

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2562

1. แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วย
2. โครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการจัดการคุณภาพในโซ่อุปทานกล้วยไข่เพื่อการส่งออก
- กิจกรรม : -
- กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาการใช้ระบบ cold chain สำหรับกล้วยไข่ส่งออก
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Effect of cold chain on quality of banana (*Musa* AA group) for exporting
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- หัวหน้าการทดลอง : วรางคณา มากำไร¹
- ผู้ร่วมงาน : ทวีศักดิ์ แสงอุดม¹ สำเร็จ ช่างประเสริฐ²

5. บทคัดย่อ

การรักษาผลผลิตให้มีคุณภาพดีจนถึงตลาดปลายทางและผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะผลผลิตที่สูญเสียง่าย จำเป็นต้องมีการให้ความเย็นต่อเนื่องตลอดการขนส่งและวางจำหน่าย ซึ่งการลดอุณหภูมิผลผลิตลงให้เร็วหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการนำไปเก็บรักษาเป็นจุดวิกฤตที่สุดในการรักษาคุณภาพผลผลิตสดให้ตรงตามความต้องการผู้บริโภค การลดอุณหภูมิจะช่วยลดการหายใจของผลผลิต ทำให้การเก็บรักษานานขึ้น จึงได้ทำการศึกษาการใช้ระบบ cold chain กับกล้วยไข่เพื่อการส่งออก วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วยวิธีการลดความร้อนจากผลผลิต 3 วิธี คือ ไม่ลดความร้อน(control) การจุ่มผลในน้ำเย็น (hydro-cooling) และลมเย็น (forced air cooling) และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 2 4 และ 6 สัปดาห์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และสถาบันวิจัยพืชสวน ระหว่างตุลาคม 2561 ถึง กันยายน 2562 ผลการทดลองพบว่าวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) สามารถลดความร้อนผลผลิตได้เร็วสุดจาก 32-35 องศาเซลเซียส มาที่อุณหภูมิ 14-16 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 30 นาที ส่วนการใช้ลมเย็น (forced air cooling) ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 45 นาที ด้านคุณภาพผล พบว่า วิธีการลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเกิดโรคช้ำหวีเน่า ความแน่นเนื้อและการเกิดจุดกระของกล้วยไข่ ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาเมื่อเก็บรักษานานขึ้น มีผลต่อการเกิดโรคช้ำหวีเน่า ความแน่นเนื้อและการเกิดจุดกระ และไม่มีอิทธิพลร่วมของสองปัจจัย ดังนั้นการลดอุณหภูมิผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วก่อนการเก็บรักษาด้วยน้ำเย็นจะใช้น้ำเย็นน้อยสุด แต่การลดอุณหภูมิผลผลิตจะต้องทำร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และให้ความเย็นต่อเนื่องตลอดการขนส่งเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพดีเมื่อถึงตลาดปลายทาง

¹ สถาบันวิจัยพืชสวน ² ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

คำสำคัญ : กลัวย การลดอุณหภูมิผลิตผล อายุการเก็บรักษา คุณภาพ

Abstract

Supplying the market with fresh, nutritious, and quality fruits is very important role of exporter. Pre-cooling is a vital post-harvest management practice that is required prior storage. This method removes field heat from the crops after harvested, reduces fruit respiration, and extends crop storage life. Banana is fast ripening and texture breakdown, so it is difficult to keep well for long period of time. The aim of this research was studied pre-cooling methods on quality and shelf life of banana cv. Klui Khai. The research was conducted at Chantaburi Horticulture Research Center, Chantaburi province and Horticulture Research Institute from October 2018 to September 2019. Split plot design with 3 pre-cooling methods including no pre-cooling (control), hydro-cooling, and forced air cooling and 3 storage periods 2, 4 and 6 weeks at 14 ± 2 °C were done. The results were found that hydro-cooling was the fastest method to remove field heat of banana from 32-35 °C to 14 – 16 °C within 30 minute and followed with forced air cooling with 2.45 hours. Two pre-cooling methods did not have an effected on crown rot disease, fresh firmness, and senescent spotting of banana while more long storage periods had more effected on these qualities. Rapid removal of field heat from the freshly harvested commodities retards respiration, ripening, senescence, and weight loss, prolongs shelf life, and maintains optimum quality in climacteric fruits. Hydro-cooling is one of the most effective pre-cooling methods applied before cold storage of fresh produce in order to meet consumer demands.

Keywords: banana, pre-cooling, prolong shelf life, quality

6. คำนำ

ปัจจุบันกล้วยไข่เป็นผลไม้ที่มีศักยภาพการส่งออกสูง ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ จีน ฮองกง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เวียดนาม และญี่ปุ่น โดยในปี 2555 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 74,000 ไร่ ผลผลิต 172,587 ตัน ส่งออก 15,502 ตัน จากการวิเคราะห์ SWOT พบว่า กล้วยไข่มีจุดแข็ง (strengths) คือรสชาติดี มีกลิ่นหอมและผลผลิตตลอดปี จุดอ่อน (weakness) คือเปลือกบางทำให้ผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานมาก สูญเสียน้ำง่าย อายุเก็บรักษาสั้นและผลผลิตต่อไร่ต่ำ ซึ่งสาเหตุการสูญเสียของกล้วยมีทั้งจากการชอกช้ำ การเข้าทำลายของเชื้อโรค การขาดความระมัดระวังในการจัดการทั้งการตัดบรรจุ อุณหภูมิสูงและการไม่สามารถรักษาความเย็นได้อย่างต่อเนื่อง (cool chain) ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียอย่างรวดเร็ว ซึ่งกล้วยที่ส่งออกจะต้องอยู่ในสภาพที่ผลไม้สุกเมื่อถึงตลาดปลายทาง ดังนั้นการจัดการยี่อายุการเก็บรักษา และการลดการสูญเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต่างๆ ทั้งอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การลดความร้อนจากผลผลิตโดยวิธีที่เหมาะสม การควบคุมโรค การบรรจุ การเก็บรักษาและการขนส่ง ซึ่งในขบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

ที่สำคัญที่สุดและถือเป็นจุดวิกฤตคือการลดความร้อนจากผลิตผล (Ravikumar *et al.*, 2018) การลดความร้อน (pre-cooling) จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วย ซึ่งจะเป็นการจัดการก่อนที่จะเก็บรักษาโดยเป็นการลดอุณหภูมิหลังการเก็บผลผลิตจากแปลงซึ่งมีอุณหภูมิสูงช่วง 30-32 องศาเซลเซียส มาอยู่ที่อุณหภูมิที่จะทำการเก็บรักษาคือ 13-15 องศาเซลเซียส (Kader, 1992) เช่นเดียวกับ Brosnan and Sun (2001) กล่าวว่า การรักษาผลิตผลให้มีคุณภาพดีเมื่อถึงตลาดนอกจากให้ความเย็นตลอดการขนส่งแล้ว การลดอุณหภูมิผลิตผลลงให้เร็วหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งสำคัญและช่วยให้การเก็บรักษานานขึ้น ในการลดความร้อนจากผลิตผลมีหลายวิธี ทั้งการจุ่มผลในน้ำเย็นซึ่งเป็นวิธีการลดอุณหภูมิที่เร็วที่สุด รองมาคือการพ่นน้ำเย็น และ forced air cooling การจัดการอุณหภูมิที่ดีเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดให้การลดการสูญเสียของผลิตผลสด โดยเฉพาะในการลดอุณหภูมิผลิตผลลงอย่างรวดเร็วและรักษาให้เท่าอุณหภูมิที่จะเก็บรักษา (Jayasheela *et al.*, 2015)

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์
 1. ผลกล้วยไข่
 2. วัสดุอุปกรณ์ในการลดอุณหภูมิผลิตผล
 3. กล่องบรรจุ
 4. ห้องเย็นเก็บรักษา
 5. วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในการตรวจสอบคุณภาพ
- วิธีการ

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB ทำ 3 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 1 การลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษา มี 3 วิธี

1. ไม่ลดอุณหภูมิ (control)
2. แบบใช้น้ำเย็น (hydro-cooling)
3. แบบใช้ลมเย็น (forced air cooling)

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษา มี 3 ระยะ คือ 2 4 และ 6 สัปดาห์

วิธีดำเนินการ

นำผลผลิตจากแปลงที่มีการจัดการการผลิตตาม GAP กล้วยไข่ มาทำการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิผลิตผลก่อนการเก็บรักษา โดยมีการลดอุณหภูมิในผลิตผล 3 วิธี คือ ไม่ลดอุณหภูมิ การใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) และการใช้ลมเย็น (forced air cooling) จุ่มสารป้องกันเชื้อราโปรคลอราซ 250 พีพีเอ็ม ซึ่งวิธีการใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) จะดำเนินการลดอุณหภูมิผลิตผล ในขั้นตอนน้ำสุดท้ายของการล้างทำความสะอาดก่อนการจุ่มสารเคมีป้องกันเชื้อรา ส่วนการใช้ลมเย็น (forced air cooling) ดำเนินการหลังการบรรจุกล่อง และนำไปลดอุณหภูมิและลดอุณหภูมิผลิตผลเหลือประมาณ 14-16 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเก็บรักษาในห้องเย็นที่ 14 ± 2 องศาเซลเซียส หลังการเก็บรักษา 2 4 และ 6 สัปดาห์ ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพผล โดยใช้ 3 กล่อง/กรรมวิธี ต่อการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละสัปดาห์ตามที่กำหนด

การบันทึกข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคของแต่ละกรรมวิธี อายุการเก็บรักษา คุณภาพผลเมื่อสุกและการเกิดจุดกระ

สถานที่ทำการทดลอง : ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และสถาบันวิจัยพืชสวน

ระยะเวลาดำเนินการ : 1 ปี เริ่มตุลาคม 2561– สิ้นสุดกันยายน 2562

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการลดอุณหภูมิผลิตผลกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยว จากอุณหภูมิประมาณ 32-35 องศาเซลเซียส มาที่อุณหภูมิ 14-16 องศาเซลเซียส พบว่าวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) ใช้เวลา 30 นาที ส่วนการใช้ลมเย็น (forced air cooling) ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 45 นาที ซึ่งก็เป็นไปตามหลักการของวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็นซึ่งผลกล้วยไข่สัมผัสกับน้ำเย็นโดยตรง ผลผลิตจะถ่ายเทความร้อนออกจากผลิตผลได้เร็ว ทำให้อุณหภูมิผลิตผลลดลงเร็วด้วย และมีรายงานว่าวิธีการลดอุณหภูมิผลิตผลรองมาคือวิธีการพ่นน้ำเย็น และลมเย็น (forced air cooling) ซึ่งการลดอุณหภูมิผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวให้เร็วเป็นสิ่งสำคัญและช่วยให้การเก็บรักษานานขึ้น (Brosnan and Sun, 2001) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตผลสดยังคงมีชีวิต มีการหายใจและใช้พลังงาน การลดความร้อนออกจากผลิตผลอย่างรวดเร็ว จะช่วยชะลออัตราการหายใจ ลดการผลิตเอทิลีน ชะลอการสุก และการเสื่อมชรา ลดการสูญเสียน้ำหนัก รักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาในผลิตผลที่เป็น climacteric fruits นอกจากนี้การลดความร้อนจากผลิตผลทันทีหลังการเก็บเกี่ยวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ลดการหายใจ ลดกิจกรรมของเอนไซม์ ชะลอชบวนการสุก (Hardenburg *et al.*, 1990)

ผลของวิธีการลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อการเกิดโรคข้าวหิวเน่า ซึ่งโรคข้าวหิวเน่าเป็นโรคที่สำคัญของกล้วยไข่หลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเป็นเวลานาน จากผลการดำเนินในครั้งที่ 1 ของการทดลองพบว่าวิธีการลดอุณหภูมิทั้ง 2 วิธี มีการเกิดโรคข้าวหิวเน่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่วิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็นมีการเกิดโรคข้าวหิวเน่า 40.74% รองมาคือ control และ forced air cooling มีการเกิดโรค 48.81 และ 51.61% ตามลำดับ (Table 1) มีรายงานการลดอุณหภูมิผลิตผลด้วยวิธี hydro-cooling และการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส กล้วยมีอายุการเก็บรักษานานสุด (Ravikumar *et al.*, 2018) ส่วนผลของช่วงเวลาการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นการเกิดโรคข้าวหิวเน่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาไม่พบการเกิดโรค และเมื่อเก็บ 4 และ 6 สัปดาห์ มีการเกิดโรคข้าวหิวเน่า 47.49 และ 93.67% ตามลำดับ และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา (Table 1) สำหรับการทดลองซ้ำในครั้งที่ 2 กลับพบว่า วิธีที่ไม่ลดอุณหภูมิมีการเกิดโรคข้าวหิวเน่าต่ำสุด 24.54% แตกต่างทางสถิติกับการลดอุณหภูมิโดยน้ำเย็นและ forced air cooling ซึ่งมีการเกิดโรคข้าวหิวเน่า 37.01 และ 42.27% แต่ทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนผลของช่วงเวลาการเก็บรักษาให้ผลทำนองเดียวกับการทดลองในครั้งแรกโดยพบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นการเกิดโรคข้าวหิวเน่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาพบการเกิดโรค 6.48% และเมื่อเก็บ 4 และ 6 สัปดาห์ มีการเกิดโรคข้าวหิวเน่า 31.56 และ 65.88% ตามลำดับ และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา (Table 2) จากการดำเนินการทั้งสองครั้งจะเห็นได้ว่าการเกิดโรคข้าวหิวเน่าในครั้งที่ 1 จะค่อนข้างมากกว่าครั้งที่ 2 ปัจจัยหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากฤดูกาลที่เก็บเกี่ยวในช่วงของฤดูฝนและฤดูหนาว ร่วมกับการจัดการแปลงของเกษตรกร ทั้งนี้

เนื่องจากเชื้อสาเหตุของโรคหัวเหินเน่าเกิดจากเชื้อราหลายชนิดและแพร่อาศัยตามเศษซากใบกล้วยในแปลงปลูก และสามารถแพร่กระจายติดตามกับเครื่องถ้วยได้ตั้งแต่ในแปลง และในสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมเช่นในช่วงฤดูฝน การเจริญเติบโตของเชื้อราจะมีมากกว่าในช่วงของฤดูหนาว ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้นทำให้การเกิดโรคหัวเหินเน่าเพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากสภาพการเก็บรักษาผลิตผลโดยใส่ผลิตผลในถุง PE (Polyethylene) เจาะรู ผลิตผลยังมีการหายใจ มีการคายน้ำ ทำให้เกิดความชื้นค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเชื้อรา การใช้สารเคมีโปรคลอราซจะสามารถควบคุมเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหลังการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น 4 และ 6 สัปดาห์ ประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดเชื้อราของสารเคมีดังกล่าวลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มมากขึ้น

Table 1 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on crown rot disease of Kluai Khai (1st trialed)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	Crown rot disease (%): (1 st trialed)			
	Storage period (week): subplot (S)			
	2	4	6	M-Mean
control	0.0	48.75	97.67	48.81 a
Hydro-cooling	0.0	31.67	90.56	40.74 a
Forced air cooling	0.0	62.06	92.78	51.61 a
S-Mean	0.0 a	47.49 b	93.67 c	47.05

cv(a) (%) 30.7

cv(b) (%) 26.3

Table 2 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on crown rot disease of Kluai Khai (2nd trialed)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	Crown rot disease (%): (2 nd trialed)			
	Storage period (week): subplot (S)			
	2	4	6	M-Mean
control	8.06	20.83	44.72	24.54 a
Hydro-cooling	5.56	30.63	74.86	37.01 b
Forced air cooling	5.56	43.21	78.06	42.27 b
S-Mean	6.48 a	31.56 b	65.88 c	35.99

cv(a) (%) 22.0

cv(b) (%) 27.6

ผลของวิธีการลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อความแน่นเนื้อ พบว่าวิธีการลดอุณหภูมิทั้ง 3 แบบให้ความแน่นเนื้อหลังการเก็บรักษาไม่แตกต่างทางสถิติโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นให้ความแน่นเนื้อหลังการเก็บรักษามากที่สุด 0.78 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนการใช้ forced air cooling ให้ความแน่นเนื้อ 0.76 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ control ให้ความแน่นเนื้อ 0.77 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาจะพบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นความแน่นเนื้อจะลดลงและมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความแน่นเนื้อจะสูงเมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ มีค่า 1.21 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และจะลดลงเหลือ 0.67 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และให้ความแน่นเนื้อ 0.43 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หลังการเก็บรักษา 4 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ (Table 3) และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับการทดลองซ้ำในครั้งที่ 2 พบว่าวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้ forced air cooling ให้ความแน่นเนื้อสูงสุด 1.00 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ลดอุณหภูมิ และการลดอุณหภูมิโดยน้ำเย็น (hydro cooling) ซึ่งให้ความแน่นเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ลดอุณหภูมิเช่นกัน ส่วนผลของระยะเวลาการเก็บรักษาให้ผลทำนองเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 โดยความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยมีค่า 1.05 0.93 และ 0.68 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หลังการเก็บรักษา 2 4 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ (Table 4) ในด้านความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์จะเป็นส่วนหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสุกและความชราภาพและความเสื่อมสภาพของเซลล์ ผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีการสูญเสีย น้ำ ความตึงของเซลล์ลดลง มีการใช้พลังงาน มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เกิดการสุกและการชราภาพ ทำให้การเข้าออกของของสารผ่านชั้นของผนังเซลล์ง่ายขึ้น

Table 3 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on firmness of Kluai Khai (1st trial)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	firmness (kg/cm ²) : (1 st trial)			
	Storage period (week): subplot (S)			
	2	4	6	M-Mean
control	1.21	0.67	0.42	0.77 a
Hydro-cooling	1.25	0.67	0.42	0.78 a
Forced air cooling	1.63	0.67	0.46	0.76 a
S-Mean	1.21 a	0.67 b	0.43 c	0.77

cv(a) (%) 5.5

cv(b) (%) 6.3

Table 4 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on firmness of Kluai Khai (2nd trialed)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	firmness (kg/cm ²): (2 nd trialed)			
	Storage period (week): subplot (S)			
	2	4	6	M-Mean
control	0.90	0.98	0.66	0.85 ab
Hydro-cooling	1.02	0.72	0.72	0.82 b
Forced air cooling	1.24	1.09	0.68	1.00 a
S-Mean	1.05a	0.93 a	0.687 b	0.89

cv(a) (%) 15.2

cv(b) (%) 16.0

ด้านการเกิดจุดกระ (senescent spotting) พบว่ากล้วยไข่ที่สุกมากจะมีการเกิดจุดกระมากขึ้น ซึ่งอาการตกรกระจะเกิดขึ้นเฉพาะในกล้วยไข่และเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา จากผลการทดลอง (Table 5 และ Table 6) จะเห็นได้ว่ากล้วยที่มีความสุกมากการเกิดจุดกระจะเพิ่มมากขึ้น จุดกระมีขนาดใหญ่ขึ้นและรวมตัวกันมีสีดำและจมลึกลงในเปลือก การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการลดการเกิดจุดกระส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาเมื่อนานขึ้นและเมื่อนำผลกล้วยมาบ่มสุก เมื่อผลกล้วยสุกเพิ่มมากขึ้นการเกิดจุดกระจะเพิ่มมากขึ้น (Figure 1 และ Figure 2) สายชล (2538) การบ่มกล้วยไข่ให้สุกเมื่อผิวมีสีเหลืองขณะที่ปลายและโคนผลยังมีสีเขียวและเก็บผลผลิตในถุงพลาสติกเจาะรู นำไปเก็บรักษาที่ 12-18 องศาเซลเซียส จะช่วยป้องกันการเกิดจุดกระได้ ส่วนวิธีการลดอุณหภูมิผลิตผลก่อนการเก็บรักษาร่วมกับการใช้สารป้องกันเชื้อราไม่สามารถลดการเกิดจุดกระได้ วิธีการลดอุณหภูมิผลิตผลจะเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผล แต่เมื่อนำผลิตผลมาบ่มสุก ระดับความสุกและสภาพแวดล้อม(อุณหภูมิ) จะมีผลต่อการเกิดจุดกระมากกว่า กล้วยที่สุกมากการเกิดจุดกระมาก

Table 5 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on senescence spotting of Kluai Khai after ripened (1st trialed)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	senescent spotting(%)		
	Storage period (week): subplot (S)		
	2	4	6
control	41-60	61-80	81-100
Hydro-cooling	41-60	41-60	81-100
Forced air cooling	41-60	41-60	81-100

Table 6 Effect of Pre-cooling treatments and storage periods on senescence spotting of Kluai Khai after ripened (1st trialed)

Pre-cooling method :Mainplot:(M)	senescent spotting (%)		
	Storage period (week): subplot (S)		
	2	4	6
control	21-40	41-60	81-100
Hydro-cooling	1-20	41-60	81-100
Forced air cooling	21-40	41-60	81-100



Figure 1. Fruit after storage 4 weeks at 14 ± 2 ° c and stimulated ripening

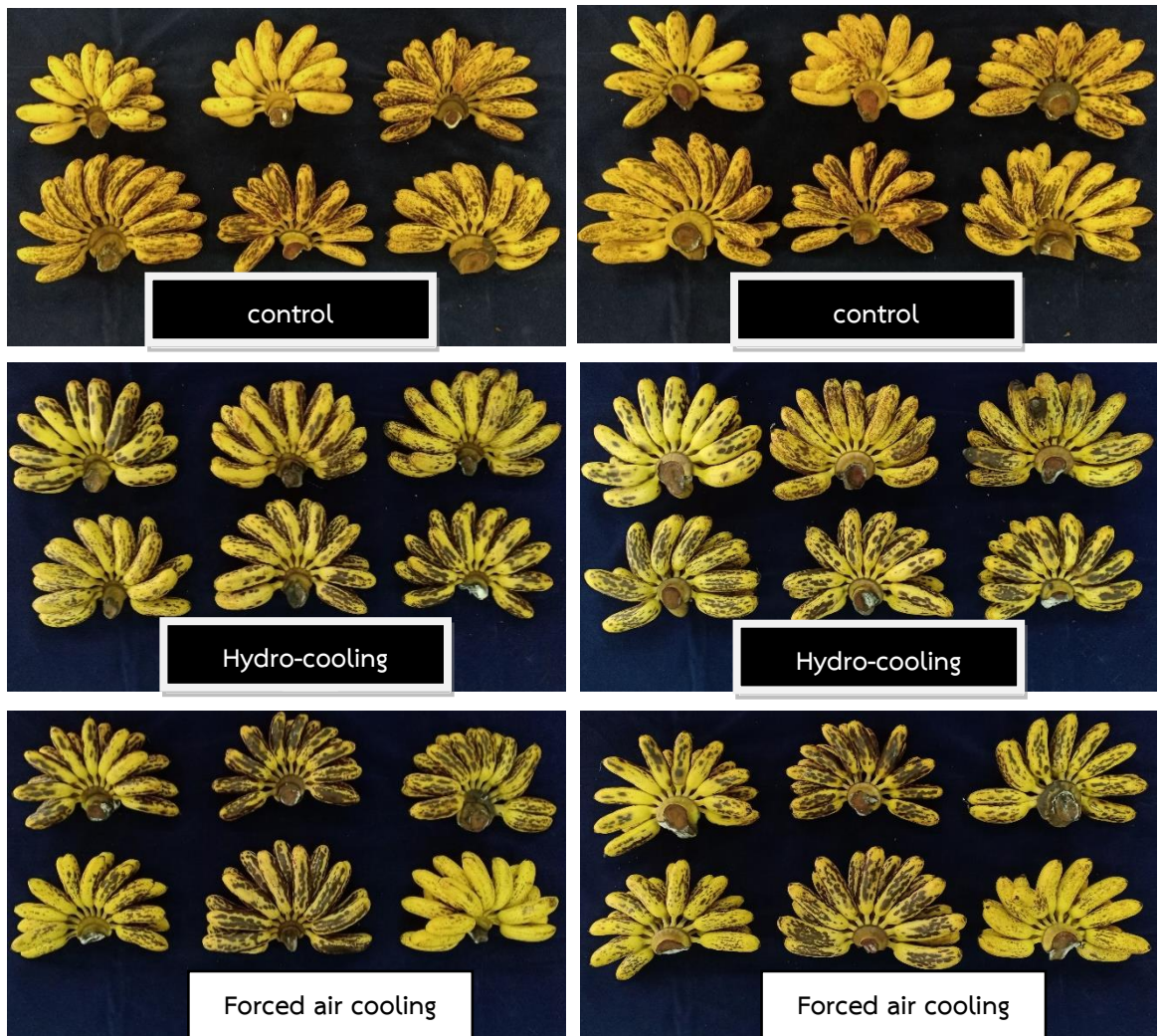


Figure 2. Fruit after storage 6 weeks at $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ and stimulated ripening

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การลดอุณหภูมิผลิตผลโดยการใช้น้ำเย็น (hydro-cooling) เป็นวิธีการลดอุณหภูมิผลิตผลที่ใช้เวลาต่ำสุด วิธีการลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเกิดโรคช้ำหวีเน่า ความแน่นเนื้อ และการเกิดจุดกระของกล้วยไข่ ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพผลทั้งการเกิดโรคช้ำหวีเน่า ความแน่นเนื้อรวมถึงการเกิดจุดกระของกล้วยไข่ ดังนั้นการจัดการอุณหภูมิที่ดีต่อเนื่องทั้งการลดอุณหภูมิผลิตผลผลิตผลลงอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยวก่อนนำไปเก็บรักษาและการเก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิต่อเนื่อง ร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต่างๆ อย่างเหมาะสม จะช่วยรักษาคุณภาพผลิตผล และช่วยลดการสูญเสียของผลิตผลสดของกล้วยไข่ได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นคำแนะนำเกษตรกรและผู้ประกอบการส่งออก ในการลดอุณหภูมิผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล ก่อนการเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออก ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และสถาบันวิจัยพืชสวน ที่ร่วมดำเนินการจนสำเร็จ ตามเป้าหมาย

12. เอกสารอ้างอิง

- สายชล เกตุษา. 2538. การศึกษากลไกการควบคุมการตกกระของกล้วยไข่สุก. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 90 น.
- Brosnan, T., and Sun, D.W. 2001. Pre-cooling techniques and applications for horticultural products-a review. *International Journal of Refrigeration* 24: 154-170.
- Hardenburg, RE., Watada, AE., and Wang, CY. 1990. The commercial storage of fruits, vegetable, florist and nursery stock. United states Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*.66:130.
- Jayasheela, D.S., Sreekala, G.S., and Prasanth, K. 2015. Value addition of banana : key roles to minimize post harvest losses. *International Journal of Advanced Research*. 3(5):833-835.
- Kader, AA. 1992. Post harvest technology of horticultural crops. Div. of Agric. And nat. sci. University of California. Special pub. 3311:56-66.
- Kuan, C.H., Ahmad, S.H., Son, R., Yap, E.S.P., Zamri, M.Z., Shukor, N.I.A., Tajidin, N.E., and Bunga Raya, K. 2015. Influence of forced-air pre-cooling on the changes in quality attributes and consumer acceptance of *Musa* AAA Berangan. *International Food Research Journal*. 22(5): 1864-1869.
- Ravikumar, M., S Desai, C., Raghavendra, HR., and Pooja, N. 2018. Effect of pre-cooling in extending the shelf life of banana cv. Grand nine stored under different storage condition. *International Journal of Chemical Studies*. 6 (3): 872-878.