

การพ่นสาร BHT เพื่อลดการเน่าเสียและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะพันธุ์โรงเรียน  
Spraying with BHT to Reduce Decay and Maintain the Postharvest Quality of Rambutan cv. Rong Rien

กัลยา ศรีพงษ์<sup>1</sup> สุภา พวงนัม<sup>1</sup> อภิรดี อุทัยรัตน์<sup>1,2</sup> สุกัญญา เขี่ยมลออ<sup>3</sup> อรวินทีณี ชูศรี<sup>4</sup>,  
ศิริพร วรกุลดำรงชัย<sup>4</sup> และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์<sup>1,2</sup>

Kanlaya Sripong<sup>1</sup>, Supa Puangnim<sup>1</sup>, Apiradee Uthairatanakij<sup>1,2</sup>, Sukanya Aiamla-Or<sup>3</sup>, Orawintinee Chusri<sup>4</sup>,  
Siriporn Worakuldamrongchai<sup>4</sup> and Pongphen Jitareerat<sup>1,2</sup>

### Abstract

The main problems of rambutan export are postharvest decay and rapid physiological changes during storage and transportation. Thus the aim of this research was to study the effect of flora spraying with Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BHT) to control fruit rot diseases and maintain the quality of rambutan during storage. Rambutan plants were sprayed with 0.1 and 0.2 g/L of BHT combined with fungicides or sprayed with fungicides alone every two weeks after fruit set until harvest. Non-sprayed plants were served as the control. And then, harvested fruit were washed with tap water, dried and packed in polyethylene bag before stored at 13°C for 12 days. Results found that the fruits sprayed with 0.2 g/L of BHT combined with fungicides showed the effectiveness to reduce fruit rot disease 24.08% in compare to fruits sprayed with fungicides alone and 33.33% in compare to control fruits. Additional, this treatment could reduce ethylene production and respiration rate, delay color change of peel and showed the highest score of overall acceptance. But this combined treatment did not affect to total soluble solids (TSS) content of rambutan.

**Keywords:** Rambutan, fruit rot disease, Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester

### บทคัดย่อ

ปัญหาของการส่งออกเงาะคือการเน่าเสียและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นสาร Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BHT) ต่อการควบคุมโรคผลเน่าและรักษาคุณภาพของเงาะในระหว่างการเก็บรักษา โดยพ่นต้นเงาะด้วยสาร BHT ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา หรือพ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว ตั้งแต่ระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว ทุกๆ 2 สัปดาห์ สำหรับชุดควบคุมคือเงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ จากนั้นเก็บเกี่ยวผลเงาะนำมาล้างด้วยน้ำประปา ผึ่งให้แห้ง บรรจุลงถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน พบว่าการฉีดพ่นสาร BHT ความเข้มข้น 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรามีประสิทธิภาพในการลดการเกิดโรคผลเน่าได้ 24.08% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว และได้ 33.33% เมื่อเปรียบเทียบกับเงาะที่ไม่ฉีดพ่นสาร นอกจากนี้ยังพบว่าการฉีดพ่นสาร BHT ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราช่วยลดการผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของเงาะ

**คำสำคัญ:** เงาะ, โรคผลเน่า, สาร Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester

<sup>1</sup> สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

<sup>2</sup> Division of Postharvest Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkokthuntee, Bangkok 10150, Thailand

<sup>3</sup> ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวคณะกรรมการการอุดมศึกษากรุงเทพมหานคร 10400

<sup>4</sup> Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

<sup>5</sup> ศูนย์การเรียนรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี) เลขที่ 209 หมู่ที่ 1 ต.รางบัว อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 70150

<sup>6</sup> Learning Park, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 209, Moo. 1, Rangbua, Chombung, Ratchaburi, 70150, Thailand

<sup>7</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 หมู่ 6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110

<sup>8</sup> Chantaburi Horticultural Research Centre, 63, Tambon Tapon, Amphoe Khlong, Chanthaburi, 22110, Thailand

## คำนำ

โรคผลเน่าของเงาะเป็นปัญหาที่สำคัญภายหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อผลเงาะเป็นอย่างมาก การเกิดโรคผลเน่ามีสาเหตุจากเชื้อราหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อราชนิดที่เข้าทำลายผลเงาะตั้งแต่ในแปลงปลูกและแอบแฝงอยู่บนผลเงาะ ซึ่งมักปรากฏอาการในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นหากมีการป้องกันและควบคุมการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคในระหว่างที่ผลเงาะกำลังพัฒนาจะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะได้ โดยการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับการใช้สารกระตุ้นความต้านทานโรคให้สูงขึ้นเพื่อต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค เช่น สาร Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH) ซึ่งเป็นสารอนุพันธ์ของกรดซาลิไซลิก มีรายงานว่า การฉีดพ่นสาร BTH สามารถลดการเกิดโรคในสตรอเบอร์รี่ ลูกพีช และ แอปเปิ้ล (Cao *et al.*, 2011; Lui *et al.*, 2005; Sparla *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสาร BTH มีผลชักนำกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานโรคพืช เช่น phenylalanine ammonia-lyase (PAL) chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase (Cao *et al.*, 2011; Lui *et al.*, 2005) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นสาร BTH ร่วมกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการควบคุมโรคผลเน่าและรักษาคุณภาพของเงาะในระหว่างการเก็บรักษา

## อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นเงาะที่มีขนาดทรงพุ่ม ความสูงและอายุใกล้เคียงกัน จากแปลงของสถานีวิจัยพืชสวนพลิว จังหวัดจันทบุรี และทำการพ่นสาร BTH ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อราที่ชาวสวนใช้ ได้แก่ คลอไพริฟอส ไสเปอร์เมทริล ซาฟรอล คาร์เบนดาซิม และ เบนนิล โดยฉีดพ่นทุกๆ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยใช้ต้นเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราตามปกติ (ที่ชาวสวนทำอยู่) และต้นเงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ เป็นชุดควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ (ต้น)

หลังจากพ่นสาร BTH และผลเงาะมีการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ทางการค้าแล้ว จึงทำการเก็บเกี่ยวผลเงาะ และขนส่งมายังมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดำเนินการความสะอาดด้วยน้ำประปาจากนั้นผึ่งให้แห้งและบรรจุลงถุงพลาสติก โพลีเอทิลีน จำนวน 500 กรัมต่อถุง แต่ละทรีทเมนต์มี 9 ถุง นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน สุ่มตัวอย่างเงาะทุกๆ 3 วัน เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ความรุนแรงของการเกิดโรค (ประเมินระดับความรุนแรงของการเกิดโรคผลเน่า 5 ระดับ ได้แก่ 0 = ไม่เกิดโรค 1 = เกิดโรค 0.1-5% ของพื้นที่ผิว 2 = เกิดโรค 5.1-10% ของพื้นที่ผิว 3 = เกิดโรค 10.1-15% ของพื้นที่ผิว และ 4 = เกิดโรค 15.1-20% ของพื้นที่ผิว) อัตราการผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และความชอบโดยรวมของผู้บริโภค วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS statistical software

## ผล

การพ่นสาร BTH มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราในการลดการเกิดโรคผลเน่าของเงาะ เงาะที่พ่นสาร BTH ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรา มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผลเน่าน้อยกว่าเงาะที่พ่นด้วยสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเงาะที่พ่นสาร BTH 0.2 กรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผลเน่าที่น้อยที่สุด คือ 33.33% รองลงมาคือ เงาะที่พ่นสาร BTH 0.1 กรัมต่อลิตร (40.74%) ในขณะที่เงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับเงาะที่พ่นสารใดๆ คือ 66.66% และ 57.40% ตามลำดับ (Figure 1A) เมื่อพิจารณาความรุนแรงของการเกิดโรคผลเน่าของเงาะที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน พบว่าเงาะที่พ่นสาร BTH ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรา มีความรุนแรงของการเกิดโรคน้อยกว่าเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 1.16 และ 0.59 คะแนน ตามลำดับ ส่วนเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวมีความรุนแรงของการเกิดโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับเงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ คือ 1.94 และ 1.77 คะแนน ตามลำดับ (Figure 1B) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเงาะพบว่า การพ่นสาร BTH 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อราสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ เงาะที่พ่นสาร BTH 0.1 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรา ส่วนเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่แตกต่างกับเงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ (Figure 2A-2B) นอกจากนี้ยังพบว่า การพ่นสาร 0.1 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรามีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุด วันสุดท้ายของการเก็บรักษามีอัตราการผลิตเอทิลีน เท่ากับ 2.19  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$  รองลงมาได้แก่ เงาะที่พ่นสาร BTH 0.2 กรัมต่อลิตร (2.91  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ) เงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ (3.31  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ) และเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว (4.23  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ )

(Figure 2C) และการพ่นสาร BTH ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อราสามารถลดอัตราการหายใจได้ โดยวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเงาะมีอัตราการหายใจเท่ากับ 0.67 และ 0.60 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup> ตามลำดับ ส่วนเงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราอย่างเดียวมีอัตราการหายใจเท่ากับ 0.74 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup> และเงาะที่ไม่ฉีดพ่นสารใดๆ มีอัตราการหายใจเท่ากับ 0.84 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup> (Figure 2D) นอกจากนี้ เงาะที่พ่นสาร BTH 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรามีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามากที่สุด คือ 5.27 คะแนน รองลงมาได้แก่ เงาะที่พ่นสาร BTH 0.1 กรัมต่อลิตร (4.22 คะแนน) เงาะที่พ่นสารกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว (3.25 คะแนน) และเงาะที่ไม่พ่นสารใดๆ (2.69 คะแนน) (Figure 3A) แต่การพ่นสาร BTH 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับสารกำจัดเชื้อราไม่มีผลต่อปริมาณ TSS (Figure 3B)

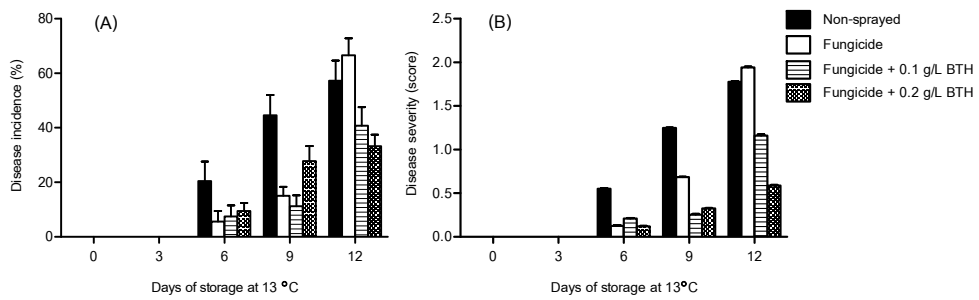


Figure 1 Disease incidence (A) and severity (B) of fruit rot disease of rambutan. The fruits on the tree were sprayed with 0.1 and 0.2 g/L of BHT combined with fungicide, sprayed with fungicides alone and non-sprayed (control) until harvest. The harvested fruits were then stored at 13°C for 12 days.

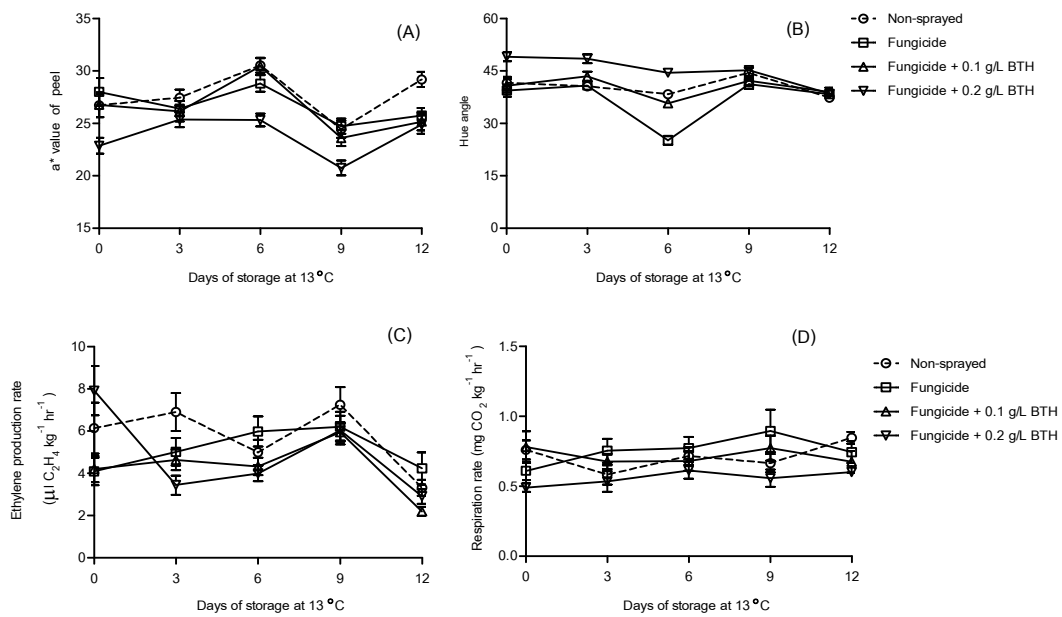
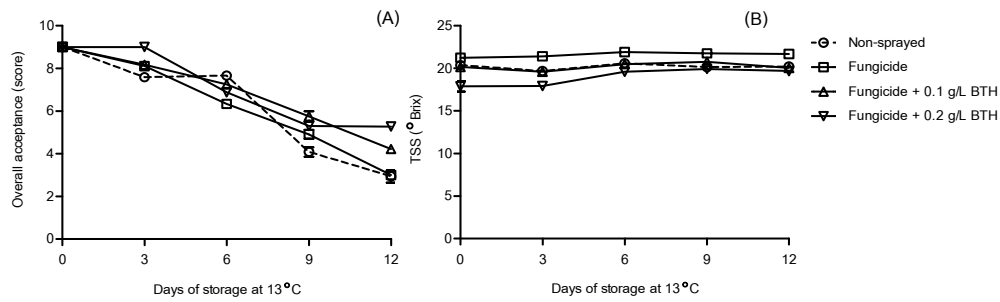


Figure 2 a\* value (A), Hue angle (B) of peel of rambutan, ethylene production (C) and respiration rate (D) of rambutan. The fruits on the tree were sprayed with 0.1 and 0.2 g/L of BHT combined with fungicide, sprayed with fungicides alone and non-sprayed (control) until harvest. The harvested fruits were then stored at 13°C for 12 days.

### วิจารณ์ผลการทดลอง

โรคผลเน่าเป็นปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญของเงาะ การป้องกันกำจัดการเกิดโรคผลเน่านิยมใช้สารเคมี แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าการใช้สารกำจัดเชื้อราที่เกษตรกรเคยใช้ไม่สามารถลดการเกิดโรคผลเน่าได้เมื่อเปรียบเทียบกับเงาะที่ไม่ฉีดพ่นสารใดๆ (ชุดควบคุม) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสารกำจัดเชื้อราเมื่อใช้เป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดการดื้อยา อย่างไรก็ตามเมื่อใช้สาร BTH ร่วมกับสารกำจัดเชื้อราที่เกษตรกรใช้พบว่าสามารถลดการเกิดโรคผลเน่าของ

เงาะได้ โดยสามารถลดการเกิดโรคได้ 24.08% เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว และลดลงได้ 33.33% เมื่อเปรียบเทียบกับเงาะที่ไม่ฉีดพ่นสารใดๆ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าสาร BTH มีผลช่วยลดการเกิดโรคผลเน่าของพีช และ สตรอเบอร์รี่ (Lui *et al.*, 2005; Cao *et al.*, 2011) สาเหตุที่สาร BTH สามารถลดการเกิดโรคผลเน่าได้เนื่องจากสาร BTH เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการชักนำความต้านทานโรคพีช ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าสาร BTH มีผลชักนำกิจกรรมของเอนไซม์ Chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งทั้งเอนไซม์ Chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase นั้นเป็นเอนไซม์ที่สำคัญและมีคุณสมบัติย่อยไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เชื้อรา (Lui *et al.*, 2005) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suo and Leung (2001) พบว่าการพ่นต้นกุหลาบด้วยสาร BTH มีผลกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ Chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase และช่วยลดการเกิดโรคใบจุดของกุหลาบได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการฉีดพ่นสาร BTH สามารถรักษาคุณภาพของเงาะในระหว่างการเก็บรักษา โดยเงาะที่พ่นสาร BTH ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรา มีอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคของผลิตผล เนื่องจากผลิตผลที่เกิดโรคจะมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนมากกว่าผลิตผลที่ไม่มีการเกิดโรค (จริงแท้, 2544) ดังนั้นการใช้สาร BTH จึงเป็นผลทางอ้อมในการช่วยลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของเงาะ และเนื่องจากเงาะที่พ่นสาร BTH ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรา มีอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจต่ำจึงส่งผลให้เกิดการชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพของเงาะ เช่น ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะทำให้เงาะที่พ่นสาร BTH ร่วมกับสารกำจัดเชื้อรามีการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด



**Figure 3** Overall acceptance (A) and TSS contents (B) of rambutan. The fruits on the tree were sprayed with 0.1 and 0.2 g/L of BHT combined with fungicide, sprayed with fungicide alone and non-sprayed (control) until harvest. The harvested fruits were then stored at 13°C for 12 days.

**สรุป**

สาร BTH ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราในการลดการเกิดโรคผลเน่า และช่วยรักษาคุณภาพของเงาะในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีผลลดอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจ และช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ส่งผลให้เงาะมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูง

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน (ว.1) ประจำปี 2559

**เอกสารอ้างอิง**

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 396 น.  
 Cao, S., Z. Yang, Z. Hu and Y. Zheng. 2011. The effects of the combination of *Pichia membranefaciens* and BTH on controlling of blue mould decay caused by *Penicillium expansum* in peach fruit. Food Chemistry 124: 911-996.  
 Lui, H., W. Jiang, Y. Bi and Y. Luo. 2005. Postharvest BTH treatment induces resistance of peach (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) fruit to infection by *Penicillium expansum* and enhances activity of fruit defense mechanisms. Postharvest Biology and Technology 35: 263-269.  
 Sparla, F., L. Rotino, M.C. Valgimigli, P. Pupillo and P. Trost. 2004. Systemic resistance induced by benzothiadiazole in pear inoculated with the agent of fire blight (*Erwinia amylovora*). Scientia Horticulturae 101: 269-279.  
 Suo, Y. and D.W.M. Leung. 2001. Elevation of extracellular  $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase activities in rose in response to treatment with acibenzolar-S-methyl and infection by D. rose. Journal of Plant Physiology 158: 971-976.