ผลของภาชนะบรรจุและวิธีการจัดการต่างๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่

The Effects of Bag type and Ethylene and Pathogen Managements on Storage Life of 'Kluai Khai' Bananas (Pisang Mas)

วรางคณา มากกำไร[1] และทวีศักดิ์ แสงอุดม[1]

บทคัดย่อ

การยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ นับเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มศักยภาพการส่งออก งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของภาชนะบรรจุและวิธีการจัดการต่างๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ โดยดำเนินการทดลองในปี 2555-2556 ในปี 2555 ดำเนินการทดลองที่สถาบันวิจัยพืชสวน วางแผนการทดลองแบบ 2×2×2 Factorial in CRD ทดสอบ 3 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดถุงบรรจุ (polyethylene (PE) และ low density polyethylene (LDPE)) การควบคุมโรคที่ขั้วหวี (จุ่มสารกันรา และจุ่มน้ำร้อน) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (ใส่ และไม่ใส่) รวม 8 กรรมวิธี ทำการซื้อผลผลิตกล้วยไข่เกรดส่งออกมาทำการทดลองตามกรรมวิธีดังกล่าว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 °C และตรวจสอบอายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้านต่างๆทุก 2 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ถุง PE สามารถเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานกว่าการใช้ถุง LDPE โดยพบว่า กรรมวิธีที่ดีที่สุดของการใช้ถุง LDPE คือใช้ร่วมกับการจุ่มสารกันราและใส่สารดูดซับเอทิลีน ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นาน 4 สัปดาห์ ในขณะที่กรรมวิธีใช้ถุง PE ทุกกรรมวิธีสามารถเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ และการใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันรา มีเปอร์เซนต์หวีที่เก็บรักษาได้สูงกว่าการจุ่มน้ำร้อน การใส่สารดูดซับเอทิลีนช่วยให้เก็บรักษาได้มากกว่าไม่ใส่สาร ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ 2 ปี 2556 จึงปรับกรรมวิธีโดยตัดกรรมวิธีใช้ถุง LDPE ออก เพิ่มกรรมวิธีควบคุมโรค คือ จุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันราที่ความเข้มข้นลดลงครึ่งหนึ่ง (125 ppm) และทำการทดลองในสเกลที่ใหญ่ขึ้นโดยทำการบรรจุผลผลิตในกล่องลักษณะเดียวกับการส่งออก และเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 13±2 °C โดยดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวน จันทบุรี วางแผนการทดลอง 3×2+1 Factorial in CRD ทดสอบ 2 ปัจจัย คือ การควบคุมโรคที่ขั้วหวี และการใส่สารดูดซับเอทิลีน และกรรมวิธีควบคุมซึ่งใช้ถุง PE เจาะรู รวม 7 กรรมวิธี ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันราทั้งมีสารดูดซับและไม่มีสารดูดซับเอทิลีนสามารถเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานที่สุด 8 สัปดาห์ ในขณะที่กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันราเก็บรักษาได้ 4- 6 สัปดาห์ และกรรมวิธีควบคุมเก็บได้เพียง 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนมีเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้สูงกว่าและมีค่าคะแนนการเกิดโรคน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่สารดูดซับ และการใช้สารกันรามีประสิทธิภาพควบคุมเกิดโรคได้ดีที่สุด ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนและการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันรามีประสิทธิภาพต่ำกว่าและไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ 3 ปี 2556 จึงปรับกรรมวิธีอีกครั้งโดยตัดกรรมวิธีไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนออกแต่คงกรรมวิธีจุ่มสารกันราไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนไว้เป็นกรรมวิธีควบคุม และปรับลดเวลาที่ใช้ในการจุ่มน้ำร้อนลงครึ่งหนึ่ง เนื่องจากพบสีผิวไม่สม่ำเสมอเมื่อสุก วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 กรรมวิธี ผลปรากฏว่า กรรมวิธีใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันราทั้งใส่สารดูดซับหรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนสามารถเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานที่สุด 8 สัปดาห์ โดยกรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับมีคะแนนการเกิดโรคต่ำที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์และมีคะแนนการเกิดโรคสูงสุด ส่วนกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันราเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์และมีคะแนนการเกิดโรครองลงมา และทุกกรรมวิธีไม่พบความผิดปกติในสี กลิ่น และรสชาติ ดังนั้นจากการทดลองทั้ง 3 ครั้งจึงสรุปได้ว่ากรรมวิธีที่ดีที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ คือ การใช้ถุง PE ร่วมกับการใช้สารกันราอิมาซาลิล 250 ppm และใส่สารดูดซับเอทิลีน

[1] สถาบันวิจัยพืชสวน

คำนำ

กล้วยไข่เป็นผลไม้ที่สำคัญในการส่งออกของไทย โดยมีการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2555 มีปริมาณการส่งออก 15,471 ตัน มูลค่า 138.54 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2555) ตลาดที่สำคัญในการส่งออก ได้แก่ จีน ฮ่องกง เวียดนาม และไต้หวัน โดยเฉพาะประเทศจีนเป็นตลาดที่ใหญ่สุด คนจีนมีความต้องการบริโภคไม่ต่ำกว่า 20,000 ล้านตันต่อปี นอกจากนี้ยังมีการขยายตลาดไปยังประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น และยุโรปด้วย แต่อย่างไรก็ตามกล้วยไข่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เปลือกบาง บอบช้ำได้ง่าย จึงมักประสบปัญหาในเรื่องการเก็บรักษา การบรรจุหีบห่อ และการขนส่ง โดยเฉพาะเมื่อส่งระยะทางไกลซึ่งต้องใช้เวลานานส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด เช่น ผลกล้วยสุกก่อนถึงปลายทาง เป็นต้น หากสามารถแก้ปัญหาในเรื่องอายุการเก็บรักษาได้จะทำให้สามารถส่งออกกล้วยไข่ได้มากขึ้นและส่งไปยังประเทศที่อยู่ไกลได้

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การใช้ภาชนะบรรจุต่างๆซึ่งภายในเป็นสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ได้ เฉลิมชัย (2538) ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลง (MA) ที่มีต่อการเก็บรักษากล้วยไข่ภายใต้อุณหภูมิ 13-14 ^{o}C (ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%) พบว่าสภาพการเก็บรักษาภายในถุงโพลีเอทิลีน (PE) เจาะรู สามารถชะลอการสุกของผลกล้วยไข่ได้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ส่วนการเก็บรักษาภายในถุง PE ไม่เจาะรู และปิดสนิทสามารถเก็บรักษากล้วยไข่ให้คงสภาพสีเขียวได้เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แต่ภายในถุง PE มีกลิ่นผิดปกติและผลกล้วยสุกไม่ปกติ สำหรับการเก็บรักษาภายในถุง PE ไม่เจาะรูและขมวดปากถุงที่มีสารดูดซับเอทิลีน (EA) สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ได้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยที่กล้วยยังสุกเป็นปกติ เอทิลีนมีการสะสมค่อนข้างน้อยภายในถุง แต่ปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นและ O_2 ลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่สภาพการเก็บรักษาภายในถุง PE ขมวดปากถุง ที่มีทั้ง EA และสารดูดซับ CO_2 (CA) สามารถเก็บรักษากล้วยไข่ได้เป็นเวลามากกว่า 6 สัปดาห์ โดยที่กล้วยยังอยู่ในสภาพเขียวและสุกได้เป็นปกติ

เสาวภาและคณะ (2548) พบว่า กล้วยไข่ที่บรรจุในถุง C5s-5AF ปิดสนิท กล้วยไข่ยังคงสภาพสีเขียวและไม่พบกลิ่นและรสผิดปกติเมื่อผลกล้วยไข่สุก ในขณะที่กล้วยไข่ที่บรรจุในถุงชุดควบคุมปิดสนิทมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C และอุณหภูมิห้อง นาน 5 และ 3 วัน ตามลำดับ โดยปริมาณก๊าซ O_2 และก๊าซ CO_2 ภายในถุง C5s-5AF ที่สภาวะสมดุลทั้งสองอุณหภูมิการเก็บรักษาเท่ากับ 7%O_2 และ 3%CO_2 แต่ปริมาณก๊าซในถุงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ก๊าซ O_2 ลดลงเหลือ 0% และก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 10% โดยกล้วยไข่ที่บรรจุในถุง C5s-5AF เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C และอุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษา 25 วัน และ 12 วัน ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยไข่ในถุงชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 15 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C และ 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

นอกจากนี้ ปัจจุบันมีการพัฒนาถุง LDPE (Low density polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนของก๊าซในบรรยากาศ (OTR = 10,000-12,000 มล./ตรม./วัน) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการเก็บรักษาผักและผลไม้เพื่อยืดอายุ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำภาชนะบรรจุแบบต่างๆรวมถึงเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่นี้มาทดสอบร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยววิธีการต่างๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กล้วยไข่เกรดส่งออก
2. กล่องกระดาษบรรจุกล้วยไข่ขนาดบรรจุ 14 กก. สำหรับส่งออก พร้อมแผ่นโฟมและแผ่นกันกระแทก
3. ถุงบรรจุ 3 ชนิด คือ
   - ถุง Active (Low density polyethylene: LDPE) ความหนา 25 ไมครอน ค่า OTR 10,000 – 12,000 ซีซี/ตาราง เมตร/วัน ขนาด 12 ×18 นิ้ว
   - ถุงพลาสติก Polyethylene (PE) ความหนา 30 ไมครอน ขนาด 12×18 นิ้ว และ 38×40 นิ้ว
   - ถุงพลาสติก Polyethylene (PE) ความหนา 30 ไมครอน ขนาด 27.5×37.5 นิ้ว มีรูกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. ด้านละ 64 รู
4. ตู้เย็น/ห้องเย็น ที่อุณหภูมิ 13 ๐C
5. อุปกรณ์ทำน้ำร้อน และวัดอุณหภูมิ
6. อุปกรณ์ตวง วัด สาร
7. เครื่องชั่งดิจิตอล
8. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวัดก๊าซเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์
9. กระดาษเทียบสี
10. Hand Held Refractometer
11. Hand Held Penetrometer
12. สารดูดซับเอทิลีน ซองละ 5 กรัม
13. สารละลายเอทิฟอน 500 ppm
14. สารละลายอิมาซาลิล (ป้องกันเชื้อรา) 125 และ 250 ppm

วิธีการ

1. การทดลองครั้งที่ 1 ปี 2555 : วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2 Factorial in CRD ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 หวี

ปัจจัยที่ 1 ภาชนะบรรจุ มี 2 ชนิด คือ 1) ถุง PE 2) ถุง LDPE

ปัจจัยที่ 2 การควบคุมโรค มี 2 แบบ 1) Hot water treatment (HWT) (50 ๐C 180 วินาที)
2) จุ่มสารกันราอิมาซาลิล 250 ppm

ปัจจัยที่ 3 การใส่สารดูดซับเอทิลีน (EA) มี 2 แบบ 1) ไม่ใส่ 2) ใส่ 1 ซอง

มี 8 กรรมวิธี

1. PE + สารกันรา (control)
2. PE + สารกันรา + EA
3. PE + HWT
4. PE + HWT + EA
5. LDPE + สารกันรา
6. LDPE + สารกันรา + EA
7. LDPE + HWT
8. LDPE + HWT + EA

ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1. นำกล้วยที่มีอายุเก็บเกี่ยว สำหรับส่งออก (สุกแก่ 70%) มาล้างทำความสะอาด จัดการตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยถุง LDPE และ PE ที่ใช้บรรจุมีขนาด 12×18 นิ้ว บรรจุ 1 หวี/ถุง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 ๐C
2. หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ นำตัวอย่างผลผลิตกล้วยมาตรวจสอบอายุการเก็บรักษา เก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน บ่มและบันทึกจำนวนวันที่ใช้ในการบ่มสุก เมื่อสุกวัดคุณภาพด้านต่างๆ

การบันทึกข้อมูล

1. อายุการเก็บรักษาเป็นเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้โดยไม่สุก นิ่ม เน่า หรือมีอาการผิดปกติใดๆ
2. อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ และเอทิลีน
3. วัดคุณภาพด้านต่างๆ หลังบ่มสุก ได้แก่ Total soluble solids (%TSS) ความแน่นเนื้อ ความผิดปกติของกลิ่นและรสโดยการชิม

2. การทดลองครั้งที่ 2 ปี 2556 : วางแผนการทดลองแบบ 3x2+1 Factorial in CRD ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 หวี

ปัจจัยที่ 1 การควบคุมโรค มี 3 แบบ

1) HWT (50 ๐C 180 วินาที) 2) จุ่มสารกันราอิมาซาลิล 250 ppm

3) HWT + จุ่มสารกันราอิมาซาลิล 125 ppm

ปัจจัยที่ 2 การใส่สารดูดซับเอทิลีน (EA) มี 2 แบบ 1) ไม่ใส่ 2) ใส่ 5 ซอง

มี 7 กรรมวิธี

1. PE เจาะรู + สารกันรา 250 ppm (control)
2. PE + สารกันรา 250 ppm + EA
3. PE + สารกันรา 250 ppm
4. PE + HWT+ EA
5. PE + HWT
6. PE + HWT + สารกันรา 125 ppm + EA
7. PE + HWT + สารกันรา 125 ppm

ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1. นำกล้วยที่มีอายุเก็บเกี่ยวสำหรับส่งออก (สุกแก่ 70%) มาล้างทำความสะอาด จัดการตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยใช้ถุง PE ขนาด 38×40 นิ้ว บรรจุ 12 หวี/ถุง สำหรับกรรมวิธีควบคุมใช้ถุง PE เจาะรู และบรรจุลงกล่องกระดาษลักษณะเดียวกับการทำเพื่อส่งออก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 ๐C
2. หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ นำตัวอย่างผลผลิตกล้วยมาตรวจสอบอายุการเก็บรักษา และให้คะแนนการเกิดโรคที่ขั้วหวี เมื่อบ่มสุกแล้วตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ

การบันทึกข้อมูล

1. อายุการเก็บรักษาเป็นเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้โดยไม่สุก นิ่ม เน่า หรือมีอาการผิดปกติใดๆ
2. ให้คะแนนการเกิดโรคโดยมีเกณฑ์ ดังนี้

   1 = ไม่เกิดโรค

   2 = เกิดเชื้อรา 1-25% ของพื้นที่

   3 = เกิดเชื้อรา 26-50% ของพื้นที่

   4 = เกิดเชื้อรา 51-75% ของพื้นที่

5 = เกิดเชื้อรา 76-100% ของพื้นที่

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ramma *et al*., 1999

3. ตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ หลังบ่มสุก โดยสังเกตุและบันทึกอาการผิดปกติของลักษณะภายนอก และความผิดปกติของกลิ่นและรสโดยการชิม

3. การทดลองครั้งที่ 3 ปี 2556 : วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 6 หวี มี 4 กรรมวิธี

1. สารกันรา 250 ppm (control)
2. สารกันรา 250 ppm + EA
3. HWT (90 วินาที ที่ 50 °C) + สารกันรา 125 ppm + EA
4. HWT (90 วินาที ที่ 50 °C) + EA

ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1. นำกล้วยที่มีอายุเก็บเกี่ยวสำหรับส่งออก (สุกแก่ 70%) มาล้างทำความสะอาด จัดการตามกรรมวิธีที่กำหนดแล้วบรรจุลงถุง PE ขนาด 38×40 นิ้ว จำนวน 12 หวี/ถุง บรรจุลงกล่องกระดาษลักษณะเดียวกับการทำเพื่อส่งออกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 °C
2. หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ นำตัวอย่างผลผลิตกล้วยมาตรวจสอบอายุการเก็บรักษา ให้คะแนนการเกิดโรคที่ขั้วหวี และเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน บ่มสุกแล้วตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ

การบันทึกข้อมูล

1. อายุการเก็บรักษาการเป็นเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้โดยไม่สุก นิ่ม เน่า หรือมีอาการผิดปกติใดๆ
2. ให้คะแนนการเกิดโรคที่ขั้วหวี และสังเกตุความผิดปกติต่างๆ

   เกณฑ์การให้คะแนนการเกิดโรค ดังนี้

   1 = ไม่เกิดโรค

   2 = เกิดเชื้อรา 1-25% ของพื้นที่

   3 = เกิดเชื้อรา 26-50% ของพื้นที่

   4 = เกิดเชื้อรา 51-75% ของพื้นที่

   5 = เกิดเชื้อรา 76-100% ของพื้นที่

   ที่มา: ดัดแปลงจาก Ramma *et al*., 1999
3. อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนด์ออกไซด์ และเอทิลีนต่อชั่วโมง
4. ตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ หลังบ่มสุก โดยสังเกตุและบันทึกอาการผิดปกติของลักษณะภายนอก และความผิดปกติของกลิ่นและรสโดยการชิม

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2555 – กันยายน 2556 รวม 2 ปี ที่ศูนย์วิจัยพืชสวน จันทบุรี และสถาบันวิจัยพืชสวน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดลองครั้งที่ 1 ปี 2555

อายุการเก็บรักษา การหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีน

หลังการเก็บรักษา 2 สัปดาห์

ผลของปัจจัยการใช้ถุงบรรจุ ปัจจัยการควบคุมโรค และปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีน ให้ผลต่อจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ (ไม่สุก นิ่ม เน่า หรือมีอาการผิดปกติใดๆ) ไม่แตกต่างกัน คือ สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ 100% ทั้งหมด (ภาพที่ 1.1)

เมื่อพิจารณาผลของการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งแสดงถึงอัตราการหายใจของผลผลิต พบว่า ปัจจัยการใช้ถุงบรรจุ การควบคุมโรค และการใส่สารดูดซับเอทิลีนมีอิทธิพลซึ่งกันและกันต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 1.1) โดยเมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน การใช้ถุง LDPE ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อน มีอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าการใช้ถุง LDPE ร่วมกับสารกันรา ในขณะที่การใช้ถุง PE ให้ผลตรงข้าม (ตารางที่ 1.2) แต่เมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีน การใช้ถุงทั้ง LDPE และ PE ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนหรือสารกันรามีผลต่อการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกัน และกรรมวิธีที่ใช้ถุง LDPE ส่วนใหญ่มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า กรรมวิธีใช้ถุง PE (ตารางที่ 1.2)

ในขณะที่อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนซึ่งแสดงถึงการสุกของผลผลิต พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการใช้ถุงบรรจุกับการควบคุมโรค และปัจจัยการใช้ถุงบรรจุกับการใส่สารดูดซับเอทิลีน (ตารางที่ 1.1) โดยการใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันรามีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำกว่าการใช้ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อน (ตารางที่ 1.3) และการใช้ถุง PE เมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำกว่าใส่สาร (ตารางที่ 1.4) ในขณะที่การใช้ถุง LDPE ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนหรือสารกันรา หรือร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนไม่ต่างกัน (ตารางที่ 1.3 และ 1.4) และการใช้ถุง LDPE มีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำกว่าการใช้ถุง PE (ตารางที่ 1.3 และ 1.4)

แสดงว่าในช่วงการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ถุง LDPE มีประสิทธิภาพในการควบคุมอัตราการหายใจและการสุกของผลผลิตได้ดีกว่าถุง PE แต่อย่างไรก็ตามถุงทั้งสองชนิดร่วมกับการควบคุมโรคทั้งสองวิธีและการใส่หรือไม่ใส่ซองดูดซับเอทิลีนยังสามารถควบคุมอัตราการผลิตก๊าซให้อยู่ในระดับต่ำ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้ 100% ในทุกกรรมวิธี

หลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยถุงบรรจุกับการใส่สารดูดซับเอทิลีนต่อจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ โดยถุง PE สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ 100% เมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีน และเมื่อไม่ใส่สารดูดซับจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ ถุง LDPE เก็บรักษาผลผลิตได้น้อยกว่าถุง PE และมีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างใส่สารดูดซับและไม่ใส่ โดยเมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ลดลงมาก (ภาพที่ 1.2 a) สำหรับปัจจัยถุงบรรจุกับการควบคุมโรค พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมต่อจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ โดยการควบคุมโรคทั้งสองวิธีให้ผลต่อจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ไม่แตกต่างกันทั้งในถุง PE และ LDPE ความแตกต่างของจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้เกิดจากปัจจัยถุงบรรจุ คือ ถุง PE เก็บรักษาผลผลิตได้สูงกว่าถุง LDPE (ภาพที่ 1.2 b)

เมื่อพิจารณาผลของอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ปัจจัยการใช้ถุงบรรจุ การควบคุมโรค และการใส่สารดูดซับเอทิลีนมีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางที่ 1.1) โดยเมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน การใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันรามีอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าการใช้ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อน ในขณะที่การใช้ถุง LDPE ไม่พบความแตกต่าง และเมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีน อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกันระหว่างการจุ่มน้ำร้อนและจุ่มสารกันรา เมื่อใช้ร่วมกับถุง LDPE หรือ PE (ตารางที่ 1.2)

สำหรับอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน พบอิทธิพลร่วมระหว่างทั้ง 3 ปัจจัย เช่นกัน โดยพบว่า การใช้ถุง LDPE เมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน มีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงขึ้นมากและมากกว่าเมื่อใส่สารดูดซับ โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับสารกันราซึ่งสูง

กว่าการใช้ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การใช้ถุง PE ทุกกรรมวิธียังมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำ (ตารางที่ 1.5)

แสดงว่าการใช้ถุง LDPE ร่วมกับสารกันราโดยไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนผลผลิตเริ่มสุก ตามด้วยการใช้ถุง LDPE ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนโดยไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน ซึ่งผลสอดคล้องกับเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ ที่พบว่าการใช้ถุง LDPE ร่วมกับสารกันราโดยไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนเหลือเพียงประมาณ 40% รองลงมาคือ การใช้ถุง LDPE ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนโดยไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนเหลือต่ำกว่า 70% เล็กน้อย ในขณะที่กรรมวิธีใช้ถุง PE ทั้งหมดยังคงเก็บรักษาผลผลิตได้ในเปอร์เซนต์สูง (ภาพที่ 1.1)

หลังการเก็บรักษา 6 สัปดาห์

พบความแตกต่างอย่างชัดเจนในปัจจัยถุงบรรจุ คือ ถุง PE เก็บรักษาผลผลิตได้มากกว่า ถุง LDPE โดยกรรมวิธีที่ใช้ถุง PE ทั้ง 4 กรรมวิธี มีเปอร์เซนต์หวีที่เก็บรักษาได้ตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในขณะที่กรรมวิธีใช้ถุง LDPE ที่ไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนไม่มีจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ ส่วนที่ใส่สารดูดซับเหลือเปอร์เซนต์หวีที่เก็บรักษาได้เพียงเล็กน้อย (<50%) (ภาพที่ 1.1) และระหว่างกรรมวิธีที่ใช้ถุง PE ความแตกต่างของจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้เกิดจากปัจจัยการควบคุมโรค คือ การใช้สารกันรา มีจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้สูงกว่าการจุ่มน้ำร้อน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาคือการใส่สารดูดซับเอทิลีนเก็บรักษาได้มากกว่าไม่ใส่สารดูดซับ (ภาพที่ 1.1)

สอดคล้องกับอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน ซึ่งพบว่า ในกรรมวิธีใช้สารกันรา อัตราการผลิตก๊าซทั้งสองชนิดต่ำกว่ากรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่สารดูดซับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1.6)

หลังการเก็บรักษา 8 สัปดาห์

ทุกกรรมวิธีไม่สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ เนื่องจากมีเปอร์เซนต์จำนวนหวีที่เก็บได้ต่ำกว่า 70% (ภาพที่ 1.1)

คุณภาพผลหลังการบ่มสุก

คุณภาพของผลผลิตเมื่อบ่มสุกหลังการเก็บรักษาที่สัปดาห์ต่างๆ โดยการวัดเปอร์เซนต์ Total soluble solids (TSS) พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการใช้ถุง การควบคุมโรค และการใส่สารดูดซับเอทิลีน และไม่มีความแตกต่างของ TSS ในแต่ละปัจจัยหลังการเก็บรักษา 2 และ 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 1.7) เช่นเดียวกันในสัปดาห์ที่ 6 กรรมวิธีใช้ถุง PE ทั้ง4 กรรมวิธีมีค่า TSS ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1.9)

เมื่อพิจารณาผลของความแน่นเนื้อ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ปัจจัยทั้ง 3 ชนิดไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ด้านปัจจัยถุงบรรจุให้ผลไม่แตกต่างกัน ด้านปัจจัยการควบคุมโรค พบว่า ใช้สารกันรามีความแน่นเนื้อสูงกว่าการจุ่มน้ำร้อน ($p<0.01$) และด้านปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีน พบว่า การใส่สารมีความแน่นเนื้อสูงกว่าการไม่ใส่ ($p<0.05$) ในขณะที่สัปดาห์ที่ 4 พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการควบคุมโรคและการใส่สารดูดซับเอทิลีน (ตารางที่ 1.7) โดยการจุ่มน้ำร้อนที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าการไม่ใส่และสูงกว่าการใช้สารกันราที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนเช่นเดียวกัน ($p<0.01$) (ตารางที่ 1.8) ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 ไม่พบความแตกต่างของความแน่นเนื้อในกรรมวิธีใช้ถุง PE ทั้ง 4 กรรมวิธี (ตารางที่ 1.9) นอกจากนี้ ไม่พบความผิดปกติใดๆในกลิ่นและรสชาติของทุกกรรมวิธี

จากผลการทดลอง แสดงว่าถุง LDPE มีประสิทธิภาพในการควบคุมการหายใจและการสุกของผลผลิตได้ดีในช่วงการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 ประสิทธิภาพของถุงลดลง ไม่สามารถควบคุมสภาพบรรยากาศภายในถุงได้ ส่งผลให้ผลผลิตเริ่มสุก ปริมาณก๊าซเอทิลีนสูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อไม่มีสารดูดซับเอทิลีน ส่งผลให้ผลผลิตสุกเร็วกว่า ส่วนการใช้สารกันราและจุ่มน้ำร้อนไม่มีความแตกต่างกันในช่วง 4 สัปดาห์ ในขณะที่ถุง PE ยังคงสามารถควบคุมการหายใจและการสุกของผลผลิตได้จนถึง 6 สัปดาห์ โดยในช่วง 4 สัปดาห์แรก ประสิทธิภาพการควบคุมโรคของการใช้สารกันราและจุ่มน้ำร้อนควบคุม

ได้ดีไม่แตกต่างกัน การผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำ จึงไม่ค่อยมีความแตกต่างระหว่างใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 6 ประสิทธิภาพการควบคุมโรคของการจุ่มน้ำร้อนลดลงสังเกตุได้จากผลผลิตเกิดเชื้อราสูง ในขณะที่การจุ่มสารกันรายังคงควบคุมได้ดีกว่า ส่งผลให้อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนในกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนสูงกว่า ผลผลิตที่เก็บรักษาได้จึงน้อยกว่า ส่วนกรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับเอทิลีน สามารถช่วยลดปริมาณก๊าซเอทิลีนได้ส่วนหนึ่ง มีผลให้เก็บรักษาผลผลิตได้มากกว่าไม่มีตัวดูดซับ นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีไม่พบความผิดปกติต่อคุณภาพการรับประทาน ดังนั้น กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ คือ การใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันราและใส่สารดูดซับเอทิลีน

2. การทดลองครั้งที่ 2 ปี 2556

จากการทดลองครั้งที่ 1 ปี 2555 พบว่า ด้านปัจจัยถุงบรรจุ การใช้ถุง PE สามารถยืดอายุกล้วยไข่ได้นานกว่าการใช้ถุง LDPE ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงปรับกรรมวิธีโดยตัดการใช้ถุง LDPE ออก และนำวิธีการใช้ถุง PE เจาะรู ไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติทั่วไปของการส่งออกในปัจจุบันเป็นกรรมวิธีควบคุม ส่วนปัจจัยด้านการควบคุมโรคยังคงทำการทดสอบการจุ่มสารกันรา และการจุ่มน้ำร้อนดังเดิม แต่ได้เพิ่มเติมการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการใช้สารกันราโดยลดความเข้มข้นลงครึ่งหนึ่ง (125 ppm) รวมถึงมีการให้คะแนนการเกิดโรคที่ขั้วหวีด้วย ส่วนปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีนยังคงเดิม นอกจากนี้ยังทำการทดลองในลักษณะจำลองการส่งออกจริง คือ ปฏิบัติขั้นตอนการคัด ล้าง และบรรจุตัวอย่างกล้วยในกล่องเช่นเดียวกับการส่งออก

อายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง พบว่า อายุการเก็บรักษาในทุกกรรมวิธีที่ใช้ถุง PE สามารถเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ใช้ถุง PE เจาะรู ซึ่งสามารถเก็บได้ประมาณ 2 สัปดาห์เท่านั้น (เริ่มสุกในสัปดาห์ที่ 3) สำหรับกรรมวิธีทดลอง พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 ปัจจัยการควบคุมโรคและปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีนมีอิทธิพลร่วมกันต่อจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ โดยพบว่าการจุ่มสารกันรา หรือการจุ่มน้ำร้อน ทั้งใส่และไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ 100% ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันราเกิดความแตกต่าง คือ เมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีนเก็บรักษาผลผลิตได้ 100% แต่เมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน จำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ต่ำกว่า 70% (ภาพที่ 2.1)

ในสัปดาห์ที่ 6 พบอิทธิพลร่วมระหว่างสองปัจจัยเช่นกัน โดยการจุ่มสารกันราทั้งใส่และไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนสามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ 100% การจุ่มน้ำร้อนใส่สารดูดซับเอทิลีนเก็บรักษาได้ 100% แต่เมื่อไม่ใส่สารดูดซับจำนวนหวีที่เก็บรักษาได้ลดลงเหลือประมาณ 80% ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันราเมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีนเก็บรักษาได้ 90% และเมื่อไม่สารดูดซับเก็บรักษาได้ต่ำสุดเพียง 30% (ภาพที่ 2.2)

ในสัปดาห์ที่ 8 มีเพียงกรรมวิธีจุ่มสารกันราทั้งใส่และไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนเท่านั้นที่สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้โดยเก็บรักษาได้ 100% ทั้ง 2 กรรมวิธี

แสดงให้เห็นว่าสำหรับปัจจัยการควบคุมโรค การจุ่มสารกันรายืดอายุการเก็บรักษาได้นานสุด และสำหรับปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีน การใส่สารดูดซับยืดอายุได้มากกว่าการไม่ใส่

การเกิดโรคที่ขั้วหวี

เมื่อพิจารณาผลของการควบคุมโรคที่ขั้วหวี พบว่า หลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ การเกิดโรคที่ขั้วหวีของการควบคุมโรคต่างๆกันที่การใส่สารหรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนให้ผลต่างกัน คือ ไม่พบการเกิดโรคในกรรมวิธีใช้สารกันราร่วมกับการใส่สารดูดซับเอทิลีน ในขณะที่เมื่อไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนพบการเกิดโรคเล็กน้อยเพียง 1% ของพื้นที่ขั้วหวี ส่วนกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนและจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันรา พบการเกิดโรคเล็กน้อยด้วยค่าคะแนน 2 โดยมีความแตกต่างของเปอร์เซนต์พื้นที่การเกิดโรคระหว่างการใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน โดยกรรมวิธีใส่สารดูดซับเอทิลีนมีเปอร์เซนต์การเกิดโรค (1%) น้อยกว่าไม่ใส่ (20-25%) (ตารางที่ 2.1)

หลังการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ ยังคงพบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสอง โดยพบว่า การใช้สารกันราไม่พบการเกิดโรคทั้งใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน ในขณะที่การจุ่มน้ำร้อนและการจุ่มน้ำร้อนผสมสารกันรามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคต่ำกว่าการใช้สารกันราและไม่แตกต่างกัน และกรรมวิธีทั้งสองเมื่อใส่สารดูดซับเอทิลีนสามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีกว่าการไม่ใส่ (ตารางที่ 2.1และภาพที่ 2.3)

หลังจากเก็บรักษาถึงสัปดาห์ที่ 8 มีเพียงปัจจัยการควบคุมโรคเดียวที่ยังเก็บรักษาได้ คือ จุ่มสารกันรา ซึ่งยังคงควบคุมการเกิดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการใส่สารดูดซับเอทิลีนเกิดโรคน้อยกว่าไม่ใส่ โดยกรรมวิธีจุ่มสารกันราร่วมกับใส่สารดูดซับเอทิลีนมีคะแนนการเกิดโรคต่ำสุด มีเปอร์เซนต์การเกิดโรคบนพื้นที่ขั้วหวีเพียง 0.8% ส่วนกรรมวิธีจุ่มสารกันราร่วมกับไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนมีเปอร์เซนต์การเกิดโรคบนพื้นที่ขั้วหวี 7%

นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพหลังการบ่มสุก พบว่า กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อน มีสีผิวไม่สม่ำเสมอ คือมีสีเหลืองปนสีเขียว (incomplete degreening) ส่วนผลการชิมไม่พบความผิดปกติใดๆในกลิ่น และรสชาติของทุกกรรมวิธี

จากผลการทดลอง แสดงว่า การควบคุมโรคเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออายุการเก็บรักษาผลผลิต โดยวิธีควบคุมโรคที่มีประสิทธิภาพสูงสุดส่งผลให้เก็บรักษาผลผลิตได้สูงสุด คือ สารกันรา รองลงมาคือการจุ่มน้ำร้อน และการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันรา ตามลำดับ และการใส่สารดูดซับเอทิลีนช่วยให้เก็บรักษาผลผลิตได้สูงขึ้นและเกิดโรคน้อยกว่าไม่ใส่สารดูดซับ ซึ่งจะเห็นผลแตกต่างชัดเจนในการควบคุมโรคที่มีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเกิดโรคสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซเอทิลีน เมื่อปริมาณก๊าซเอทิลีนสูงการเกิดโรคสูง เนื่องจากก๊าซเอทิลีนเป็นตัวเร่งการเกิดเชื้อรา และส่งผลในทางกลับกันเช่นกัน คือ เมื่อผลเป็นโรคจะผลิตก๊าซเอทิลีนสูงขึ้น นอกจากนี้เชื้อราบางชนิดยังสามารถสร้างก๊าซเอทิลีนได้ด้วย (พีระเดช 2529) ส่งผลให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า ดังนั้น กรรมวิธีที่ดีที่สุด คือ การใช้สารกันราร่วมกับใส่สารดูดซับเอทิลีน ถึงแม้ผลต่ออายุการเก็บรักษาจะไม่แตกต่างกับการใช้สารกันราไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน แต่มีเปอร์เซนต์การเกิดโรคน้อยกว่า จึงมีแนวโน้มที่จะเก็บรักษาได้นานกว่า

3. การทดลองครั้งที่ 3 ปี 2556

จากการทดลองครั้งที่ 2 ในปี 2556 พบว่า การใช้ถุง PE ร่วมกับกรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานและมีการเกิดโรคน้อยกว่าไม่ใส่สารดูดซับ โดยกรรมวิธีที่จุ่มสารกันราให้ผลในการเก็บรักษาดีที่สุด 8 สัปดาห์ รองลงมาคือกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนซึ่งเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ ดังนั้นในการทดลองครั้งที่ 3 นี้จึงมีการปรับกรรมวิธีทดลองโดยเลือกกรรมวิธีที่ใส่สารดูดซับเอทิลีนของแต่ละวิธีควบคุมการเกิดโรค นำวิธีใส่ถุง PE ร่วมกับจุ่มสารกันราโดยไม่มีสารดูดซับเอทิลีนเป็นวิธีควบคุม และปรับลดเวลาจุ่มในน้ำร้อนลงครึ่งหนึ่ง คือ ลดจาก 180 วินาทีเป็น 90 วินาที

ผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีใช้สารกันรา (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ได้นานที่สุด 8 สัปดาห์ ส่วนกรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนเก็บรักษาได้นานรองลงมาคือ 6 สัปดาห์ ในขณะที่กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนผสมสารกันรามีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 3.1) โดยกรรมวิธีใช้สารกันราพบคะแนนการเกิดโรคที่ขั้วหวีน้อยที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนมีคะแนนการเกิดโรคสูงสุด (ตารางที่ 3.2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการปรับลดเวลาในการจุ่มน้ำร้อนทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลดลงและต่ำกว่ากรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนผสมสารกันรา

สำหรับอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีจุ่มสารกันราไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน (ควบคุม) มีอัตราการผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่มีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำและไม่แตกต่างกับกรรมวิธีจุ่มสารกันราใส่สารดูดซับเอทิลีน และพบว่ากรรมวิธีจุ่มน้ำร้อนมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงสุด (ตารางที่ 3.3) สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยการเกิดโรคสูงการผลิตก๊าซเอทิลีนสูง (พีระเดช 2529) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีจุ่มสารกันราใส่สารดูดซับเอทิลีนจะสุกช้าหรือมีอายุการเก็บรักษานานกว่ากรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับอายุการเก็บ

รักษาที่กรรมวิธีทั้งสองสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด 8 สัปดาห์ และพบว่า อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 4-8 ในกรรมวิธีจุ่มสารกันราใส่สารดูดซับเอทิลีน (0.026 ul/Kg-hr) ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม (0.037 ul/Kg-hr) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มการมีประสิทธิภาพในการยืดอายุผลผลิตได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมซึ่งไม่มีสารดูดซับเอทิลีน

นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพหลังการบ่มสุก ไม่พบความผิดปกติใดๆรวมถึงกลิ่นและรสชาติในทุกกรรมวิธี ดังนั้น กรรมวิธีที่ดีที่สุดคือ การใช้ถุง PE ร่วมกับจุ่มสารกันราและใส่สารดูดซับเอทิลีน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ในด้านปัจจัยถุงบรรจุ การใช้ถุง PE มีประสิทธิภาพในการควบคุมการหายใจและการสุกของกล้วยไข่ได้นานกว่าการใช้ถุง LDPE ด้านปัจจัยการควบคุมโรค การใช้สารกันราอิมาซาลิล 250 ppm มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดโรคได้ดีที่สุดซึ่งมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา ตามด้วยการจุ่มน้ำร้อน และการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารกันรา 125 ppm ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำสุด แต่อย่างไรก็ตามหากปรับลดเวลาการจุ่มน้ำร้อนลงครึ่งหนึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันโรคลดลง ส่วนปัจจัยการใส่สารดูดซับเอทิลีน เมื่อใส่สารดูดซับสามารถช่วยลดปริมาณก๊าซเอทิลีนในถุงบรรจุได้ดี โดยเฉพาะในช่วงที่ผลผลิตเริ่มมีการผลิตก๊าซเอทิลีนมากขึ้น ส่งผลต่อการยืดอายุกล้วยไข่เช่นกัน ดังนั้นกรรมวิธีที่ดีที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยไข่ คือ การใช้ถุง PE ร่วมกับสารกันรา 250 ppm และใส่สารดูดซับเอทิลีน สามารถเก็บรักษากล้วยไข่ที่อุณหภูมิ 13±2 ๐C ได้นาน 8 สัปดาห์ มีการเกิดโรคน้อยกว่า 50% ของพื้นที่ขั้วหวี และคุณภาพการรับประทานปกติ ในขณะที่การใช้ถุง LDPE ร่วมกับสารกันรา 250 ppm และใส่สารดูดซับเอทิลีน สามารถเก็บรักษาได้เพียง 4 สัปดาห์

คำแนะนำ

การยืดอายุกล้วยไข่สำหรับการส่งออกทำได้โดยเก็บเกี่ยวกล้วยไข่ที่ระยะสุกแก่ 70% ตัดหวี ตกแต่งปลายลูกและล้างทำความสะอาดตามขั้นตอนปฏิบัติเพื่อการส่งออกทั่วไป หลังจากนั้นจุ่มสารป้องกันเชื้อราอิมาซาลิล 250 ppm ผึ่งแห้งแล้วบรรจุลงกล่องขนาดบรรจุ 14 กิโลกรัม ที่รองด้วยถุง PE ความหนา 30 ไมครอน ใส่ซองบรรจุสารดูดซับเอทิลีนซองละ 5 กรัม จำนวน 5 ซอง กระจายทั่วกล่องและปิดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 ๐C สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 สัปดาห์ โดยไม่พบความผิดปกติใดๆหลังการเก็บรักษาและเมื่อผลสุก

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2538. ผลของอุณหภูมิต่อการตกกระของผลกล้วยไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

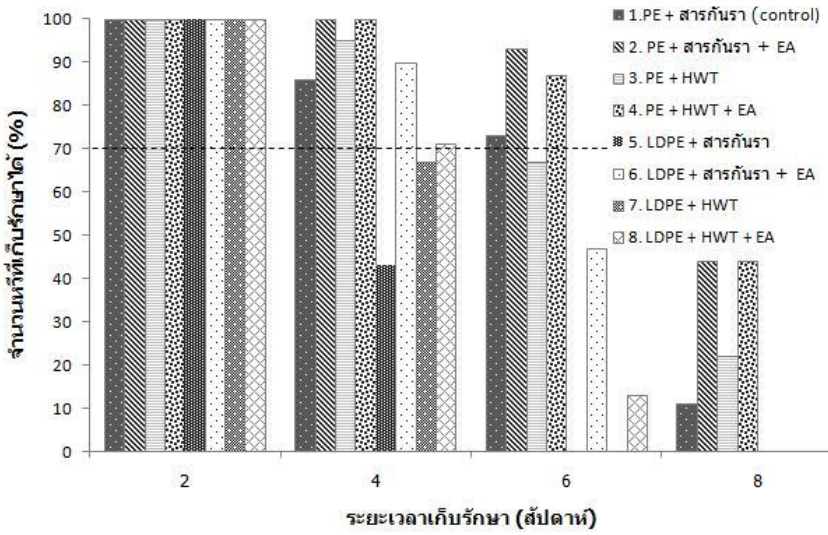
พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 หน้า.

เสาวภา ไชยวงศ์, ดวงพร ดีผดุง, ณัฐธร อินทวิวัฒน์, วาณี ชมเห็นชอบ, วรรณี ฉินศิริกุล, อศิรา เฟื่องฟูชาติ, นภดล เกิดดอนแฝก, ตติยา ตรงสถิตกุล และวราวุธ ภัท. 2548. ผลของฟิล์มแอคทีพต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. 26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัด ชลบุรี. เลขหน้า 235 (276 หน้า).

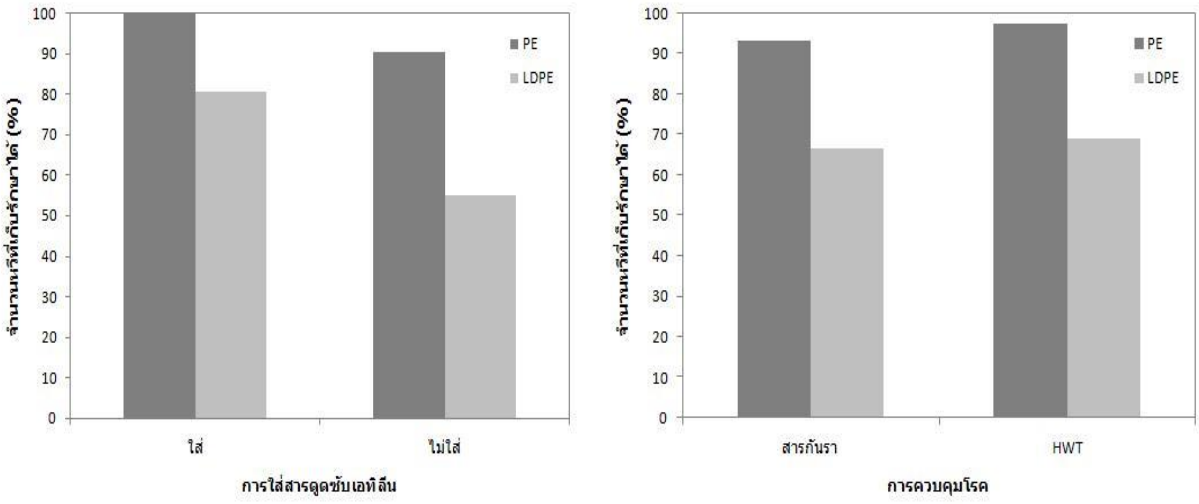
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2555.

Ramma, I., Beni Madhu, SP. and Peerthum, P. 1999. Post-harvest quality improvement of banana. Food and Agriculture Research Council, Reduit, Mauritius. pp 187-194.

การทดลองครั้งที่ 1 ปี 2555



ภาพที่ 1.1 จำนวนหวีที่สามารถเก็บรักษาได้(%) ของกรรมวิธีต่างๆหลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์



(a) **(b)**

ภาพที่ 1.2 ผลของ (a) ปัจจัยถุงบรรจุ (PE และ LDPE) กับการใส่ซองดูซับเอทิลีน และ (b) ปัจจัยถุงบรรจุ (PE และ LDPE) กับการควบคุมโรค ต่อจำนวนหวีที่สามารถเก็บรักษาได้ (%) หลังการเก็บรักษากล้วยไข่ที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์

ตารางที่ 1.1 ผลของปัจจัยถุงบรรจุ (A) การควบคุมโรค (B) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (C) ต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 2 และ 4 สัปดาห์

ปัจจัย	CO_2 (mg/Kg-hr)		C_2H_4 (nL/Kg-hr)	
	ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)		ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	
	2	4	2	4
ถุงบรรจุ (A)				
- LDPE	0.56	1.86	0.30	10.73
- PE	1.10	3.17	1.99	1.21
การควบคุมโรค (B)				
- HWT	0.81	2.55	1.51	2.65
- สารกันรา	0.85	2.48	0.79	9.30
การใส่สารดูดซับเอทิลีน (C)				
- ไม่ใส่	0.72	2.93	0.55	8.89
- ใส่	0.93	2.10	1.74	3.06
F-test				
A	**	**	**	**
B	ns	ns	**	**
C	**	*	**	**
A×B bag*di	**	ns	*	**
B×C di*ea	ns	ns	ns	**
A×C bag*ea	ns	**	**	**
A×B×C	*	**	ns	**
C.V.(%)	18.2	31.2	50.7	62.6

** = significant at 1% level, * = significant at 5% level, ns = not significant

ตารางที่ 1.2 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยถุงบรรจุ (A) และการควบคุมโรค (B) ต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	ถุงบรรจุ (A)	CO_2 (mg/Kg-hr) การควบคุมโรค (B) HWT	สารกันรา	ค่าความต่าง
2	ไม่ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
	- LDPE	0.15	0.68	-0.53 **
	- PE	1.20	0.87	0.33 *
	ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
	- LDPE	0.67	0.73	-0.06 ns
	- PE	1.23	1.13	0.09 ns
	Comparison	LSD(5%) LSD(1%)		
	2-A*B*C means	0.26 0.36		
4	ไม่ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
	- LDPE	1.17	2.42	-1.25 ns
	- PE	4.96	3.18	1.78 *
	ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
	- LDPE	2.15	1.70	0.45 ns
	- PE	1.93	2.62	-0.69 ns
	Comparison	LSD(5%) LSD(1%)		
	2-A*B*C means	1.36 1.87		

** = significant at 1% level, * = significant at 5% level, ns = not significant

ตารางที่ 1.3 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยถุงบรรจุ (A) และการควบคุมโรค (B) ต่ออัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 2 สัปดาห์

ถุงบรรจุ (A)	C_2H_4 (nL/Kg-hr) การควบคุมโรค (B) HWT	สารกันรา	ค่าความต่าง
LDPE	0.35	0.27	0.08 ns
PE	2.68	1.31	1.37 **
ค่าความต่าง	-2.33 **	-1.04 **	

** = significant at 1% level, ns = not significant

Comparison	LSD(5%)	LSD(1%)
2-A*C means	0.71	0.98

ตารางที่ 1.4 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยถุงบรรจุ (A) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (C) ต่ออัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 2 สัปดาห์

ถุงบรรจุ (A)	C_2H_4 (nL/Kg-hr)		ค่าความต่าง
	การใส่สารดูดซับเอทิลีน (C)		
	ไม่ใส่	ใส่	
LDPE	0.12	0.49	-0.37 ns
PE	0.98	3.01	-2.02 **
ค่าความต่าง	-0.86 *	-2.52 **	

** = significant at 1% level, * = significant at 5% level, ns = not significant

Comparison	LSD(5%)	LSD(1%)
2-A*C means	0.71	0.98

ตารางที่ 1.5 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยถุงบรรจุ (A) และการควบคุมโรค (B) ต่ออัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์

ถุงบรรจุ (A)	C_2H_4 (nL/Kg-hr)		ค่าความต่าง
	การควบคุมโรค (B)		
	HWT	สารกันรา	
ไม่ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
- LDPE	7.26	32.02	-24.76 **
- PE	1.07	1.29	-0.22 ns
ใส่ซองดูดซับเอทิลีน			
- LDPE	1.55	2.48	-0.94 ns
- PE	1.08	1.41	-0.33 ns

** = significant at 1% level, ns = not significant

Comparison	LSD(5%)	LSD(1%)
2-A*B*C means	6.47	8.91

ตารางที่ 1.6 ผลของกรรมวิธีใช้ถุง PE ต่างๆต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 6 สัปดาห์

กรรมวิธี	CO_2 (mg/Kg-hr)	C_2H_4 (nL/Kg-hr)
1. PE + สารกันรา (control)	1.04 a	1.45 a
2. PE + สารกันรา + EA	0.97 a	0.55 a
3. PE + HWT	1.67 b	27.24 b
4. PE + HWT + EA	1.93 b	17.19 b
C.V. (%)	11.2	57.4

ค่าเฉลี่ยในแนวคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 1.7 ผลของปัจจัยถุงบรรจุ (A) การควบคุมโรค (B) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (C) ที่มีต่อความแน่นเนื้อ (N) และ TSS (%) เมื่อผลสุก หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 2 และ 4 สัปดาห์

ปัจจัย	ความแน่นเนื้อ (N)		TSS (%)	
	ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)		ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	
	2	4	2	4
ถุงบรรจุ (A)				
- LDPE	0.536	0.573	23.12	23.07
- PE	0.555	0.561	23.08	23.18
การควบคุมโรค (B)				
- HWT	0.510	0.595	23.13	23.30
- สารกันรา	0.580	0.539	23.03	23.05
การใส่สารดูดซับเอทิลีน (C)				
- ไม่ใส่	0.517	0.545	22.89	23.10
- ใส่	0.573	0.589	23.27	23.25
F-test				
A	ns	ns	ns	ns
B	**	*	ns	ns
C	*	ns	ns	ns
A×B	ns	ns	ns	ns
B×C	ns	*	ns	ns
A×C	ns	ns	ns	ns
A×B×C	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	16.0	15.9	6.5	5.9

** = significant at 1% level, * = significant at 5% level, ns = not significant

ตารางที่ 1.8 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการควบคุมโรค (B) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (C) ที่มีต่อความแน่นเนื้อ (N) เมื่อผลสุก หลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์

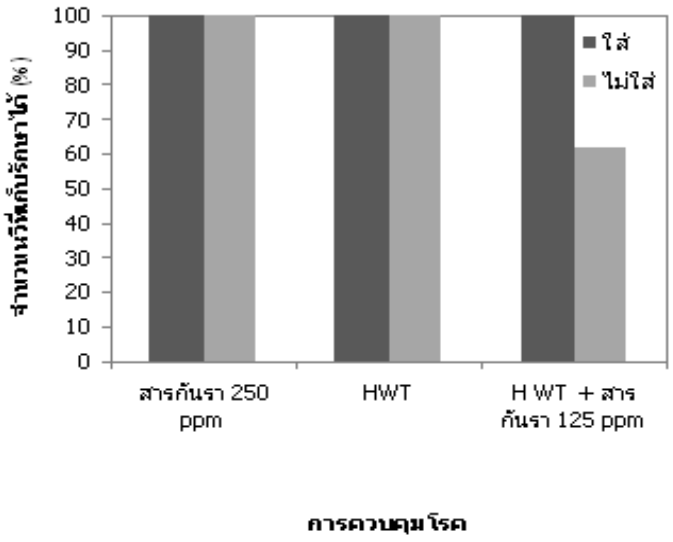
การป้องกันโรค (B)	ความแน่นเนื้อ (N)		ค่าความต่าง
	การใส่สารดูดซับเอทิลีน (C)		
	ไม่ใส่	ใส่	
HWT	0.544	0.647	-0.103 **
สารกันรา	0.547	0.531	0.016 ns
ค่าความต่าง	-0.003 ns	0.116 **	

** = significant at 1% level, ns = not significant

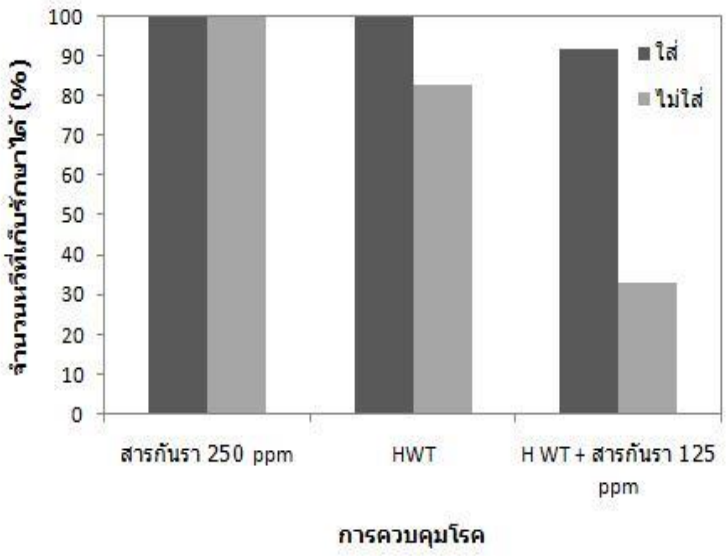
ตารางที่ 1.9 ผลของกรรมวิธีใช้ถุง PE ต่างๆต่อความแน่นเนื้อ (N) และ TSS (%) เมื่อผลสุก หลังการเก็บรักษาที่13±2 °C นาน 6 สัปดาห์

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (N)	TSS (%)
1. PE + สารกันรา (control)	0.606	24.00
2. PE + สารกันรา + EA	0.554	23.57
3. PE + HWT	0.596	23.23
4. PE + HWT + EA	0.598	24.17
F-test	ns	ns
C.V. (%)	12.1	5.8

<u>การทดลองครั้งที่ 2 ปี 2556</u>



ภาพที่ 2.1 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการควบคุมโรคแบบต่างๆกับการใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนต่อจำนวนหวีที่สามารถเก็บรักษาได้ (%) หลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์



ภาพที่ 2.2 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการควบคุมโรคแบบต่างๆกับการใส่หรือไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีนต่อจำนวนหวีที่สามารถเก็บรักษาได้ (%) หลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ที่ 13±2 °C นาน 6 สัปดาห์

ตารางที่ 2.1 ผลของปัจจัยการควบคุมโรค (a) และการใส่สารดูดซับเอทิลีน (b) ต่อคะแนนและเปอร์เซนต์การเกิดโรคที่ขั้วหวีเฉลี่ยหลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ที่ 13±2 °C นาน 4 และ 6 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	การควบคุมโรค (a)	คะแนนและเปอร์เซนต์การเกิดโรค		ค่าความต่าง
		การใส่สารดูดซับเอทิลีน (b)		
		ใส่	ไม่ใส่	
4	สารกันรา 250 ppm	1.0 (0%)	2.0 (1%)	
	HWT	2.0 (1%)	2.0 (20%)	
	H WT + สารกันรา 125 ppm	2.0 (1%)	2.0 (25%)	
6	สารกันรา 250 ppm	1.0 a (0%)	1.0 a (0%)	0.0 ns
	HWT	2.4 b (23.5%)	4.1 b (68.9%)	-1.7 **
	H WT + สารกันรา 125 ppm	2.4 b (22.7%)	4.5 b (78.8%)	-2.1 **
	C.V. = 17.8%, F (a) = **, F (b) = **, F (a×b) = **			

ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

** = significant at 1% level, ns = not significant

สารกันรา 250 ppm + EA

สารกันรา 250 ppm

HWT + EA

HWT

HWT + สารกันรา 125 ppm + EA

HWT + สารกันรา 125 ppm

ภาพที่ 2.3 ลักษณะผลผลิตในแต่ละกรรมวิธีหลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 6 สัปดาห์

การทดลองครั้งที่ 3 ปี 2556

ตารางที่ 3.1 จำนวนหวีที่สามารถเก็บรักษาได้(%) หลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ในแต่ละกรรมวิธีที่ 13±2 °C นาน 4, 6 และ 8 สัปดาห์

กรรมวิธี	จำนวนหวี (%)		
	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
1. สารกันรา 250 ppm (ควบคุม)	100	100	87.5
2. สารกันรา 250 ppm + EA	100	95.9	95.5
3. HWT + สารกันรา 125 ppm + EA	100	45	0
4. HWT+ EA	100	91.7	0

ตารางที่ 3.2 คะแนนและเปอร์เซนต์การเกิดโรคเฉลี่ยบริเวณขั้วหวีหลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ในแต่ละกรรมวิธีที่ 13±2 °C นาน 4, 6 และ 8 สัปดาห์

กรรมวิธี	คะแนนและเปอร์เซนต์การเกิดโรค		
	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
1. สารกันรา 250 ppm (ควบคุม)	1.3 a (5.5%)	2.7 a (30.0%)	2.5 a (24.3%)
2. สารกันรา 250 ppm + EA	1.9 b (7.7%)	3.1 a (42.0%)	3.1 b (45.1%)
3. HWT + สารกันรา 125 ppm + EA	2.3 b (19.7%)	3.5 a (50.5%)	3.8 b (60.5%)
4. HWT+ EA	4.1 c (70.4%)	4.8 b (89.7%)	4.8 c (91.4%)
C.V. (%)	14.26	21.66	11.45

ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3.3 อัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) หลังการเก็บรักษากล้วยไข่ในถุง PE ในแต่ละกรรมวิธีที่ 13±2 °C นาน 4 สัปดาห์

กรรมวิธี	CO_2 (mg/Kg-hr)	C_2H_4 (ul/Kg-hr)
1. สารกันรา 250 ppm (ควบคุม)	16.487 b	0.030 a
2. สารกันรา 250 ppm + EA	2.721 a	0.040 ab
3. HWT + สารกันรา 125 ppm + EA	2.902 a	0.050 b
4. HWT+ EA	4.519 a	0.065 c
C.V. (%)	17.8	9.4

อัตราการผลิตก๊าซเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

สารกันรา 250 ppm

สารกันรา 250 ppm + EA

HWT + สารกันรา 125 ppm + EA

HWT + EA

ภาพที่ 3.3 ลักษณะผลผลิตในแต่ละกรรมวิธีหลังการเก็บรักษาที่ 13±2 °C นาน 6 สัปดาห์