

การใช้และการตรวจสอบการตกค้างของสารอีทีฟอนต่อทุเรียนสดในโรงคัดบรรจุเพื่อการส่งออก Application and Residue Analysis of Ethephon on Fresh Durian in Packing House for Export

เกรียงไกร สุภโตชะ¹ วีรยุทธ สุทธิรักษ์¹ ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์² ทรรศน์สร้อย รัตนทัศนีย์¹
Kreangkai Supatosa¹ Weerayuth Suttirak¹ Siragan Srithanyarat² Tasrun Ratanathusnee¹

ABSTRACT

'Monthong' durian fruits were harvested at 95, 100, 104, 111 and 118 days after anthesis (DAA) from an orchard in Nakhon Si Thammarat province during July 2016 – April 2017 were treated with 6 different ethephon treatments, the treatment including 1) control (no ethephon), 2) brushing the fruit stalk with 26% ethephon, 3) brushing the fruit stalk with 52% ethephon, 4) submerging the whole fruit into 0.05% ethephon combined with brushing the fruit stalk with 26% ethephon, 5) submerging the whole fruit into 0.10% ethephon combined with brushing the fruit stalk with 26% ethephon and 6) submerging the whole fruit into 0.20% ethephon combined with brushing the fruit stalk with 26% ethephon. All durian fruits were stored at 15 ± 1 °C. Ethephon residues (combination of pulp and peel) and physiological changes of durian fruits were determined at day 0, 6, 8 and 10 after storage. The result showed that durian fruits of the treatment 6 harvested at 95, 100, 104, 111 and 118 DAA contained the amount of ethephon residue of 2.48 – 7.78, 2.43 – 5.86, 3.22 – 4.19, 2.00 – 3.92 and 3.40 – 6.43 mg/kg, respectively. This treatment significantly contained the amount of ethephon residue higher than the other treatments and exceeded the maximum residue limits of Hong Kong and Thai regulations (2 mg/kg). However, the amount of ethephon residues of the treatments 2, 3, 4 and 5 contained the amount of ethephon residue lower than 2 mg/kg throughout the storage period. Focusing on physiological changes of durian fruits, 95 DAA durian fruit treated with all treatments either failed to ripen, 100 and 104 DAA durian fruits treated with treatments 3, 5 and 6 ripen at day 10 of storage while 111 and 118 DAA durian fruits treated with treatments 2, 3, 4, 5 and 6 ripen at day 8 and 10 of storage. The preference of ripe durian pulps were evaluated on a nine-point hedonic scale with 15 trained panel. The overall liking scores of 100 DAA durian fruit was rated as 'dislike moderately', 104 DAA durian fruit was rated as 'dislike slightly' while 111 and 118 DAA durian fruits were rated as 'like moderately'. The overall results indicated that 'Monthong' durian fruits must be harvested at least 111 DAA.

¹ กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช (Plant Standard and Certification Division)

² กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร (Postharvest and Processing Research and Development Division)

The use and utilization rates of ethephon containing the amount of ethephon residue lower than 2 mg/kg was brushing the fruit stalk with 26 – 52% ethephon or submerging the whole fruit into 0.05 – 0.10% ethephon combined with brushing the fruit stalk with 26% ethephon. Treated durian fruits were ripen after storage at 15 °C for 8 – 10 days on sea shipping conditions for export fresh durian fruits to the destination country.

Keywords : Ethephon, Maximum residue limits, Durian, Packinghouse, Export

บทคัดย่อ

เก็บเกี่ยวผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีอายุผล 95 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน จากสวนของเกษตรกรในจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2559 – เดือนเมษายน 2560 นำมาบ่ม 6 กรรมวิธี คือ 1) ชูตควบคุม (ไม่ใช้สารอีทีฟอน) 2) ป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ 3) ป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 52 เปอร์เซ็นต์ 4) จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ 5) จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ และ 6) จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±1 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ปริมาณสารอีทีฟอนตกค้าง (เนื้อรวมเปลือก) และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลทุเรียน หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 0 6 8 และ 10 วัน พบว่า ผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 95 100 104 111 และ 118 วัน ของกรรมวิธีที่ 6 มีสารอีทีฟอนตกค้างเท่ากับ 2.48 – 7.78, 2.43 – 5.86, 3.22 – 4.19, 2.00 – 3.92 และ 3.40 – 6.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และสูงกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่สามารถพบได้ตามข้อกำหนดของฮ่องกงและประเทศไทย (ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่ผลทุเรียนทุกอายุเก็บเกี่ยวของกรรมวิธีที่ 2 3 4 และ 5 มีสารอีทีฟอนตกค้างไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลทุเรียน พบว่า ผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 95 วัน ของทุกกรรมวิธี ไม่มีการสุก ผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 100 และ 104 วัน ของกรรมวิธีที่ 3 5 และ 6 มีการสุก ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา และผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 111 และ 118 วัน ของกรรมวิธีที่ 2 3 4 5 และ 6 มีการสุก ในวันที่ 8 และ 10 ของการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาผลทดสอบความชอบโดยรวมของเนื้อทุเรียนสุกด้วยวิธีการให้คะแนนตามสเกลความชอบ 9 ระดับ คะแนน ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน พบว่า ผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 100 วัน มีคะแนนในระดับไม่ชอบปานกลาง ผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 104 วัน มีคะแนนในระดับไม่ชอบเล็กน้อย และผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 111 และ 118 วัน มีคะแนนในระดับชอบปานกลาง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เก็บเกี่ยวเพื่อการจำหน่ายต้องมีอายุผลหลังดอกบานอย่างน้อย 111 วัน วิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนที่ใช้ได้กับผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวและมีการตกค้างไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คือ ป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 – 52 เปอร์เซ็นต์ หรือจุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.05 – 0.10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ ผลทุเรียนจะสุก หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 – 10 วัน ซึ่งเป็นสภาวะของการขนส่งผลทุเรียนสดทางเรือไปยังประเทศปลายทาง

คำหลัก : อีทีฟอน, ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด, ทุเรียน, โรงคัดบรรจุ, การส่งออก

คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีผลผลิตทุเรียน 522 พันตัน มีปริมาณผลทุเรียนสดส่งออก 40.36 หมื่นตัน มูลค่า 17.51 พันล้านบาท ตลาดส่งออกผลทุเรียนสดที่สำคัญ คือ จีนและฮ่องกง มีมูลค่าส่งออกในปี พ.ศ. 2559 เท่ากับ 8.97 และ 4.95 พันล้านบาท คิดเป็น 51.25 และ 28.29 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าส่งออกผลทุเรียนสดทั้งหมด ตามลำดับ (กระทรวงพาณิชย์, 2560; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) เพื่อให้ทุเรียนของประเทศไทยยังคงความเป็นหนึ่งด้านการส่งออก กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรที่ครอบคลุมตั้งแต่การจัดการในสวนทุเรียนถึงการส่งออก และการกำหนดกฎหมายหรือข้อกำหนดระหว่างประเทศ เพื่อเป็นเครื่องมือในการควบคุมและส่งเสริมการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมถึงป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดแก่เกษตรกรหรือกิจการค้า หรือเศรษฐกิจของประเทศ และเพื่อให้สอดคล้องกับพันธกรณีระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการส่งออกผลทุเรียนของประเทศไทยยังคงประสบปัญหา โดยเฉพาะปัญหาการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนอ่อนและผลทุเรียนไม่สุกเมื่อถึงประเทศปลายทาง และปัญหาสารเคมีตกค้างในผลทุเรียนเกินค่ามาตรฐานหรือข้อกำหนดของประเทศคู่ค้า โดยเฉพาะสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุ ทำให้เกิดความเสียหายในเชิงธุรกิจและขาดความน่าเชื่อถือในคุณภาพสินค้า

การผลิตทุเรียนเพื่อการส่งออก ผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุนิยมใช้สารอีทีฟอน (Ethephon) เพื่อกระตุ้นการสุกของผลทุเรียน แต่สารอีทีฟอนเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสามารถตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรได้หากใช้เกินมาตรฐาน (Environmental Protection Agency, 1995; European Food Safety Authority, 2008; European Food Safety Authority, 2009) จึงมีกฎหมายกำหนดค่าปริมาณการตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) ของสารอีทีฟอนในผลทุเรียน คือ สหภาพยุโรป กำหนดค่า MRL ของสารอีทีฟอน ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (European Commission, 2017) ประเทศไทยและฮ่องกง กำหนดค่า MRL ของสารอีทีฟอน ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559; Centre for Food Safety, 2017) ทั้งนี้ ผลทุเรียนสดส่งออกจากประเทศไทยมีข้อมูลการตรวจพบสารอีทีฟอนตกค้างเกินค่า MRL ของสหภาพยุโรป จำนวน 1 ครั้ง (Anastassiades *et al.*, 2008) และฮ่องกง จำนวน 2 ครั้ง (ฝ่ายการเกษตรประจำกงสุลใหญ่, 2559; Centre for Food Safety, 2016) ทำให้จีนและฮ่องกงกำหนดบทลงโทษผู้จำหน่ายผลทุเรียนที่ตรวจพบสารอีทีฟอนเกินค่า MRL ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการส่งออกผลทุเรียนสดของประเทศไทย

การศึกษาการใช้สารอีทีฟอนกับผลทุเรียนสดที่ขนส่งทางเครื่องบิน มีคำแนะนำให้จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.10 - 0.20 เปอร์เซ็นต์ หรือป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2547) แต่ยังไม่มีการศึกษาในโรงคัดบรรจุผลทุเรียนเพื่อการส่งออกด้วยวิธีการขนส่งทางเรือ ซึ่งต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลทุเรียนจากสวน กระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุ สภาพการขนส่งทางเรือ คุณภาพของผลทุเรียนที่ประเทศปลายทาง และปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างในผลทุเรียน ดังนั้น จึงดำเนินการศึกษาวิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุเพื่อการส่งออก และเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างและผลกระทบต่อคุณภาพของผลทุเรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 95 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน
2. สารเคมี คือ สารอีทีฟอนและสารโพรคลอราซ (Prochloraz)
3. กล่องกระดาษลูกฟูก ขนาด 46x50x22 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ห้องเย็น
5. เครื่องวัดสี เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ตู้อบลมร้อน เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล โกลดความชื้น เครื่องปั่นผสม เครื่องหมุนเหวี่ยง และเครื่องวัดความหวาน
6. ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน และแบบฟอร์มการทดสอบทางประสาทสัมผัส
7. บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด กรุงเทพฯ (ทดสอบปริมาณสารอีทีฟอนตกค้าง)

วิธีการ

ดำเนินการวิจัยในสวนทุเรียนพันธุ์หมอนทองของเกษตรกรในจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีต้นทุเรียนอายุประมาณ 10 ปี คัดเลือกต้นทุเรียนที่มีขนาดทรงพุ่ม ความสมบูรณ์ของต้นและใบ และจำนวนการติดผลใกล้เคียงกัน ทำเครื่องหมายที่ผลทุเรียนด้วยการใช้เชือกผูกที่ขั้วผล

วางแผนการทดลองแบบ Split plot design โดย Main plot วางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ Main plot คือ วิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอน จำนวน 6 กรรมวิธี ได้แก่

- 1) กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใช้สารอีทีฟอน)
- 2) กรรมวิธีที่ 2 ป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ (B-26)
- 3) กรรมวิธีที่ 3 ป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 52 เปอร์เซ็นต์ (B-52)
- 4) กรรมวิธีที่ 4 จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ (S-0.05+B-26)
- 5) กรรมวิธีที่ 5 จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ (S-0.10+B-26)
- 6) กรรมวิธีที่ 6 จุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ (S-0.20+B-26)

Subplot คือ ระยะเวลาของการเก็บรักษา จำนวน 4 ช่วงเวลา ได้แก่

- 1) ช่วงเวลาที่ 1 ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส (0 วัน)
- 2) ช่วงเวลาที่ 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน
- 3) ช่วงเวลาที่ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน
- 4) ช่วงเวลาที่ 4 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

โดยกำหนดให้ 1 หน่วยทดลอง คือ ทุเรียน 1 กล่อง กล่องละ 4 ผล

เก็บเกี่ยวผลทุเรียน ที่มีอายุผลหลังดอกบาน 95 100 104 111 และ 118 วัน คัดเลือกผลทุเรียนที่มีลักษณะภายนอกสมบูรณ์ คือ มีพุ่มสมบูรณ์ไม่น้อยกว่า 3 พู มีขั้วผล ไม่มีรอยแตกที่เปลือก หนามไม่หักหรือซ้ำ ไม่มีศัตรูพืชและร่องรอยความเสียหายเนื่องมาจากศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อทุเรียน และ

มีน้ำหนักผล 3 – 5 กิโลกรัมต่อผล จากนั้นนำผลทุเรียนมาเผาทำความสะอาด จุ่มผลในโพรคลอราซความเข้มข้น 0.10 เปอร์เซ็นต์ และนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่มโดยใช้พัดลมเป่า แล้วใช้สารอีทีฟอนตามกรรมวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่มโดยใช้พัดลมเป่า บรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก กล่องละ 4 ผล น้ำหนัก 15 ± 1 กิโลกรัมต่อกล่อง ปิดผนึก และเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส ตามช่วงเวลาที่กำลังกล่าวไว้ข้างต้น

วิเคราะห์ปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างในผลทุเรียน โดยการส่งตัวอย่างผลทุเรียนที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ กรุงเทพมหานคร ทดสอบด้วยวิธีที่ปรับปรุงใหม่จากวิธี EURL-SRM, QuPPE-method, Version 9.3, August 2017 (Anastassiades *et al.*, 2017) เตรียมตัวอย่างผสมของเนื้อและเปลือก รายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมผลทุเรียน วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเนื้อทุเรียน (น้ำหนักเนื้อแห้ง สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการสุก) และทดสอบความชอบโดยรวมของเนื้อทุเรียนด้วยวิธีให้คะแนนตามสเกลความชอบแบบ 9 คะแนน (nine-point hedonic scale) ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม IRRISTAT for DOS version 3/93

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การตกค้างของสารอีทีฟอน

ผลการวิจัยพบว่า วิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนมีผลต่อการตกค้างของสารอีทีฟอนในผลทุเรียน คือ การจุ่มผลรวมกับการป้ายซ้ำทำให้มีสารอีทีฟอนตกค้างสูงกว่าการป้ายซ้ำเพียงอย่างเดียว และความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารอีทีฟอนที่ใช้จุ่มผลทำให้มีสารอีทีฟอนตกค้างเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ วิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนตามกรรมวิธีที่ 6 คือ การจุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายซ้ำด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ ตรวจพบปริมาณสารอีทีฟอนตกค้าง เท่ากับ 2.48 – 7.78, 2.43 – 5.86, 3.22 – 4.19, 2.00 – 3.92 และ 3.40 – 6.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 95 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่า MRL ของฮ่องกงและประเทศไทย (ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) กรรมวิธีดังกล่าวจึงไม่แนะนำให้ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุผลทุเรียนส่งออก ในขณะที่การใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนตามกรรมวิธีที่ 2 – 5 ตรวจพบปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างในผลทุเรียนทุกอายุเก็บเกี่ยว ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลทุเรียนของกรรมวิธีที่ 2 คือ การป้ายซ้ำด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์ ตรวจพบปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างน้อยที่สุด เท่ากับ 0.04 – 0.09, 0.01 – 0.12, 0.06 – 0.33, 0.01 – 0.07 และ 0.04 – 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลทุเรียนอายุเก็บเกี่ยว 95 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน ตามลำดับ กรรมวิธีดังกล่าวจึงแนะนำให้ใช้ได้ ในกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุผลทุเรียนส่งออก ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างในผลทุเรียนทุกอายุเก็บเกี่ยวของกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใช้อีทีฟอน) พบว่า ตรวจไม่พบสารอีทีฟอน แสดงให้เห็นว่าผลทุเรียนไม่มีการปนเปื้อนสารอีทีฟอนจากวิธีการปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก (Table 1 – 5)

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอีทีฟอนตกค้าง พบว่า วิธีการใช้สารอีทีฟอนด้วยการป้ายซ้ำเพียงอย่างเดียว ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอีทีฟอนตกค้าง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่วิธีการใช้สารอีทีฟอนด้วยการจุ่มผลรวมกับการป้ายซ้ำ ปริมาณสารอีทีฟอนตกค้างลดลงตลอดระยะเวลา

การเก็บรักษา อาจเป็นผลมาจากการสลายตัวของสารอีทีฟอนที่เคลือบอยู่บนผิวเปลือกด้านนอกของผลทุเรียนจากการจุ่มผลในสารอีทีฟอน ซึ่งการสลายตัวดังกล่าวเกิดขึ้นจากสารอีทีฟอนหรือ 2-chloroethyl phosphonic acid เปลี่ยนรูปเป็น 2-hydroxyethyl phosphonic acid ที่สามารถสลายตัวปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมา (European Food Safety Authority, 2008) โดยมีรายงานผลการวิจัยของ Wisutiamonkul *et al.* (2015) พบว่า ผลทุเรียนที่ใช้สารอีทีฟอนมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนสูงกว่าผลทุเรียนที่ไม่ใช้สารอีทีฟอน เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ Tan *et al.* (1999) พบว่า ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ตรวจวัดได้จากอากาศภายในถุงบรรจุผลมะม่วงมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารอีทีฟอนที่ใช้กับผลมะม่วงก่อนนำไปบรรจุในถุง

2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลทุเรียน

ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 95 วัน หลังดอกบาน ที่ไม่ใช้สารอีทีฟอนและใช้สารอีทีฟอนทุกกรรมวิธี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าคุณลักษณะต่างๆ (สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้) ของเนื้อทุเรียน และไม่มีการสุกของผลทุเรียน ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน แสดงให้เห็นว่าสารอีทีฟอนไม่สามารถกระตุ้นการสุกของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 95 วัน หลังดอกบาน ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส อาจเป็นผลมาจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 95 วัน หลังดอกบาน เป็นผลทุเรียนอ่อน เนื่องจากมีน้ำหนักเนื้อแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าน้ำหนักเนื้อแห้งขั้นต่ำของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแก่ได้ที่ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร (32 เปอร์เซ็นต์) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2557) ทำให้ผลทุเรียนไม่มีการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนจากภายนอก (Exogenous ethylene) ดังนั้น ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 95 วัน หลังดอกบาน จึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวเพื่อการจำหน่าย

ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน ที่ไม่ใช้สารอีทีฟอนมีการเปลี่ยนแปลงของค่าคุณลักษณะต่างๆ ของเนื้อทุเรียน (สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้) เพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ผลทุเรียนที่ใช้สารอีทีฟอนทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงของค่าคุณลักษณะต่างๆ ของเนื้อทุเรียน อย่างชัดเจนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา คือเนื้อผลทุเรียนที่ใช้สารอีทีฟอนมีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีเหลืองและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และมีการลดลงของความแน่นเนื้อตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Table 6 – 8) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลทุเรียนมีพัฒนาการสุกในระหว่างการเก็บรักษา (สุตารัตน์, 2536; Ketsa and Daengkanit, 1999; Fuchs *et al.*, 1980)

พิจารณาการสุกของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน พบว่า ผลทุเรียนที่ไม่ใช้สารอีทีฟอนไม่มีการสุกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ผลทุเรียนที่ใช้สารอีทีฟอนมีการสุก คือ ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 วัน หลังดอกบาน ที่ใช้สารอีทีฟอนตามกรรมวิธีที่ 3 5 และ 6 มีการสุกในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลทุเรียนทั้งหมด ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 104 วัน หลังดอกบาน ที่ใช้สารอีทีฟอนตามกรรมวิธีที่ 3 5 และ 6 มีการสุกในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คิดเป็น 25 – 33 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลทุเรียนทั้งหมด ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 111 วัน หลังดอกบาน ที่ใช้สารอีทีฟอนทุกกรรมวิธี มีการสุกในวันที่ 8 และ 10 ของการเก็บรักษา คิดเป็น 83 – 92 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลทุเรียนทั้งหมด และผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 118 วัน หลังดอกบาน ที่ใช้สารอีทีฟอนทุกกรรมวิธี มีการสุกในวันที่ 8 และ 10 ของการเก็บรักษา

คิดเป็น 75 – 92 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลทุเรียนทั้งหมด (Table 9) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสารอีทีฟอนสามารถกระตุ้นการสุกของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส อาจเป็นผลมาจากผลทุเรียนมีการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนจากภายนอกและความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนจากการสลายตัวของสารอีทีฟอนอยู่ในระดับที่สามารถเพิ่มอัตราหรือปริมาณการสร้างเอทิลีนภายในเนื้อเยื่อของผลทุเรียนให้สูงขึ้นได้ จนทำให้การสร้างเอทิลีนภายใน (Endogenous ethylene) ดำเนินต่อไปได้เอง (Autocatalytic system) จนมีพัฒนาการสุกของผลทุเรียน ทั้งนี้ สารอีทีฟอนสามารถกระตุ้นการสุกของผลทุเรียนได้แตกต่างกันตามวิธีการใช้และอัตราการใช้สารอีทีฟอนและอายุผลทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยว

อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อทุเรียนสุกด้วยวิธีการให้คะแนนตามสเกลความชอบ 9 คะแนน พบว่า เนื้อทุเรียนสุกของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน มีคะแนนความชอบโดยรวมในระดับไม่ชอบปานกลาง (3 คะแนน) ไม่ชอบเล็กน้อย (4 คะแนน) ชอบปานกลาง (7 คะแนน) และชอบปานกลาง (7 คะแนน) ตามลำดับ (Table 10) เป็นผลมาจากผลทุเรียนมีระดับความแก่แตกต่างกัน เนื่องจากผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 104 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน มีน้ำหนักเนื้อแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 27.69 29.50 36.45 และ 38.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพการบริโภคของเนื้อทุเรียนสุกแตกต่างกันตามระดับความแก่ของผลทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักเนื้อแห้งขั้นต่ำของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแก่ได้ที่ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร พบว่า ทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 100 และ 104 วัน หลังดอกบานเป็นผลทุเรียนอ่อน จึงไม่แนะนำให้เก็บเกี่ยวเพื่อการจำหน่าย ส่วนผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน เป็นผลทุเรียนแก่ จึงแนะนำให้เก็บเกี่ยวเพื่อการจำหน่ายได้

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการใช้และอัตราการใช้อีทีฟอนที่แนะนำให้ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุเพื่อการส่งออก คือ การป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 – 52 เปอร์เซ็นต์ หรือจุ่มผลในสารอีทีฟอนความเข้มข้น 0.05 – 0.10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับป้ายข้าวด้วยสารอีทีฟอนความเข้มข้น 26 เปอร์เซ็นต์
2. ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายต้องมีอายุผลหลังดอกบานอย่างน้อย 111 วัน และมีน้ำหนักเนื้อแห้งขั้นต่ำ 32 เปอร์เซ็นต์ แต่การบ่งชี้ความแก่ของผลทุเรียนด้วยวิธีการนับอายุผลหลังดอกบานมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากความแก่ของผลทุเรียนผันแปรตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก ดังนั้น การพิจารณาความแก่ของผลทุเรียนควรใช้หลายๆ วิธีประกอบกัน ได้แก่ การนับอายุผลหลังวันดอกบาน การตรวจพินิจลักษณะภายนอกและลักษณะภายใน และการหาน้ำหนักเนื้อแห้ง
3. ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุเก็บเกี่ยว 111 และ 118 วัน หลังดอกบาน ที่ใช้สารอีทีฟอนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส จะสุกในวันที่ 8 – 10 ของการเก็บรักษา และเนื้อทุเรียนสุกมีคุณภาพสำหรับการบริโภค
4. สารอีทีฟอนเป็นสารเคมีที่นำมาใช้ได้ในการบวนการผลิตผลทุเรียนสดเพื่อการส่งออก แต่ต้องใช้ด้วยวิธีการและอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสม
5. โครงการวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาในผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกรในจังหวัดนครศรีธรรมราชและศึกษาในสภาพจำลองกระบวนการผลิตของโรงคัดบรรจุและการขนส่งทางเรือเท่านั้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1. เป็นคำแนะนำให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุผลทุเรียนส่งออก เพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ถูกต้องและเป็นการเพิ่มศักยภาพการส่งออกผลทุเรียนสดของประเทศไทยต่อไป
2. เป็นข้อมูลทางวิชาการ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณากำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องและพันธกรณีระหว่างประเทศ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาการส่งออกผลทุเรียนสดของประเทศไทย
3. เป็นแนวปฏิบัติในการตรวจประเมิน/ตรวจติดตามของผู้ตรวจประเมินกรมวิชาการเกษตร และ/หรือ หน่วยรับรองภาคเอกชน ตามหลักปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงคัดบรรจุผลไม้ (ผลไม้ที่ส่งออกทั้งผลและเปลือก) และ/หรือ มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงรวบรวมผักและผลไม้ (มกษ. 9047 – 2560) เพื่อให้สามารถประเมินวิธีการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ (ความอ่อน-แก่ของผลทุเรียน) และประเมินความเสี่ยงการตกค้างของสารอีทีพอนในผลทุเรียน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะทำงานพิจารณาโครงการวิจัยด้านการเกษตร คณะกรรมการบริหารการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร คณะทำงานติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยด้านการเกษตร และคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำปรึกษาแก้ไขปัญหาด้านวิชาการ และกำกับดูแลแผนงานให้เป็นไปตามตัวชี้วัดและวัตถุประสงค์

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากความร่วมมือร่วมใจของนักวิจัยและผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพาณิชย์. 2560. Export of Thailand classified by commodity – ผลไม้สด แช่เย็น แช่แข็ง และแห้ง. กระทรวงพาณิชย์. 2 หน้า.(http://www.ops3.moc.go.th/infor/hs/export/export_commodity/report.asp, http://www.ops3.moc.go.th/infor/menucomth/stru1_export/export_topn_re/report.asp สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2560).
- ฝ่ายการเกษตรประจำกงสุลใหญ่. 2559. พบทุเรียนไทยในตลาดเมืองฮองกงมีสารตกค้าง Ethephon เกินมาตรฐานที่กำหนด. หนังสือฝ่ายการเกษตรประจำกงสุลใหญ่ ณ นครกวางโจว ที่ กษ 0215(6).01/313 ลงวันที่ 25 กรกฎาคม 2559. 3 หน้า.
- ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2547. การตรวจสอบความแก่ การเก็บเกี่ยว และมาตรฐานคุณภาพทุเรียน. หน้า 61–65. ใน: เอกสารวิชาการลำดับที่ 13/2547 เรื่อง ทุเรียน. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง ทุเรียน (มกษ. 3 – 2556). ราชกิจจานุเบกษา. 131 (ตอนพิเศษ 31 ง): 1-14.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (มกษ. 9002 – 2559). ราชกิจจานุเบกษา. 133 (ตอนพิเศษ 288 ง): 1-55.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการส่งออก – ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2 หน้า.(http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php, http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577 สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2560).
- สุदारัตน์ สุตพันธ์. 2536. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อทุเรียนพันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง หลังการเก็บเกี่ยว (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 79 หน้า.
- Anastassiades, M.; D. Mack; B. Tsdelen; I. Sigalova; D. Kostelac and E. Scherbaum. 2008. Residue of highly polar pesticides in sample from the market. *Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt*. 1 page. (<http://cvuas.xn--untersuchungsamt-bw-nzb.de/pdf/EPRW08-SRM-highpolar.pdf> accessed August 3, 2017).
- Anastassiades, M.; D.I. Kolberg; A. Benkenstein; E. Eichhorn; S. Zechmann; D. Mack; C. Wildgrube; I. Sigalov; D. Dörk and A. Barth. 2017. EU reference laboratory for pesticides requiring single residue methods (EURL-SRM), Quick method for the analysis of numerous highly polar pesticides in foods of plant origin via LC-MS/MS involving simultaneous extraction with methanol (QuPPE-method). 76 pages. (www.eurl-pesticides.eu accessed November 1, 2017).
- Centre for Food Safety. 2016. CFS follows up on unsatisfactory samples of Thai durian and salted fish. Food and environmental hygiene department. 1 page.(http://www.cfs.gov.hk/english/press/20150612_0287.html accessed January 6, 2016).
- Centre for Food Safety. 2017. Hong Kong pesticide MRL database. Food and Environmental Hygiene Department. 1 page. (http://www.cfs.gov.hk/english/mrl/mrl_report.php accessed May 26, 2017).
- Environmental Protection Agency. 1995. Ethephon. *Environmental Protection Agency Report*. 1-11.

- European commission. 2017. EU – pesticides database. European commission. 1 page. (<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN> accessed May 26, 2017).
- European Food Safety Authority. 2008. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance ethephon. *European Food Safety Authority Scientific Report*. 174:1-65.
- European Food Safety Authority. 2009. Review of the existing maximum residue levels (MRLs) for ethephon. *European Food Safety Authority Journal*. 7:1-44.
- Fuchs, Y.; E. Pesis and G. Zauberman. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugars contents in mango fruit pulp. *Scientia Horticulturae*. 13:155-160.
- Ketsa, S. and T. Daengkanit. 1999. Firmness and activities of polygalacturonase, pectinesterase, β -galactosidase and cellulase in ripening durian harvested at different stages of maturity. *Scientia Horticulturae*. 80:181-188.
- Tan, S.C.; J. Janes and S. Zora. 1999. Fruit ripening, quality and shelf life of mango as effected by postharvest application of ethephon. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1 page. (<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2002003319> accessed May 26, 2017).
- Wisutiamonkul, A.; S. Promdang; S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2015. Carotenoids in Durian fruit pulp during growth and postharvest ripening. *Food Chemistry*. 180:301–305.

Table 1 Ethephon residue of 95 DAA durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Ethephon residue (mg/kg)			
	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
2. B-26	0.05aA	0.09aA	0.04aA	0.06aA
3. B-52	0.16aA	0.60abAB	0.41abAB	0.39abB
4. S-0.05+B-26	1.58bB	0.87bA	0.64bA	0.64bA
5. S-0.10+B-26	3.54cC	1.82cB	1.50cA	1.59cAB
6. S-0.20+B-26	7.78dC	2.48dA	3.00dB	3.16dB
CV _{treatment} (%) = 27.3				
CV _{storage period} (%) = 14.9				

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 2 Ethephon residue of 100 DAA durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Ethephon residue (mg/kg)			
	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
2. B-26	0.01aA	0.08aA	0.12aA	0.06aA
3. B-52	0.07abA	0.52abA	0.50abA	0.40abA
4. S-0.05+B-26	1.44bcA	1.29bcA	0.83bcA	0.56bcA
5. S-0.10+B-26	2.69cB	1.99cAB	1.20cA	1.00cA
6. S-0.20+B-26	5.86dC	4.53dBC	3.45dAB	2.43dA
CV _{treatment} (%) = 70.6				
CV _{storage period} (%) = 68.2				

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 3 Ethephon residue of 104 DAA durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Ethephon residue (mg/kg)			
	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
2. B-26	0.06aA	0.25abA	0.33abA	0.30aA
3. B-52	0.36aA	0.57bcA	0.46bA	0.43abA
4. S-0.05+B-26	1.00bA	0.76cA	0.77bA	0.76bA
5. S-0.10+B-26	2.04cA	1.77dA	1.92cA	1.82cA
6. S-0.20+B-26	4.19dC	3.69eB	3.33dAB	3.22dA
CV _{treatment} (%) = 22.6				
CV _{storage period} (%) = 21.3				

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 4 Ethephon residue of 111 DAA durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Ethephon residue (mg/kg)			
	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
2. B-26	0.01aA	0.07aA	0.01aA	0.02aA
3. B-52	0.06aA	0.10aA	0.30aA	0.23aA
4. S-0.05+B-26	1.44bB	0.59abAB	0.78aAB	0.71aA
5. S-0.10+B-26	1.96bB	1.21bA	1.86bAB	1.46bAB
6. S-0.20+B-26	3.92cC	2.00cA	2.74cB	2.79cB
CV _{treatment} (%) = 47.8				
CV _{storage period} (%) = 46.0				

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 5 Ethephon residue of 118 DAA durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Ethephon residue (mg/kg)			
	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	0.00aA	0.00aA	0.00aA	0.00aA
2. B-26	0.04aA	0.39abA	0.16aA	0.17abA
3. B-52	0.16aA	0.44abA	0.51abA	0.30abA
4. S-0.05+B-26	1.19bB	0.79bAB	0.85bcAB	0.60bA
5. S-0.10+B-26	3.01cB	1.68cA	1.15cA	1.14cA
6. S-0.20+B-26	6.43dC	4.03dB	3.81dAB	3.40dA
CV _{treatment} (%) = 25.6				
CV _{storage period} (%) = 22.2				

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 6 Changes in color of durian pulp of durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Color (b value)								
	111 DAA				118 DAA				
	0 day	6 days	8 days	10 days	0 day	6 days	8 days	10 days	
1. Control	30.52aA	29.80dA	29.74dA	29.85dA	30.56aA	30.54bA	30.68cA	31.41dA	
2. B-26	30.37aD	31.97abC	33.50cB	36.49cA	30.46aC	31.26bC	34.57bB	36.51cA	
3. B-52	30.04aD	32.24aC	34.50bcB	37.56abA	30.31aD	33.24aC	34.74bB	37.70bA	
4. S-0.05+B-26	30.33aC	30.77cC	33.72bcB	36.99bcA	30.44aC	31.11bC	34.60bB	36.70cA	
5. S-0.10+B-26	30.39aC	31.20bcC	34.61bB	38.26aA	30.36aD	33.71aC	35.56abB	38.87aA	
6. S-0.20+B-26	30.44aD	32.68aC	35.94aB	38.21aA	30.14aD	34.10aC	35.80aB	38.73aA	
CV _{treatment} (%)		0.9				1.7			
CV _{storage period} (%)		2.0				1.6			

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 7 Changes in firmness of durian pulp of durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Firmness (N)							
	111 DAA				118 DAA			
	0 day	6 days	8 days	10 days	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	45.80aC	45.29dC	41.59dB	39.18bA	45.67aD	42.49cC	40.16dB	35.29bA
2. B-26	45.36aD	29.73cC	12.38cB	3.52aA	45.88aD	28.92bC	9.55cB	2.10aA
3. B-52	45.28aD	25.92aC	11.47bcB	1.61aA	45.92aD	24.62aC	5.51dB	1.86aA
4. S-0.05+B-26	45.86aD	28.47bcC	12.51cB	3.12aA	45.48aD	23.44aC	7.66bcB	2.23aA
5. S-0.10+B-26	46.01aD	26.39abC	9.83bB	2.00aA	45.29aD	25.06aC	5.69abB	1.22aA
6. S-0.20+B-26	45.56aD	24.19aC	5.38aB	1.77aA	45.56aD	28.13bC	5.08aB	1.01aA
CV _{treatment} (%)	7.6				3.4			
CV _{storage period} (%)	4.8				5.5			

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 8 Changes in total soluble solid of durian pulp of durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods after storage at 15±1 °C for 0, 6, 8 and 10 days.

Treatments	Total soluble solid (%)							
	111 DAA				118 DAA			
	0 day	6 days	8 days	10 days	0 day	6 days	8 days	10 days
1. Control	15.24aD	16.49eC	18.18dB	19.51eA	15.42aD	16.89dC	18.71dB	19.69cA
2. B-26	15.07aD	19.24dC	22.04cB	22.76dA	15.73aD	19.64cC	22.53cB	24.40bA
3. B-52	15.33aD	21.73abC	23.38bB	24.98bA	15.64aD	21.82abC	23.69bB	25.64aA
4. S-0.05+B-26	15.16aD	20.89cC	22.13cB	23.69cA	15.60aC	21.29bB	23.33bcA	24.18bA
5. S-0.10+B-26	15.29aD	21.42bcC	23.78bB	25.38abA	15.56aD	22.13abC	24.13abB	25.51aA
6. S-0.20+B-26	15.20aD	22.18aC	24.67aB	25.78aA	15.69aC	22.58aB	25.07aA	25.91aA
CV _{treatment} (%)	2.1				3.4			
CV _{storage period} (%)	1.5				2.6			

Mean values followed by the same lower-case letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.

Mean values followed by the same capital letters in the same row are not significantly difference at 5% significance levels by LSD.

Table 9 The amount of ripe durian fruits after treating with ethephon utilizing 6 different methods and storage at 15±1 °C.

Treatments	Ripe durian fruits (percentage of total fruit number)					
	100 DAA	104 DAA	111 DAA		118 DAA	
	10 days	10 days	8 days	10 days	8 days	10 days
1. Control	0	0	0	0	0	0
2. B-26	0	0	83	92	92	92
3. B-52	25	25	83	83	83	75
4. S-0.05+B-26	0	0	83	92	92	92
5. S-0.10+B-26	25	25	83	92	92	83
6. S-0.20+B-26	25	33	92	92	83	83

Total number of durian fruits equal to 12 fruits per 1 treatment per 1 storage period.

Table 10 Sensory evaluation of ripe durian pulp of durian fruits treated with ethephon utilizing 6 different methods and storage at 15±1 °C.

Treatments	Sensory evaluation (scores)					
	100 DAA	104 DAA	111 DAA		118 DAA	
	10 days	10 days	8 days	10 days	8 days	10 days
1. Control	1.53b	1.80c	4.47b	4.60b	4.80b	4.80b
2. B-26	3.47a	3.60b	7.13a	7.27a	7.47a	7.67a
3. B-52	3.80a	3.93ab	7.27a	7.40a	7.60a	7.40a
4. S-0.05+B-26	3.60a	3.80ab	7.20a	7.27a	7.53a	7.53a
5. S-0.10+B-26	3.73a	4.13a	7.20a	7.33a	7.67a	7.33a
6. S-0.20+B-26	3.93a	4.07a	7.33a	7.47a	7.60a	7.27a
CV _{treatment} (%)	22.8	16.0	6.7	7.4	7.0	7.9

A 9-point hedonic scale (9 = “like extremely”, 5 = “neither like nor dislike”, 1 = “dislike extremely”) was used for sensory evaluation.

Mean values followed by the same letters in the same column are not significantly difference at 5% significance levels by DMRT.