในวันแรกที่เก็บเกี่ยวต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะปรากฏของใบตอง (ภาพ 7) ค่า a^* (ภาพ 9) และค่า b^* (ภาพ 10) ที่เป็นตัวบอกความเป็นสีเขียวและเหลืองของใบ โดยที่ผิวของใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีสีเขียวอ่อนกว่าและมีสีเหลืองสูงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ โดยเฉพาะส่วนปลายใบ ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มความสดสูงกว่าเนื่องจากใบมีสีเขียวเข้มซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของใบ สอดคล้องกับ Sams (1999) และ Nunes (2008) ที่รายงานว่า สภาพแวดล้อมหรือปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อโครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมีและชีวเคมี ลักษณะปรากฏ และคุณภาพโดยรวมของพืช

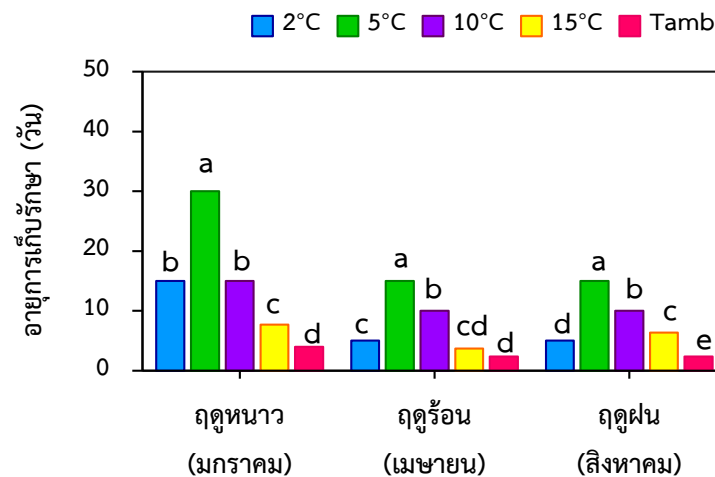


ภาพ 12 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) นาน 30 วัน (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)

อายุการเก็บรักษา

การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาใบตองสดช่วยให้สามารถเก็บได้นานขึ้น โดยช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนสีของใบจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและรักษาคุณภาพความสดได้ดี อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาใบตองที่อุณหภูมิต่ำเกินไป คือ 2 องศาเซลเซียส ไม่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานที่สุดได้ เนื่องจากพบการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบนผิวของใบตอง (ภาพ 11) ซึ่งน่าจะเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืชเนื่องจากการได้รับอุณหภูมิต่ำ (อาการสะท้อนหนาว) จึงทำให้คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใบตองไม่แสดงอาการผิดปกตินี้จึงทำให้มีคุณภาพดีกว่าและมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 30 วัน ขณะที่ช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนเก็บรักษาได้เท่ากันที่ 15 วัน นอกจากนี้ ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม ได้นาน 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 (ภาพ 7 และ 13) ทั้งนี้อาจเนื่องจากใบตองมีคุณภาพต่ำตั้งแต่ก่อนเก็บเกี่ยว โดยที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนค่อนข้างมีสีเขียวอ่อนและไม่สม่ำเสมอ มีสีอมเหลือง ขอบใบมีสีน้ำตาลเข้ม และค่อนข้างแห้ง ซึ่งอาจเกิดจากการได้รับแสงแดดที่มีความเข้มข้นและปริมาณสูงเป็นเวลานาน จึงส่งผลให้ใบพืชอยู่ในสภาพได้รับความร้อนสูงจึงสูญเสียความชื้นได้ง่าย และส่งผลกระทบต่อการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเผาผลาญอาหาร เป็นต้น ทำให้การพัฒนาคุณภาพของผลิตผลด้อยลง (จริงแท้, 2546; Irmak, 2016) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน ใบมีสีเขียวเข้มและค่อนข้างสมบูรณ์ในช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยว เพราะใบได้รับน้ำและแสงแดดเพียงพอสำหรับการสร้างอาหารและสะสมพลังงาน อย่างไรก็ตาม ในฤดูฝนมีปัญหาในเรื่องการได้รับปริมาณน้ำที่มากเกินไป อาจทำให้ในเซลล์พืชมีการสะสมของน้ำค่อนข้างสูง ใบจึงมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาได้มากขึ้น อีกทั้งมีการเกิดสีน้ำตาลกระจายบนผิวใบซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ที่ทำงานได้ดีเมื่อสัมผัสกับออกซิเจน (มีมากในโมเลกุลของน้ำ) โดยพบว่าปริมาณสูงในช่วงฤดูฝน (Sofa *et al.*, 2004; Thakur and Kapila, 2017) นอกจากนี้ ใบตองในฤดูฝนยังมีปัญหาความเสียหายจากการถูกกระแทกของแรงน้ำฝน ทำให้ใบเกิดเป็นรอยแผลหรือฉีกขาด รวมทั้งยังมีการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ง่ายอีกด้วย จึงทำให้ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีแนวโน้มของคุณภาพดีกว่าและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ ดังเช่นที่ Sams (1999) และ Nunes (2008) ได้รายงานไว้ว่า สภาพแวดล้อมทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน ธาตุอาหารที่พืชได้รับ อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ เป็นต้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ โครงสร้าง ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพของผลิตผลสด ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ยัง

สอดคล้องกับการศึกษาของพีรพงษ์ และคณะ (2554) ที่พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา ใบตองตานีหม้ออยู่ระหว่าง 5-10 องศาเซลเซียส โดยเก็บได้นานเป็นเวลา 3-4 สัปดาห์



ภาพ 13 อายุการเก็บรักษาของใบตองสดพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม (28.3 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาว 33.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน และ 31.3 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน) [ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแผนภูมิในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT]

2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี

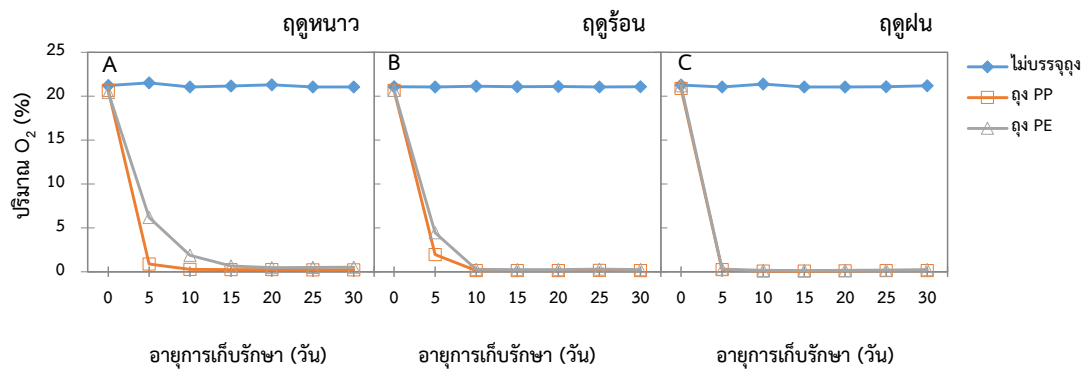
จากการเก็บรักษาใบตองสดของกล้วยพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ พบว่า

ปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์

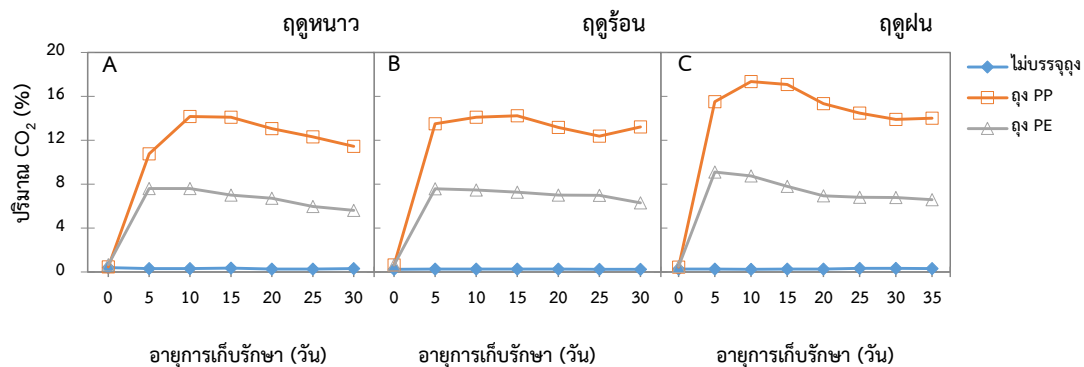
จากการตรวจสอบปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุใบตองสดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ในบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิโพรไพลีน (PP) และพอลิเอทิลีน (PE) มีปริมาณ O_2 ลดลง และปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้น ตลอดอายุการเก็บรักษาของใบตองในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ 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 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรกของการทดลอง เป็น 0.2 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 14A) ส่วนไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ O_2 ในถุง PP และ PE ลดลงจาก 20.7 และ 20.7 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรก เป็น 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้าย (ภาพ 14B) และไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ O_2 ลดลงจาก 20.9 และ 21.2 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรก เป็น 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย (ภาพ 14C) ขณะที่ปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ของไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวมีการเพิ่มขึ้นจาก 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 11.4 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 15A) ส่วนบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ของไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ CO_2 จาก 0.63 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรก เพิ่มขึ้นเป็น 13.2 และ 6.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย (ภาพ 15B) และไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นจาก 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในวันแรก เป็น 13.9 และ 6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 15C)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุไบตองสดมีผลทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์แบบ 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) ซึ่งสัดส่วนของก๊าซในระดับคงที่นี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่มีสมบัติ เช่น ความหนา ค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ O_2 (OTR) ที่ต่างกัน รวมทั้งอิทธิพลจากอัตราการหายใจของผลิตผลสด และสภาพแวดล้อมภายนอก ทำให้เกิดสภาพให้ซึมผ่านได้ (permeability) ของบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันด้วย (Zagory and Kader, 1988; Fonseca *et al.*, 2002) โดยในการทดลองครั้งนี้ ถุง PP มีค่า OTR เท่ากับ 9,963 มิลลิลิตรต่อตารางมิลลิเมตรต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าถุง PE ที่มีค่า OTR เท่ากับ 10,353 มิลลิลิตรต่อตารางมิลลิเมตรต่อวัน (ตาราง 1) จึงส่งผลให้ปริมาณ O_2 ลดลงต่ำกว่าและมีการสะสมของปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าถุง PE ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพ 14 และ 15)



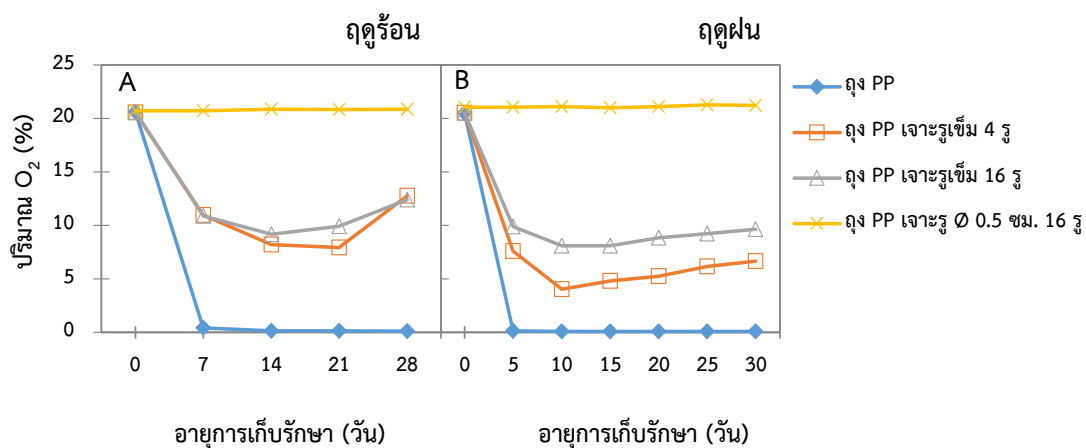
ภาพ 14 ก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



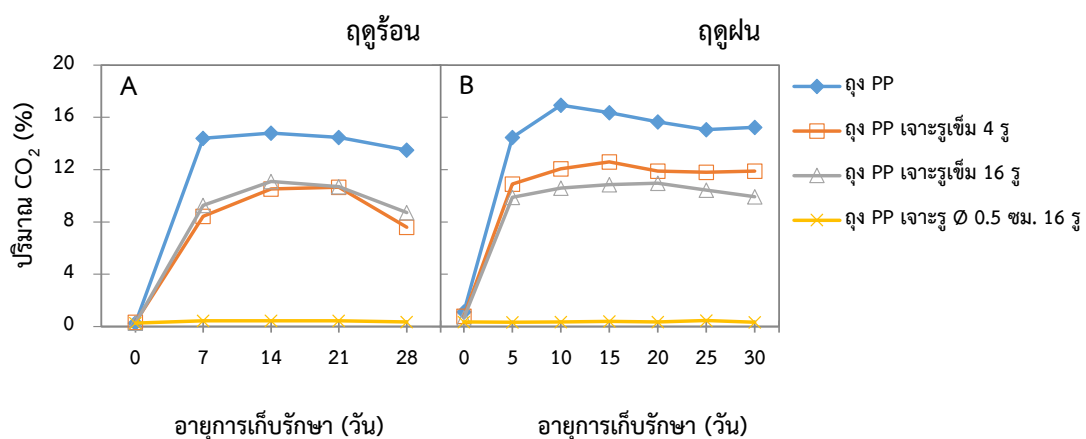
ภาพ 15 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ที่บรรจุใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

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 เพื่อปรับสภาพภายในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นพบว่า ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนมีการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่ไม่เจาะรูจาก 20.6 และ 20.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 0.4 และ 0.1 หลังเก็บรักษานาน 5 วัน จากนั้น มีปริมาณลดลงและคงที่อยู่ในระดับเดียวกันจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาที่ค่าเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 16) ส่วนปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ที่มีการเจาะ

รู คือ ถัง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถัง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถัง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีความแตกต่างจากถัง PP ที่ไม่เจาะรูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนแล้วบรรจุในถัง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู และถัง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู มีปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ลดลงในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ไม่แตกต่างกันทางสถิติ) จากปริมาณเฉลี่ย 20.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกเป็น 12.8 และ 12.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (28 วัน) (ภาพ 16A) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ O_2 ลดลงจากวันแรก 20.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6.7 และ 9.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (30 วัน) (ภาพ 16B) สำหรับใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วบรรจุภัณฑ์ถัง PP ที่เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ไม่แตกต่างจากการไม่บรรจุถัง โดยมีปริมาณ O_2 เฉลี่ยอยู่ที่ 20.8 และ 21.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพ 16) ในขณะเดียวกัน ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน มีปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อบรรจุในถัง PP ที่ไม่มีการเจาะรู โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.3 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษาเป็น 13.5 และ 15.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 17) ส่วนบรรจุภัณฑ์ถัง 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 (ภาพ 17A) และมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 0.8 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันแรก เป็น 11.9 และ 9.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวันสุดท้าย สำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวฤดูฝน (ภาพ 17B) ส่วนการบรรจุใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนในบรรจุภัณฑ์ถัง PP ที่เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู มีปริมาณ CO_2 เช่นเดียวกับการไม่บรรจุถังที่ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 17) ซึ่งจะเห็นได้ว่า การนำบรรจุภัณฑ์มาเจาะรูด้วยขนาดและจำนวนที่แตกต่างกันส่งผลให้มีสัดส่วนของปริมาณ O_2 และ CO_2 ที่ผ่านเข้าออกภายในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันไปและทำให้บรรจุภัณฑ์นั้น ๆ มีสภาพบรรยากาศเปลี่ยนแปลงในอีกสถานะหนึ่ง



ภาพ 16 ก๊าซออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

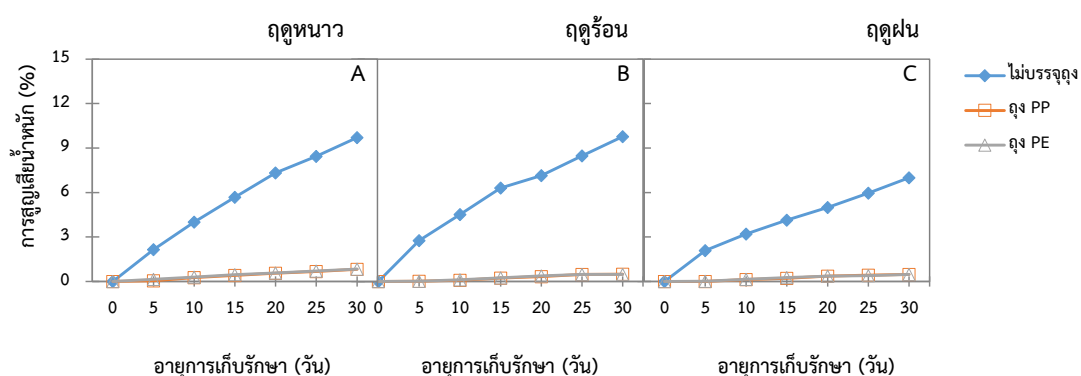


ภาพ 17 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตอง

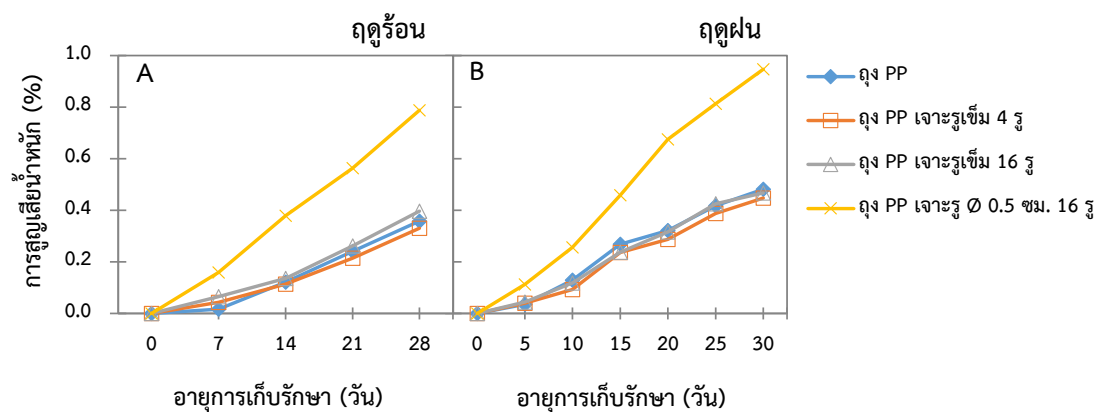
การสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในทุกช่วงฤดูกาล ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองสดที่ไม่บรรจุถุงมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่าพวกที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE ตลอดอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพ 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

(ภาพ 18A) ส่วนใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 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 (ภาพ 18B) และใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 2.09 0.01 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังเก็บรักษานาน 5 วัน และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 7.01 0.48 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 18C) แสดงให้เห็นว่า ใบตองสดมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และการบรรจุใบตองสดในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของใบตองสดได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึกทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหายใจและการคายน้ำภายในพื้นที่จำกัด ซึ่งสถานะที่เกิดขึ้นนี้อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหายใจลดลงจากปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ลดต่ำลง และส่งผลต่อเนื่องให้พืชมีการคายน้ำลดลงด้วย นอกจากนี้ ผลจากสมบัติของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ความหนา ค่า OTR ค่าการซึมผ่านของไอน้ำ (WVTR) (ตาราง 1) เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดการสะสมของไอน้ำที่ยังไม่ถูกดันออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ปริมาณการสูญเสียน้ำหนักและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จึงลดต่ำลง (จริงแท้, 2546; Kader 1992) และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อการสูญเสียน้ำหนักของใบตองสด พบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มการเกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาต่ำกว่าใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลอื่น ๆ เล็กน้อย (ภาพ 18) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ใบตองได้รับในช่วงเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน (ภาพ 3) ซึ่งในฤดูฝนใบตองมีการสะสมของน้ำอยู่ภายในเซลล์พืชจากการได้รับน้ำฝนในปริมาณสูง จึงส่งผลให้มีการสูญเสียปริมาณน้ำและน้ำหนักน้อยกว่าในช่วงระหว่างการเก็บรักษา



ภาพ 18 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง 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 (ภาพ 19) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนที่บรรจุในถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู และถุง 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 (ภาพ 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 เปอร์เซ็นต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 19B) แสดงให้เห็นว่าการปรับแต่งบรรจุภัณฑ์โดยการเจาะรูที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ส่งผลให้ผลผลิตสดมีการสูญเสียน้ำมากกว่าพวกที่ไม่เจาะรูหรือเจาะรูขนาดเล็ก เนื่องด้วยสมบัติของตัวบรรจุภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงบรรจุภัณฑ์มีช่องทางที่อากาศสามารถไหลเวียนระหว่างภายในและภายนอกได้สะดวก อากาศโดยรอบผลผลิตสดที่มีไอน้ำอึดตัวอยู่ในลักษณะของ diffusion shell สูญเสียออกไปพร้อมกับอากาศที่ไหลออกไปภายนอกบรรจุภัณฑ์ อากาศรอบผลผลิตสดจึงมีปริมาณความชื้นต่ำลงทำให้น้ำระเหยออกจากผลผลิตสดและเกิดการสูญเสียน้ำหนัก (दनัย, 2556) ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่มีรูขนาดใหญ่จะมีการผ่านของปริมาณน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ออกสู่บรรยากาศภายนอกได้มากขึ้นการสูญเสียน้ำหนักจึงเกิดขึ้นสูงกว่า อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่สูญเสียไปนี้ยังต่ำกว่าการเก็บรักษาใบตองสดแบบไม่บรรจุถุงอย่างชัดเจน

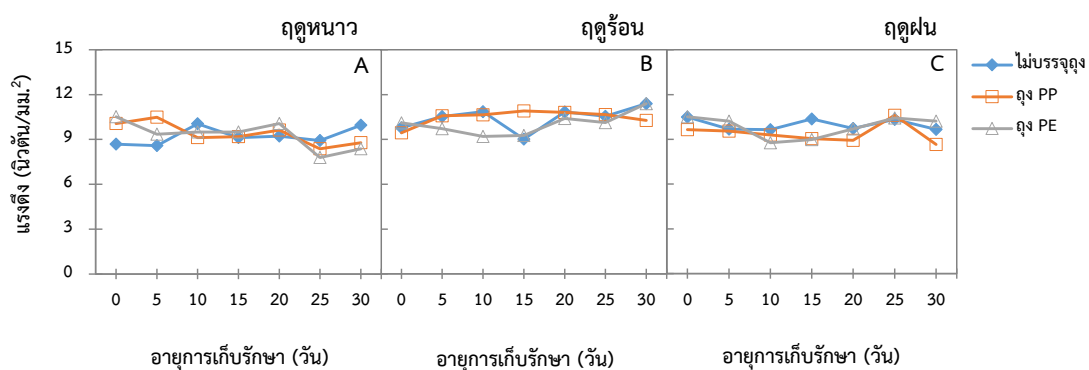


ภาพ 19 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

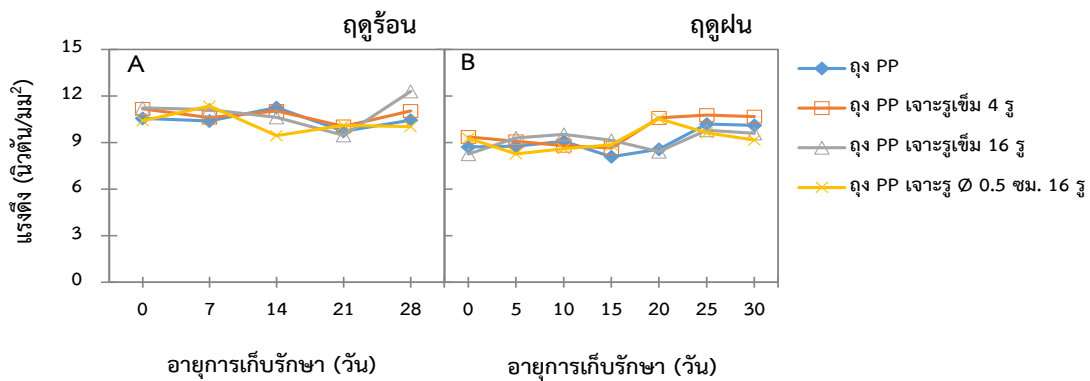
ความเหนียวของใบตอง

ในการวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบตองให้ขาดออกจากกันเป็นสองส่วนเพื่อทดสอบความเหนียวของใบตองมีผลการทดลอง คือ เมื่อพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ใบตองสดเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุงไม่มีความแตกต่างกันของค่าแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่ไม่บรรจุถุงบรรจุถุง PP และถุง PE มีค่าแรงดึงเฉลี่ยระหว่าง 8.6-10.0 8.3-10.5 และ 7.8-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพ 20A) ส่วนใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่าแรงดึงเฉลี่ยขึ้นลงอยู่ระหว่าง 9.0-11.4 9.4-10.7 และ 9.2-11.4 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพ 20B) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าแรงดึงเฉลี่ยระหว่าง 9.7-10.5 8.7-10.6 และ 8.7-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพ 20C) ตลอดช่วงเวลาที่เก็บรักษานาน 30 วัน ขณะเดียวกัน ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง 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 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพ 21A) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝน มีค่าแรงดึงเฉลี่ย 8.1-10.2 8.6-10.8 8.2-9.6 และ 8.2-10.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพ 21B) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา

ค่าแรงดึงของใบตองสดที่วัดได้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าค่อนข้างขึ้น ๆ ลง ๆ และไม่แตกต่างกันมากนัก (ทางสถิติ) แต่มีแนวโน้มโดยรวมที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้นใบตองมีแนวโน้มที่จะมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งอาจเนื่องจากใบตองมีการสูญเสีย น้ำออกจากเซลล์ระหว่างการเก็บรักษาทำให้โครงสร้างของเซลล์มีการหดตัว ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสลดลงจึงมีการเกาะตัวกันแน่นขึ้น ใบจึงมีค่าแรงดึงหรือความเหนียวเพิ่มมากขึ้น (Hedderston *et al.*, 2008) แต่ค่าแรงดึงของใบเมื่อเพิ่มขึ้นมาจนถึงจุดหนึ่งจะมีค่าลดลงซึ่งเกิดจากการเริ่มเข้าสู่ระยะชราภาพของใบ โดยที่โครงสร้างของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสลายตัว เช่น การสลายตัวของ chloroplast (Dodge, 1970) และเมื่อพิจารณาแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการดึงใบให้ขาดจากกันของใบตองที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (วันแรกของการเก็บรักษา) พบว่า มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าเฉลี่ยโดยรวมของแรงดึงใบตองในที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีแนวโน้มสูงกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน (ภาพ 20 และ 21) แสดงว่า สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนี้อาจมีอิทธิพลต่อความเหนียวของใบตองได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sams (1999) ที่รายงานว่า ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับ มีผลต่อโครงสร้างและองค์ประกอบทางชีวเคมีของผลิตผลสด



ภาพ 20 แรงดึงของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพ 21 แรงดึงของไบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

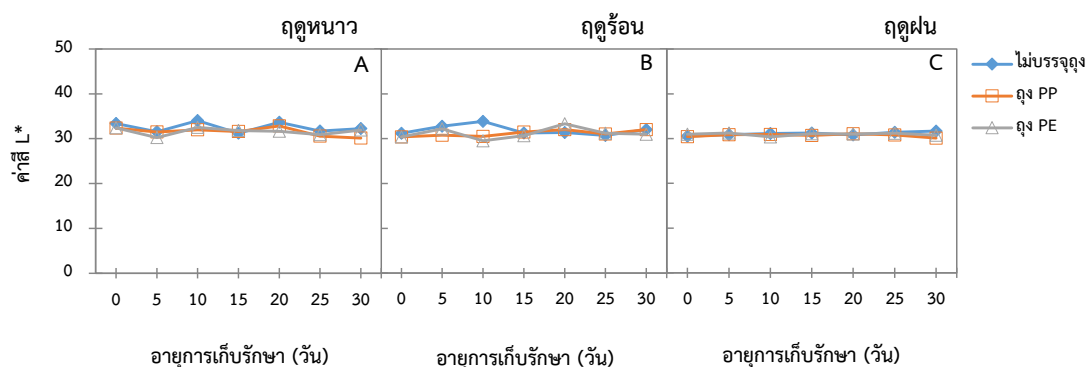
การเปลี่ยนแปลงสีของไบตอง

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีจากค่าวัดสี โดยอ่านเป็นค่า L^* หรือค่าความสว่าง ค่า a^* หรือค่าแสดงความเป็นสีเขียวหรือสีแดง และค่า b^* ซึ่งแสดงค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน ของไบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง และไบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน 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

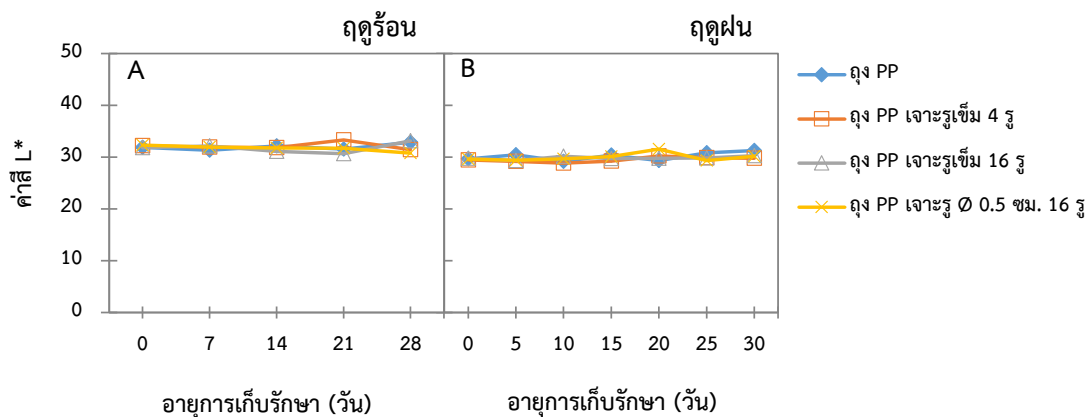
ไบตองเก็บเกี่ยวในทุกฤดูกาลที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่า L^* โดยรวมเฉลี่ยระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่าไบตองที่ไม่บรรจุถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ไบตองเก็บเกี่ยวในฤดูหนาวที่ไม่บรรจุถุง บรรจุถุง PP และถุง PE มีค่า L^* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 32.5 31.1 และ 31.1 ตามลำดับ (ภาพ 22A) ส่วนพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า L^* รวมเฉลี่ย 31.9 31.2 และ 31.2 ตามลำดับ (ภาพ 22B) และไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า L^* รวมเฉลี่ย 31.1 30.7 และ 31.0 ตามลำดับ (ภาพ 22C) สำหรับค่า L^* เฉลี่ยของไบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่า ค่า L^* เฉลี่ยของไบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนในแต่ละบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาเก็บรักษามีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ระหว่าง 31.2-32.9 31.4-33.3 30.7-33.1 และ 30.8-32.3 ตามลำดับ (ภาพ 23A) ส่วนไบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า L^* เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.2-31.3 28.8-30.2 29.3-30.3 และ 29.4-31.5 ตามลำดับ (ภาพ 23B) แสดงว่า การใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุไบตองสดมีส่วนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของใบ ซึ่งค่าความสว่างของใบที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะมาจากอิทธิพลของการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เป็นสีในโทน

สว่างของใบ ใบตองที่มีค่าความสว่างสูงจึงหมายถึงใบมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเกิดการชราภาพเร็วกว่าพวกที่มีค่าความสว่างที่ต่ำกว่า ดังนั้น การบรรจุใบตองในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองได้ ทั้งนี้เพราะสภาพบรรยากาศตัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยชะลออัตราการหายใจ และชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบ ทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลงได้ (งามทิพย์, 2538; จริงแท้, 2546; Kader, 1992) ส่วนผลจากการใช้บรรจุภัณฑ์ถุง PP แบบเจาะรูให้ผลที่ดีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผิวใบ เนื่องจากมีค่าความสว่างโดยรวมต่ำกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เจาะรู นั่นคือ การใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีการเจาะรูสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองได้

อย่างไรก็ตาม ผลของค่า L^* ของใบตองสดเก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลในการทดลองครั้งนี้มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษา (ภาพ 22 และ 23) อาจเป็นเพราะอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของใบตองในระหว่างและหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงระยะชราภาพของใบ ซึ่งผลของสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับนี้ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกันเพราะพืชเกิดการปรับตัวเพื่อรักษาโครงสร้างภายในเซลล์ไว้ พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมีลักษณะปรากฏ สีของใบ และคุณภาพในช่วงการเจริญเติบโต ระหว่างการเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา และการเกิดระยะชราภาพแตกต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016) และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* โดยรวม จะเห็นได้ว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า L^* หรือค่าความสว่างต่ำกว่าใบตองที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลอื่น ๆ นั่นคือ ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีแนวโน้มของสีใบที่เข้มกว่า ซึ่งอาจเป็นผลจากสภาพแวดล้อมก่อนเก็บเกี่ยว เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน (ภาพ 3) ของใบตองที่ค่อนข้างมีความสมบูรณ์ในฤดูฝน ทำให้ใบตองมีสีเข้มกว่าใบตองในฤดูกาลอื่น ๆ



ภาพ 22 ค่าสี L^* ของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

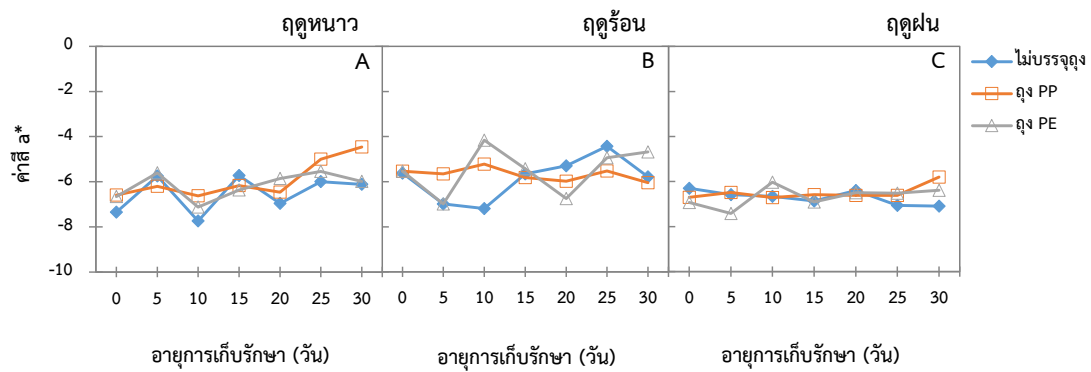


ภาพ 23 ค่าสี L^* ของใบบองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

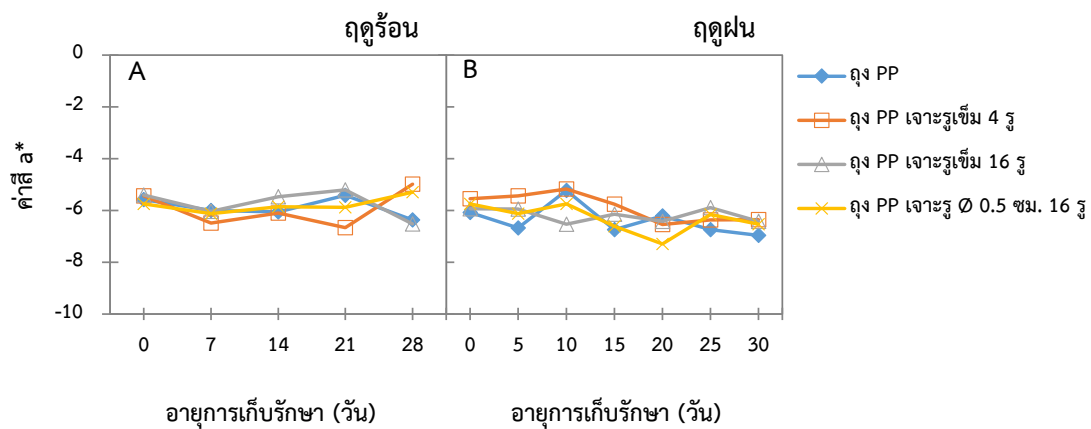
การเปลี่ยนแปลงของค่า a^* เพื่อดูแนวโน้มความเป็นสีเขียวของใบบองสด พบว่า ใบบองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง มีค่า a^* เฉลี่ย -6.6 -6.7 และ -7.4 ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น -4.5 -6.0 และ -6.1 ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 30 วัน (วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) ซึ่งใบบองที่ไม่บรรจุถุงมีค่า a^* ต่ำกว่าใบบองที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ ถุง PE แสดงว่า มีค่าความเป็นสีเขียวของใบบองสูงกว่าในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 24A) ขณะที่ใบบองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่า a^* เฉลี่ยจากวันแรก -5.5 -5.5 และ -5.6 ตามลำดับ เป็น -6.0 -4.7 และ -5.8 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงว่า ใบบองบรรจุถุง PP มีค่าความเป็นสีเขียวของใบบองสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุง และพวกที่บรรจุถุง PE ตามลำดับ (ภาพ 24B) ส่วนค่า a^* ของใบบองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยจาก -6.7 -6.9 และ -6.3 ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น -5.8 -6.4 และ -7.1 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ใบบองที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่าความเป็นสีเขียวของใบบองลดลง แต่ใบบองที่ไม่บรรจุถุงยังคงสภาพความเป็นสีเขียวสูง (ภาพ 24C) สำหรับค่า a^* ของใบบองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่า ใบบองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่า a^* เฉลี่ยจาก -5.6 -5.4 -5.4 และ -5.8 ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น -6.4 -5.0 -6.5 และ -5.3 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ใบบองที่บรรจุในถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู มีค่าความเป็นสีเขียวของใบบองลดลงตามลำดับ ขณะที่บรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู และถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู ไม่มีการลดลงของค่าความเป็นสีเขียว (ภาพ 25A) ส่วนใบบองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์

ทั้ง 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 ใบตองในบรรจุภัณฑ์ทุกแบบไม่มีการลดลงของค่าความเป็นสีเขียวหลังเก็บรักษานาน 30 วัน (ภาพ 25B) และเมื่อพิจารณาผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* จะเห็นว่า ใบตองเก็บเกี่ยวในหน้าร้อนมีค่า a^* สูงกว่าพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวและฝนตามลำดับ แสดงว่า ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีค่าความเป็นสีเขียวต่ำที่สุด ส่วนใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่าความเป็นสีเขียวของใบสูงที่สุด (ภาพ 25 และ 26)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) ในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของค่า a^* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งหมายถึงใบตองสดมีการลดลงของสารสีเขียวที่เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ โดยเริ่มลดระดับความเป็นสีเขียวลงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลก่อนเปลี่ยนเป็นรูปที่มีสีแดงจนกระทั่งเปลี่ยนรูปเป็นสารที่ไม่มีสี (จริงแท้, 2546; Dodge, 1970; Matile *et al.*, 1996; Kräutler, 2008; Vergeiner *et al.*, 2013) ซึ่งการการบรรจุใบตองในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองได้ เพราะสภาพบรรยากาศดัดแปลงภายในบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ เช่น อัตราการหายใจ และยังชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลงได้ (งามทิพย์, 2538; จริงแท้, 2546; Kader, 1992) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองสังเกตได้ว่า ใบตองที่บรรจุถุงบางกรรมวิธีมีค่า a^* สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ใบตองเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติ คือ มีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของใบ (ภาพ 26) เมื่อทำการวัดค่าสีและอ่านออกมาเป็นค่าสี a^* ที่เป็นค่าที่บ่งบอกได้ทั้งความเป็นสีเขียวและสีแดงของใบ จึงมีค่า a^* สูงกว่าอย่างชัดเจน โดยสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนผิวใบนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของอาการสะท้อนหนาว หรือ CI ซึ่งเกิดขึ้นในสภาพได้รับอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง (อุณหภูมิระหว่าง 1-10 องศาเซลเซียส) แม้ว่าโดยปกติแล้ว ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใบตองไม่แสดงอาการผิดปกติออกมาอย่างชัดเจน แต่เมื่อนำใบตองมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกแล้วพบอาการสีน้ำตาลบนผิวใบเกิดขึ้นสันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะใบตองที่ได้รับการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ยังคงมีปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สูง อีกทั้งยังมีการสะสมของน้ำที่อยู่โดยรอบผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีส่วนทำให้เมื่อถูกเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศโดยรอบด้วยอิทธิพลของน้ำที่ได้รับความเย็น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสความเย็นนี้ จนทำให้เซลล์สูญเสียความสมบูรณ์และถูกทำลายจนแสดงอาการผิดปกติออกมา (จริงแท้, 2546; Raison *et al.*, 1971; Lyons, 1973; Parkin *et al.*, 1989; Jouyban *et al.*, 2013)



ภาพ 24 ค่าสี a^* ของใตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส



ภาพ 25 ค่าสี a^* ของใตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

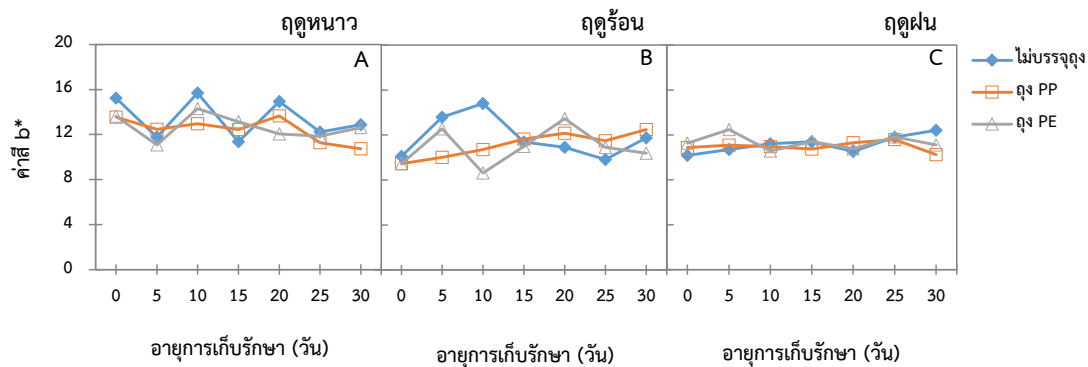


ภาพ 26 อาการผิดปกติจากการเปลี่ยนเป็นสื่อน้ำตาลบนผิวใบของใตองพันธุ์ตานี

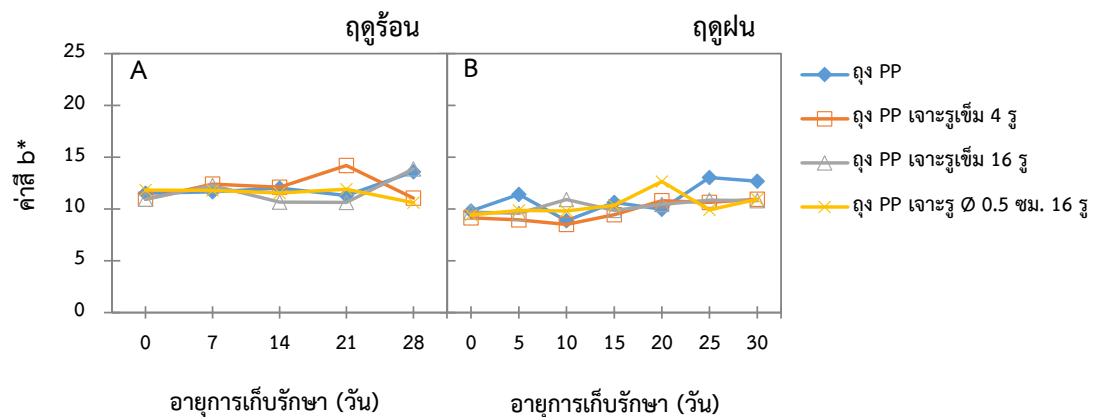
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* หรือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของใบตอง พบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาลแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของค่า b^* เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งหมายความว่า ใบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งใบตองสดในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีค่า b^* โดยรวมต่ำกว่าใบตองที่ไม่บรรจุถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพ 27) โดยที่ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวแล้วบรรจุในถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง มีค่า b^* เฉลี่ยรวม 14.1 ในวันแรกของการเก็บรักษา และมีค่า 10.7 12.6 และ 12.9 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงว่า ใบตองสดในทุกกรรมวิธีไม่มีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากวันแรก แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์จะเห็นว่าใบตองไม่บรรจุถุงมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าพวกที่บรรจุในถุง PP และ PE ตามลำดับ (ภาพ 27A) ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีค่า b^* เฉลี่ยรวมจากวันแรก 9.7 เพิ่มขึ้นเป็น 12.5 10.4 และ 11.8 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงว่า ใบตองทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น โดยใบตองที่บรรจุในถุง PP ค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุง และพวกที่บรรจุในถุง PE ตามลำดับ (ภาพ 27B) และใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า b^* เฉลี่ยรวมจาก 10.8 ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 10.2 11.1 และ 12.4 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า ใบตองที่บรรจุในถุง PP และ PE มีค่าความเป็นสีเหลืองต่ำกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุง (ภาพ 27C) ในขณะเดียวกัน ค่า b^* ของใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร 16 รู พบว่า ใบตองสดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกแบบมีการเพิ่มขึ้นของค่า b^* นั่นคือ ใบตองมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยใบตองสดมีค่า b^* เฉลี่ยจาก 11.3 วันแรก เป็น 13.6 11.0 13.8 และ 10.6 ตามลำดับ ในวันสุดท้าย สำหรับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน โดยที่ค่า b^* ของใบตองในแต่ละบรรจุภัณฑ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพ 28A) ส่วนใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีค่า 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 (ภาพ 28B)

จากผลการทดลองในครั้งนี้มีผลไปในแนวทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* นั่นคือ การบรรจุใบตองสดในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาช่วยชะลอการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองซึ่งเป็นการเข้าสู่ระยะชราภาพของใบตองสดได้ โดยช่วยชะลอการสลายตัวของสารคลอโรฟิลล์ในใบทำให้ใบมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าลง โดยที่การเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของใบตองมีความแตกต่างกันสำหรับใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลที่ต่างกันนั้น อาจเป็นเพราะผลกระทบจากสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสะสมในบรรยากาศ และธาตุอาหารที่พืชได้รับ ทำให้การทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ

การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น มีความแตกต่างกัน พืชจึงมีส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะปรากฏสีของใบ และคุณภาพในช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการเกิดระยะชราภาพแตกต่างกันด้วย (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes 2008; Irmak, 2016)



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

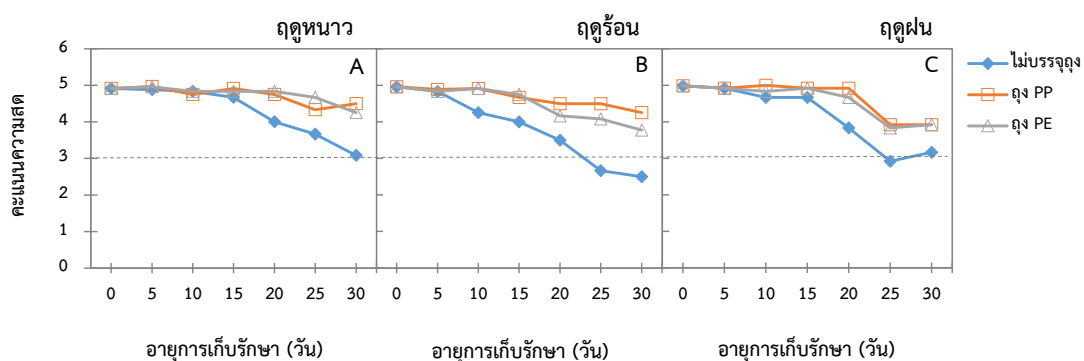


ภาพ 28 ค่าสี b^* ของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

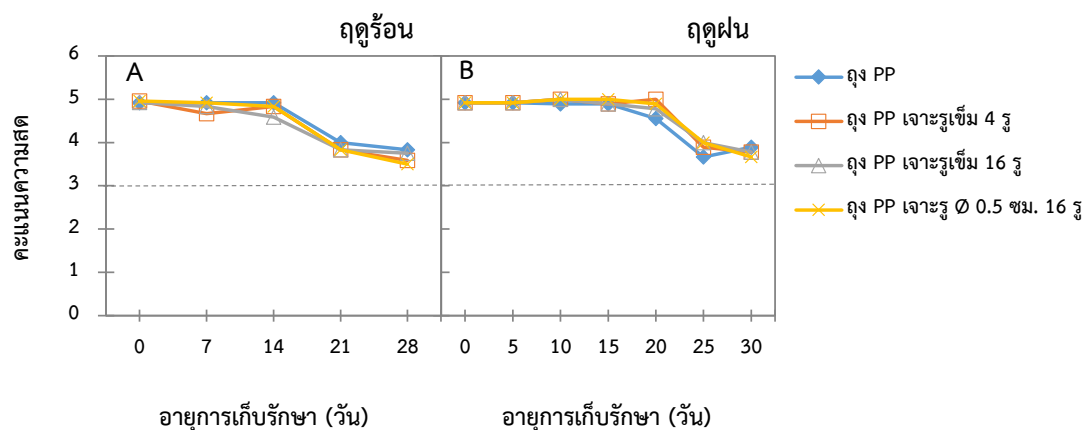
คะแนนความสดของใบตองและอายุการเก็บรักษา

ในการทดลองเก็บรักษาใบตองที่เก็บเกี่ยวจากฤดูกาลต่าง ๆ (หนาว ร้อน ฝน) แล้วบรรจุในถุง PP และ PE แบบปิดผนึก เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง และการเก็บรักษาใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และฤดูฝนในบรรจุภัณฑ์ 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 ผลการทดลองพบว่า คะแนนความสดของใบตองสดทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงจากวันแรกถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใบตองสดที่เก็บเกี่ยวจากทุกฤดูกาล (หนาว ร้อน ฝน) แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีคะแนนโดยรวมสูงกว่าพวกที่ไม่บรรจุถุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความสดของใบตองที่บรรจุถุง PP และ PE มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ภาพ 29) สำหรับคะแนนความสดของใบตองสดที่บรรจุในถุง 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 (ภาพ 30) โดยที่ใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีคะแนนความสดจากค่าเฉลี่ยรวม 4.9 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 3.8 3.6 3.8 และ 3.5 คะแนน ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 30A) และใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีคะแนนความสดจากค่าเฉลี่ยรวม 4.9 คะแนน ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 3.8 3.8 3.8 และ 3.7 คะแนน ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพ 30B)



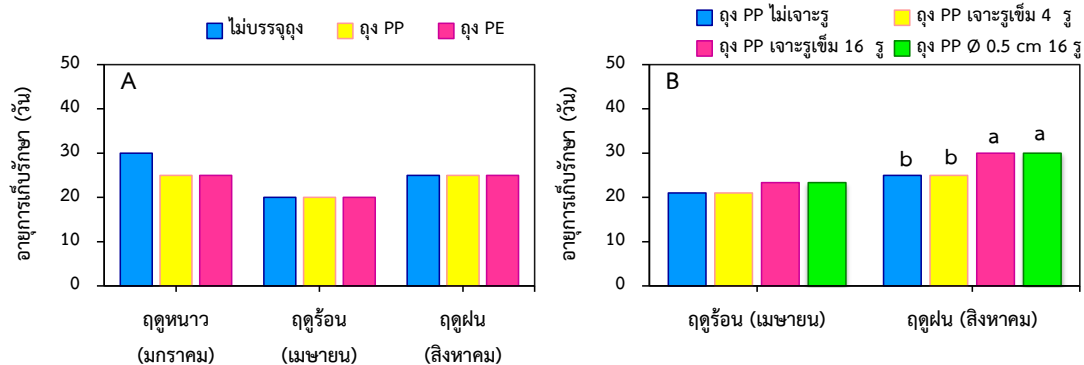
ภาพ 29 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)



ภาพ 30 คะแนนความสดของใบตองพันธุ์ตานีเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ใบตองยังเป็นที่ยอมรับเมื่อมีคะแนนความสดมากกว่า 3 คะแนน)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การบรรจุใบตองในบรรจุภัณฑ์ส่งผลในแง่ดีต่อคุณภาพความสดของใบตอง เป็นการบ่งบอกว่าใบตองมีคุณภาพโดยรวมที่ดีและส่งผลให้ใบตองมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นได้ ซึ่งเหตุผลอาจเป็นเพราะการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศโดยมีสัดส่วนของปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ที่เปลี่ยนไป ทำให้มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีของผลิตผลสด เช่น การหายใจ การผลิตเอทิลีน การคายน้ำ เป็นต้น โดยไปมีส่วนช่วยลดการหายใจ การผลิตเอทิลีน และการคายน้ำของผลิตผลสด ทำให้สามารถรักษาความสด ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีใบจากเขียวเป็นเหลือง และมีการเข้าสู่ระยะชราภาพช้าลง (จริงแท้, 2546; Kader, 1986; Rocha *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้บรรจุภัณฑ์แบบปิดผนึกจะมีส่วนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของใบตอง แต่ในสภาพมีบรรยากาศดัดแปลงก็ก่อให้เกิดผลกระทบบหรืออาการผิดปกติแก่พืชได้ ทั้งจากการเกิดสภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ O_2 การส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีสภาพความชื้นที่เหมาะสม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิดปกติ เช่น การเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ เป็นต้น นอกจากนี้ อิทธิพลจากสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวของใบตองเป็นอีกปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพโดยรวมและมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของใบตองสดได้ (จริงแท้, 2546; Sams, 1999; Nunes, 2008; Irmak, 2016) ซึ่งผลจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาว แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับพวกที่ไม่บรรจุถุง มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนาน 25 และ 30 วัน ตามลำดับ ขณะที่ใบตองเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนในทุกกรรมวิธีเก็บรักษาได้เท่ากันที่ 20 และ 25 วัน ตามลำดับ (ภาพ 31A) ส่วนใบตองที่บรรจุในถุง PP แบบไม่เจาะรู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 16 รู และถุง PP เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 21 23 และ 23 วัน ตามลำดับ

สำหรับพวกที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน และสามารถเก็บรักษาได้นาน 25 25 30 และ 30 วัน ตามลำดับ ในพวกที่เก็บเกี่ยวฤดูฝน (ภาพ 31B) ซึ่งใบตองสดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE แม้จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีใบเป็นสีเหลือง และคงคุณภาพความสดได้ดี แต่มีปัญหาการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ ทำให้คุณภาพโดยรวมไม่เป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเจาะรูที่ถุง PP พบว่าให้ผลที่ดีในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน



ภาพ 31 อายุการเก็บรักษาของใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่าง ๆ แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เปรียบเทียบกับการไม่บรรจุถุง (A) และใบตองพันธุ์ตานีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ (B) ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส [ตัวอักษรที่ต่างกันบนแผนภูมิมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT]

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน ของปี 2559 ที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาช่วยรักษาคุณภาพใบตองและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่การใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากเกินไป คือ 2 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของใบตองจนไม่เป็นที่ยอมรับ โดยมีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวใบ ดังนั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาใบตองของกล้วยพันธุ์ตานีในการทดลองครั้งนี้ คือ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และการเก็บเกี่ยวในฤดูกาลที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพใบตองระหว่างการเก็บรักษาที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูหนาวมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด โดยสามารถเก็บได้นานถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาใบตองนานขึ้นส่งผลให้ใบตองเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เหี่ยว และมีคุณภาพต่ำลง

ส่วนการเก็บรักษาใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ร้อน และฝน ของปี 2560 โดยเปรียบเทียบการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE แบบปิดผนึกกับพวกที่ไม่บรรจุถุง พบว่า ใบตองที่ไม่บรรจุถุงมีแนวโน้มเก็บรักษาได้นานกว่าการบรรจุทั้งสองชนิด 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 ช่วยให้อายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยคุณภาพของใบตองสดอยู่ในสภาพยอมรับได้

เอกสารอ้างอิง:

- กฤษฎา 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. โรงพิมพ์ลินคอร์นโปรโมชัน. 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. (11 กรกฎาคม 2557)
- พีรพงษ์ แสงวนวงศ์กุล ไพลิน นงศ์คำ ชูศักดิ์ คุณุไทยเจริญ ขุนพรม ยุพิน อ่อนศิริ และสมนึก ทองบ่อ. 2554. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาใบตองสด. ว. วิทย.เกษตร. 42: 95-98.
- สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย. 2561. รายงานสภาพอากาศจังหวัดสุโขทัยปี 2559 และ 2560. สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา.
- เอกวิทย์ ณ ถลาง. 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. 3rd 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.

- Jibran, 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.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40: 99-104.
- Kader, 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.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพ่นด้วยไส้เดือนฝอย 60 และ 30 ล้านตัว/น้ำ 20 ลิตร ทำให้พบรอยทำลายบน ใบตองกล้วยตานีที่ อำเภอศรีษะเกษ ใกล้เคียงกับการพ่นด้วยสารฟิโพรนิล และน้อยกว่าการพ่นด้วยสารสแกตสะเดา 322 และ 311 รอย คิดเป็น 47 และ 46 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าการพ่นด้วยน้ำเปล่า 238 และ 227 รอย คิดเป็น 40 และ 38 เปอร์เซ็นต์ ที่อำเภอสุวรรณภูมิ การพ่นไส้เดือนฝอย อัตรา 60 ล้านตัวพบรอยทำลายน้อยที่สุด มีต้นทุนค่าสาร 320 และ 640 บาท/ไร่/ ครั้ง ตามลำดับ ถ้าเกษตรกรผลิตใช้เองจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 80 และ 160 บาท/ไร่/ต่อครั้ง ซึ่งต่ำกว่าการใช้สารฟิโพรนิล และสารสแกตสะเดา การพ่นไส้เดือนฝอย 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแนะนำให้เกษตรกรใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี การพ่นไส้เดือนฝอย อัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตรลงดิน ต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง ทำให้ลดรอยทำลายต่อใบมากกว่าการไม่พ่นในแปลงของเกษตรกรจำนวน 8 ราย การพ่นไส้เดือนฝอยอัตรา 60 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตรลงดิน ต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง ในการเก็บเกี่ยวที่ 14 วัน ได้ปริมาณผลผลิตดี ของใบตองกล้วยตานีเพิ่มขึ้นจากก่อนพ่น 7 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าไม่พ่น 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักใบตองทั้งหมด

การใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยมากกว่า ในช่วงเวลา 4 เดือนหลังใส่ปุ๋ย รายได้ของการใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้รายได้จากการขายผลผลิตใบตองกล้วยตานีไม่ต่างกับการใส่ที่มากกว่า ในช่วงเวลา 4 เดือนหลังใส่ปุ๋ย

สีของใบจากการใส่ปุ๋ย 46-0-0 ปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ที่มากกว่า

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี ทำโดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล (หนาว ร้อน และฝน) ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 5 10 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแวดล้อม และในปี 2560 ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาใบตองกล้วยตานี โดยการนำใบตองสดที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง และทำการทดลองเพิ่มเติมในช่วงการเก็บเกี่ยวฤดูร้อนและฤดูฝน โดยนำใบตองสดที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส เก็บรักษาใบตองสดได้นานที่สุด ใบตองที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว ของปี 2559 สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใบตองที่ไม่บรรจุถุงมีแนวโน้มเก็บรักษาได้นานกว่าการบรรจุในถุง PP และ PE โดยสามารถเก็บได้นาน 30 20 และ 25 วัน ตามลำดับ เมื่อปรับปรุงสมบัติของถุง PP โดยการเจาะรูที่ถุง ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร จำนวน 16 รู ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใบตองสดเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูฝนได้นานสูงสุดถึง 23 และ 30 วัน ตามลำดับ