Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 351--354 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 351-354 (2560)

การพัฒนาวัสดุห่อหุ้มผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อการส่งออก

Development of Active Coating for Durian (*Durio zibethninus* var. Monthong) to Export

ปิยะพงษ์ สอนแก้ว[1,2] ประกาสิทธิ์ ชุ่มชื่น[1] เพ็ญนภา ศิริสลุง[1] และ วรภัทร ลัคนทินวงศ์[1,2*]

Piyapong Sonkaew[1,2], Prakasit Chumchuen[1], Pennapa Sirisalung[1] and Voraphat Lucknatingvong[1,2*]

Abstract

'Monthong' (*Durio zibethinus* Murr.) is high exported durian variety, especially in fresh whole fruit. The main problems of exported durian are unpleasant odor, fruit cracking and spoilage from microflora. Our prior experiment, using active coating (fibre + active carbon) can be reduced off-odor from sulfur and fruit cracking, but coating and color of fruit were found. In this experiment, durian fruits with 110 days after flowering, coating fruits in active coating, cucumin and carboxymethyl cellulose incorporated with active carbon and storage in room temperature for 15 days, were investigated. The results showed that bright yellow fruit appeared, and ripening of durian, off-odor, ethylene were decreased. Non coating fruit showed fruit cracking in 8 days after harvesting as coated fruit showed fruit cracking more than 15 days after harvesting.

Keywords: durian, cracking of durian, active coating

บทคัดย่อ

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เป็นสายพันธุ์ที่มีการส่งออกในปริมาณสูง โดยเฉพาะในรูปของผลสด ซึ่งปัญหาการส่งออกในรูปผลสด คือ กลิ่นไม่พึงประสงค์ ผลแตกและเกิดเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย การทดลองที่ผ่านมาใช้ active coating (fibre + active carbon) ในการลดกลิ่นและการแตกซึ่งพบว่า สามารถลดกลิ่นซัลเฟอร์และลดการแตกของผลทุเรียนได้ แต่ยังพบปัญหาด้านการเคลือบผลและสีผล การทดลองนี้จึงใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุ 110 วัน หลังดอกบาน นำมาเคลือบผลด้วย active coating ร่วมกับ เคอคูมิน และเคลือบผิวผลด้านในด้วยคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและ active carbon เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน ทำการเปรียบเทียบกับผลทุเรียนที่ไม่ได้เคลือบผล พบว่า การเคลือบผลด้วย active coating+เคอคูมินและสารเคลือบ active carbon ให้สีผลเป็นสีเหลืองสด สามารถชลอการสุกของผลทุเรียน สามารถลดการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ และลดปริมาณเอทิลีนได้ ผลทุเรียนที่ไม่ได้เคลือบผลแตกวันที่ 8 หลังการเก็บเกี่ยว ขณะที่ผลที่เคลือบสามารถป้องกันการแตกได้มากกว่า 15 วัน หลังการเก็บเกี่ยว

คำสำคัญ: ทุเรียน การแตกของผลทุเรียน วัสดุห่อหุ้ม

คำนำ

ทุเรียน (*Durio zibethinus* Murr.) จัดอยู่ในวงศ์ Bombacaceae มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ และได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ (สุรีรัตน์และสุเทพ, 2556) โดยการส่งออกส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะทุเรียนผลสด โดยมีตลาดในอาเซียนที่สำคัญคือ เวียดนาม มีมูลค่าส่งออกตั้งแต่เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2559 คิดเป็นมูลค่า 2,869.4 ล้านบาท และตลาดนอกอาเซียนที่สำคัญคือ ประเทศจีน ซึ่งทุเรียนที่ส่งออกส่วนใหญ่เป็นทุเรียนผลสด โดยข้อมูลการส่งออกทุเรียนผลสดตั้งแต่เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2559 คิดเป็นมูลค่ากว่า 8,947.9 ล้านบาท มีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับที่ 4 ในกลุ่มสินค้าเกษตรกรรม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ซึ่งทุเรียนจัดว่าเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นค่อนข้างรุนแรง ทำให้มีทั้งผู้ที่ชอบและไม่ชอบในกลิ่นของทุเรียน ทำให้พบปัญหาคือ การห้ามนำทุเรียนเข้าไปในสถานที่ หรือการขนส่งสาธารณะต่างๆ กลิ่นเหม็นของทุเรียนส่วนใหญ่เกิดจากสารประกอบกลิ่นในกลุ่มของสารประกอบกลิ่นที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ขณะที่ในระยะเริ่มแรกของกระบวนการสุกทุเรียนจะมีกลิ่นหอมของสารประกอบกลิ่นในกลุ่มของเอสเทอร์ เช่น 2-methyl butanoate, butanedioic acid และ propyl-2-ethylbutanoate และจะเริ่มมีกลิ่นของสารประกอบกลิ่นที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบมากขึ้น เช่น diethyl trisulfide, diethyl disulfide, dithiolane, dimethyl sulfide และ 3-methyl-thiozolidine เมื่อเข้าสู่ระยะสุกงอม (Laohakunjit

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

[1] Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathumthani 12120

[2] ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยขั้นสูง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

[2] Center of Scientific Equipment for Advanced Research, Thammasat University, Pathumthani 12120

*Corresponding author: vore405@me.com

et al., 2007) นอกจากเรื่องของกลิ่นทุเรียนที่ทำให้ประสบปัญหาแล้ว ยังพบว่า การขนส่งในลักษณะที่เป็นทั้งผล เมื่อขนส่งในระยะทางที่ไกลและเวลาที่ยาวนาน ทำให้ผลทุเรียนเริ่มมีการแตกบริเวณปลายผลซึ่งมีแนวโน้มทำให้เกิดการปนเปื้อนและเกิดเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายเนื้อทุเรียนในระหว่างการขนส่งได้ง่าย โดยพบว่าปัจจัยของการแตกของผลทุเรียนโดยทั่วไป มีสาเหตุจากการสูญเสียน้ำและการเกิดกระบวนการสุกแก่จากการกระตุ้นของเอทิลีน (Sriyook *et al*., 1994)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนาและต่อยอดจากงานวิจัยก่อนนี้ โดย ประกาสิทธิ์ และคณะ (2559) ซึ่งศึกษาบรรจุภัณฑ์ลดกลิ่นและการแตกของผลทุเรียนส่งออก พบว่าการเคลือบผลทุเรียนด้วยเส้นใย จากพืชสามารถลดการแพร่กระจายของกลิ่นทุเรียนและป้องกันผลทุเรียนแตกได้ดี แต่ยังพบปัญหาบางประการที่ยังไม่สามารถต่อยอดสู่ภาคอุตสาหกรรมได้ เช่น การดูดซับเอทีลีน ปัญหาการหล่อเยื่อขึ้นรูปผลทุเรียนยังทำได้ช้า และการแห้งของเยื่อกับผลทุเรียนใช้ระยะเวลานาน 2-3 วัน และสีผลภายหลังจากการหล่อเยื่อไม่สวยงาม ซึ่งปัญหาเหล่านี้มีผลทำให้การต่อยอดสู่ภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการความรวดเร็วและสะดวกในการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงมุ่งเน้นในการศึกษาการเคลือบผลเพื่อชลอการสุกของผลทุเรียน ลดการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ลดปริมาณเอทิลีนและลดการแตกของผลทุเรียน รวมทั้งพัฒนากระบวนการเคลือบผิวผลทุเรียนให้มีความสะดวกรวดเร็ว และสามารถต่อยอดสู่ภาคอุตสาหกรรมส่งออกทุเรียนผลสด

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์เคลือบผลทุเรียน โดยเลือกใช้ทุเรียนหมอนทอง อายุ 110 วัน ความอ่อนแก่ประมาณ ร้อยละ 80 โดยนำเส้นใยพืชมาต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วกรองเอาเส้นใยที่ได้ล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อชะล้าง NaOH ออก หลังจากนั้นนำไปฟอกสีด้วยสารละลายโซเดียมเบตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$:SMS) (Active coating 1, 2 ใช้ SMS ร้อยละ 5 และ 10 ตามลำดับ) ล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อชะล้าง SMS ออก นำเนื้อเยื่อไปตีเยื่อด้วยเครื่องปั่น ผสม Active carbon และสารละลายเคอคูมินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสแล้วนำผลทุเรียนมาจุ่มในสารละลาย 2 ครั้ง ทำให้แห้งในสภาพเย็นประมาณ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง บรรจุผลทุเรียนที่แห้งแล้วในถุงพลาสติก (polyethylene; PE) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 33±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณร้อยละ 60 เก็บตัวอย่างสารระเหยเหนือช่องว่าง (headspace) ในถุงที่บรรจุทุเรียน เป็นเวลา 8 วัน ทดสอบหาปริมาณแก๊สเอทิลีนโดย headspace-GC-FID ทดสอบหาชนิดของสารประกอบกลิ่นที่ถูกดูดซับโดยใช้เส้นใยที่มีการเคลือบในแต่ละส่วนของผลทุเรียน วิเคราะห์ด้วยเทคนิค SPME-GC-MS โดยใช้ไฟเบอร์ชนิด DVB/CAR/PDMS และพิจารณาการแตกของผลทุเรียนโดยเปรียบเทียบเมื่อมีการเคลือบและไม่มีการเคลือบเมื่อเก็บรักษาครบ 15 วัน

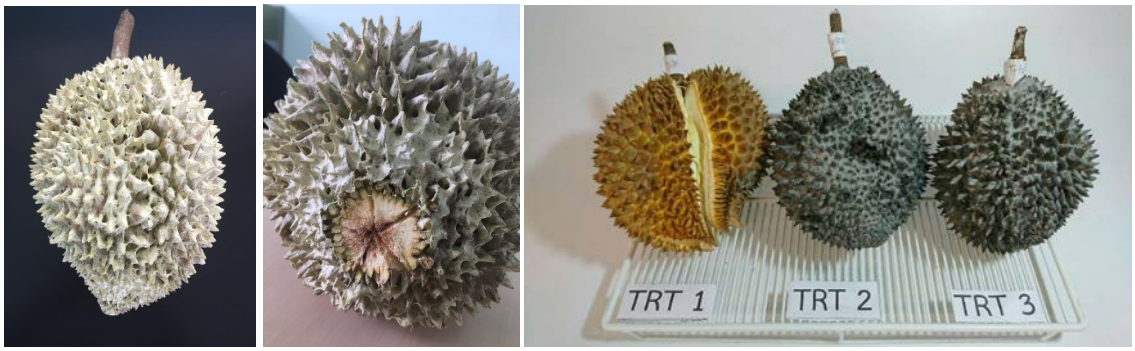
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า จากผลการทดลองพบว่า การเคลือบผลทุเรียนด้วย active coating ทำให้ผลทุเรียนไม่พบการแตกและสามารถดูดซับเอทิลีนได้ดีในช่วงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ทุเรียนที่ไม่เคลือบผลแสดงการแตกของผลในวันที่ 8 ขณะที่ทุเรียนที่เคลือบผลด้วย active coating 1 และ 2 แสดงอาการผลแตกประมาณวันที่ 14 ของการเก็บรักษา (Figure1 และ Table1) เช่นเดียวกับการใช้การเคลือบด้วย active coating ที่มีสารละลายเคอคิวมิน ให้สีผลเป็นสีเหลืองสดและลดอาการการเกิดเชื้อราที่ผิวผลและเส้นใยที่เคลือบได้ดี (Figure2) ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ทุเรียนที่ไม่เคลือบผลและเคลือบผลด้วย active coating 1 และ 2 มี pulp firmness 3.53±1.36, 7.36±2.08 และ 6.86±0.85 N ตามลำดับ ค่า weight loss ของทุเรียนไม่เคลือบผลสูงสุด คือร้อยละ 39.06±2.94 และไม่แตกต่างกับทุเรียนที่เคลือบด้วย active coating 1 ขณะที่ผลที่เคลือบด้วย active coating 2 มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดที่ร้อยละ 24.54±9.78 ขณะที่ค่า TSS และ TA ไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าการสูญเสียน้ำของทุเรียนจะเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 4 ต่อวัน แม้ว่าจะเก็บรักษาในความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงถึง ร้อยละ 94 (Sriyook *et al*., 1994) และนอกจากนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า active coating สามารถการลดการสูญเสียน้ำของผลทุเรียนและประกอบกับการดูดซับเอทิลีนจึงทำให้ผลทุเรียนแตกได้ช้าลง และรวมถึงการใช้เส้นใยพืชเติมในสารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทำให้เกิดการเสริมแรง (reinforcement) ทำให้สารเคลือบมีความสามารถในการห่อหุ้มผลและลดกระบวนการแตกทางกายภายได้อีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติเชิงกล เช่น การต้านทานแรงดึงของสารเคลือบและการรองรับการรั้งการแตกของผลจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปรวมถึงกระบวนการแตกและการรั้งและห่อหุ้มผลทางกายในผลทุเรียนสายพันธ์อื่นๆ ด้วย

เมื่อพิจารณาการดูดซับเอทิลีนพบว่าการใช้ active coating 1 และ 2 ช่วง 1-4 วันของการเก็บรักษา พบว่า active coating 1, 2 จะมีผลทำให้ปริมาณเอทิลีนมีสูงกว่าการไม่เคลือบผล และเริ่มลดลงหลังวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณเอทิลีนในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาของผลที่ไม่เคลือบและเคลือบด้วย active coating 1 และ 2 คือ 2.06±1.37, 0.87±0.18

และ 1.43±0.36 ppm ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ ประกาสิทธิ์ และคณะ (2559) พบว่าปริมาณเอทิลีนของทุเรียนที่เคลือบผลจะมีปริมาณสูงกว่าไม่เคลือบผลในช่วง 52 ชั่วโมงแรกของการเก็บรักษา อาจจะเป็นไปได้ว่าในช่วงแรกของการเคลือบผิวสารเคลือบและ active carbon ยังมีความชื้น ทำให้ยังไม่สามารถดูดซับเอทิลีนได้ ทั้งนี้พิจารณาปริมาณของเอทิลีนพบว่าประมาณ 1000 ppm จึงมีผลต่ออาการผลทุเรียนแตกเร็วขึ้น 0.8 วัน โดยสาเหตุหลักของการแตกของผลทุเรียนมาจาก 2 สาเหตุ คือ การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) ซึ่งจะทำให้เกิดการหดตัวของเปลือกผลทุเรียน ทำให้เซลล์บริเวณร่องสาแหรกซึ่งเป็นเซลล์ไม่มีชีวิตเกิดการแตกได้ง่าย รวมถึงการกระตุ้นการสุกจากเอทิลีนซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่มีผลมากกว่าการสูญเสียน้ำหนักและมีผลต่อการแตกของผลมากกว่า โดยการใช้สารเคลือบผิวเช่น semperfresh ความเข้มข้นร้อยละ 1 ช่วยชะลอการสุกและการแตกของผลทุเรียนได้เท่าตัว (จริงแท้ และคณะ, 2531)

เมื่อพิจารณา สารประกอบกลิ่นด้วยเทคนิค SPME-GC-MS พบว่า การเคลือบด้วย active coating มีผลในการดูดซับเอทิลีนและสารในกลุ่มที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ แต่ดูดซับได้น้อยในสารประกอบกลิ่นกลุ่มของเอสเทอร์ เช่น methyl ethanoate และ ethyl ethanoate ที่พบในปลายผลของทุเรียนซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเริ่มเกิดกระบวนการสุกของผล



(a) (b) (c)

Figure 1 Durian fruits were coated with active coating (a) coated durian 'Monthong', in the end of fruit showed dehiscence state (b) durian control (uncoated) and coated durian (c)

(a) (b)

Figure 2 Durian fruits were coated with active coating and curcumin and CMC, long section durian fruit and active coating (a) coated durian 'Monthong' coated with active coating (b)

Table 1 Dehiscence score of 'Monthong' durian harvested at days after anthesis and then stores at 33°C up to 14 days.

Trt / Obs**	Dehiscence start in durian fruit (day)	Score*
Control (uncoated)	8.6	4
Active coating 1	>14	0
Active coating 2	>14	0

*Score 0-4 shows dehiscence scale, scale 0, 1, 2, 3 and 4 illustrates that 0, 25, 50, 75, 100% dehiscence in durian fruit, respectively.

**Physico-chemical Properties.

Table 2 Pulp firmness, weight loss, TSS and TA of uncoated and coated durian fruit for 8 days.

Trt \ Obs**	Pulp firmness (N)	Weight loss (%)	TSS (%)	TA (%)
Control (uncoated)	3.53±1.36^{b}	39.06±2.94^{a}	21.52±2.03	0.014±0.003
Active coating 1	7.36±2.08^{a}	32.50±7.90^{ab}	21.20±2.34	0.013±0.001
Active coating 2	6.86±0.85^{a}	24.54±9.78^{b}	20.27±2.05	0.015±0.003
F-test	*	*	ns	ns
C.V. (%)	25.91	23.28	10.11	19.05

^{abc} Data within the same row with the same letter are classed in the same group.

^{ns} Non Significantly different at 95% (DMRT), *Significantly different at 95% (DMRT).

**Physico-chemical Properties.

Table 3 Ethylene quantity were measured from uncoated and coated durian fruit by headspace gas chromatography spectrometer (Headspace-GC-FID) in PE bag for 8 days.

Trt \ Time	Day 1	Day2	Day4	Day6	Day8
Control (uncoated)	0.31±0.06$^{B\ b}$	0.33±0.05$^{B\ b}$	0.67±0.12$^{B\ b}$	1.21±0.12$^{A\ ab}$	2.06±1.37$^{A\ a}$
Active coating 1	0.26±0.11$^{B\ c}$	0.42±0.05$^{A\ bc}$	0.65±0.29$^{B\ ab}$	0.91±0.30$^{AB\ a}$	0.87±0.18$^{B\ a}$
Active coating 2	0.45±0.09$^{A\ c}$	0.40±0.07$^{AB\ c}$	1.00±0.13$^{A\ b}$	0.84±0.17$^{B\ b}$	1.43±0.36$^{AB\ a}$

^{ABC}Data within the same column with the same letter are classed in the same group.

^{abc} Data within the same row with the same letter are classed in the same group.

สรุป

การพัฒนาและเคลือบผลทุเรียนสดด้วย active coating สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและดูดซับเอทิลีนของผลทุเรียนสดได้ ทำให้ช่วยลดกระบวนการแตกของผลทุเรียนสดทั้งจากกระบวนการแตกด้านกายภายและการแตกของผลจากเอทิลีนรวมถึงได้พัฒนากระบวนการเคลือบผลทุเรียนสดให้สามารถลดเวลาในการเคลือบลงจาก 3 วัน เป็น 10 ชั่วโมง รวมถึงลดขั้นตอนและเวลาในการเคลือบลงรวมถึงสีของผลที่มีความสวยงามมากยิ่งขึ้นและมีศักยภาพในการต่อยอดสู่ภาคอุตสาหกรรมส่งออกทุเรียนผลสด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยขั้นสูง สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นสูง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่าง และขอขอบคุณ คุณก้องภพ ปราบไพริน เจ้าของสวนทุเรียน จังหวัดจันทบุรี

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช, สิริพันธ์ ศรียุกต์ และ สมบูรณ์ ศิริอธิวัฒน์. 2531. ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการแตกและสุกของผลทุเรียน. รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 40 หน้า.

ประกาสิทธิ์ ชุ่มชื่น, วรางคณา ปราบไพริน, เพ็ญนภา ศิริสลุง, ปิยะพงษ์ สอนแก้ว และวรภัทร ลัคนทินวงศ์. 2559. บรรจุภัณฑ์ลดกลิ่นและการแตกของผลทุเรียนส่งออก. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3 (พิเศษ (I)): M07/91-93.

สุรีรัตน์ ศรีทะแก้ว และสุเทพ นิ่มสาย. 2556. การวิเคราะห์โซ่อุปทานและความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านการส่งออกของผลไม้สดไทยไปยังตลาดสหภาพเมียนมาร์.วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 8 (2): 36-61.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ-เอเชียตะวันออก-สาธารณรัฐประชาชนจีน. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/country_profile/t1_result.php (9 กรกฎาคม 2560).

Laohakunjit, N., O. Kerdchoechuen, F.B. Matta, J.L. Silva and W.E. Homes. 2007. Postharvest survey of volatile compound in five tropical fruits using headspace-solid phase microextraction (HS-SPME). Hortscience. 42: 309-314.

Sriyook, S., S. Siriatiwat and J. Siriphanich. 1994. Durian fruit dehiscene-water status and ethylene. Hortscience. 29(10): 1195-1198.