Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 329-332 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 329-332 (2559)

ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออก

Study on Water Removal from Rambutan in the Packing House for Export

คุรุวรรณ์ ภามาตย์[1] พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์[1] พักตร์วิภา สุทธิวารี[1] ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต[1] และ นิลวรรณ ลีอังกูรเสถียร[2]

Kuruwan Pramart[1], Puttinun Jarruwat[1], Phakwipha Sutthiwaree[1], Thanawat Tipchit[1] and Nillawan Leeangkulsathien[2]

Abstract

Study on method and time of rambutan water Removal in the packing house for export in order to increase efficiency of the dehumidification and good quality. The result showed that the centrifugal concept can replace the air dry of conventional method with 50% faster of water removal rate and can maintain rambutan quality as well. The shelf life of rambutan after water removal was 22 days at 15 degree celcius. Research and development on the centrifugal prototype machine made of galvanized iron structure except which for the spin bucket made of stainless steel (grade 304L) with 0.6 m of diameter and 0.63 m of height. The power of prototype machine was 3 hp. electric motor of 380 volt. The results showed that the prototype had capacity of 4,800 kg/day with power consumption of 2.2 KW/h. The economic analysis showed that the prototype costed 0.26 baht/kg with 98,527 kg/year of a break - even point and 215 days of a payback period.

Keywords: Rambutan, Water removal, Centrifugation method

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีจัดการและระยะเวลาในการสลัดน้ำออกจากเงาะที่เหมาะสมในโรงคัดบรรจุสำหรับส่งออก เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความชื้น โดยผลผลิตเงาะไม่เสียคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่าการสลัดน้ำออกจากเงาะด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยงสามารถนำมาทดแทนการลดความชื้นด้วยวิธีการเดิมคือการวางผึ่งลมได้ โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่า สามารถลดระยะเวลาในการลดความชื้นเงาะได้มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ โดยคุณภาพเงาะหลังการลดความชื้นไม่แตกต่างจากวิธีการเดิม ปลายขนเงาะไม่ดำ มีอายุการเก็บรักษาระหว่างการขนส่งสู่ผู้บริโภคและวางจำหน่ายได้ 22 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับการสลัดน้ำออกจากเงาะด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยง โครงสร้างทำจากเหล็กกล้าชุบสนิม ถังปั่นเหวี่ยงเป็นลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.63 เมตร สูง 0.60 เมตร ทำจากแผ่นสแตนเลส(เกรด 304L) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถลดความชื้นเงาะได้ 4,800 กิโลกรัมต่อวัน ใช้พลังงานไฟฟ้า 2.2 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเครื่องต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นเงาะ 0.26 บาทต่อกิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นเงาะ 98,527 กิโลกรัม/ปี และระยะเวลาคืนทุนเมื่อใช้เครื่องลดความชื้นประมาณ 215 วัน

คำสำคัญ: เงาะ, โรงคัดบรรจุ, การส่งออก

คำนำ

เงาะเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลางภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยในปีพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตแล้วรวมทั้งประเทศประมาณ 335,538 ไร่ มีปริมาณผลผลิต 337,721 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ปัจจุบันมีการส่งออกไปต่างประเทศ เช่นการส่งออกทางเรือไปประเทศจีน ซึ่งผู้ประกอบการส่งออกส่งออกทางเรือ ใช้เวลาในการ เดินทางประมาณ 7-10 วัน และเมื่อนำผลผลิตสดออกจากห้องควบคุมอุณหภูมิสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายผลผลิตสดได้ในตลาดท้องถิ่นอย่างน้อย 3 วัน แต่ในกรณีที่ตลาดเป้าหมายของสินค้าที่ไกลออกไป จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพเข้ามาช่วย ปัญหาการส่งออกเงาะที่สำคัญคือ การเสื่อมคุณภาพและมีอายุวางขายในตลาดสั้น โดยเฉลี่ยเพียง 5-6 วัน ทำให้คุณภาพของเงาะต่ำลง ส่งผลถึงราคา เนื่องจากต้องใช้เวลายาวนานในการขนส่งทางเรือ ซึ่งส่งผลกระทบถึงความสดของเงาะ

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ต.พลับพลา อ.เมืองจันทบุรี จ. จันทบุรี 22000.

[1] Chanthaburi Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, **Department of Agriculture**, Phlap Phla, Muang Chanthaburi, Chanthaburi 22000.

[2] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร ก.ท.ม. 10900.

[2] Horticulture Research Institute, **Department of Agriculture, Ladyao, Jatujak, Bangkok, 10900**

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เก็บผลผลิตจากสวน การขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ การจัดการในโรงคัดบรรจุ การบรรจุภัณฑ์ และการขนส่งสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ เป็นเรื่องที่สำคัญและต้องมีการศึกษาและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการ สามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาคุณภาพของผลผลิตให้ยาวนานขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าและปริมาณการส่งออกผลผลิตสู่ผู้บริโภคต่างประเทศ

การเตรียมความพร้อมก่อนการเก็บรักษาแล้วนำเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงหรือ AFAM+(Advanced Fresh Air Management) ตลอดจนการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เป็นวิธีการที่จะสามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะ รายงานการเก็บรักษาเงาะผลสดให้ยาวนานขึ้นเพื่อการส่งออกทางเรือ โดยใช้เงาะพันธุ์โรงเรียน ที่มีขนาด 28 -31 ผลต่อกิโลกรัม ระยะที่สีผิวสีขน 3 สี คือ ปลายขนสีเขียว โคนขนสีแดง และผิวเปลือกเงาะสีเหลืองปนแดง ทำการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวัง ล้างทำความสะอาดในสารละลายคลอรีน 200 ppm. ร่วมกับสารป้องกันและการจัดโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา จากนั้นผึ่งให้แห้ง บรรจุลงถุงพลาสติก LDPE (low density polyethylene) มีคุณสมบัติยอมให้ออกซิเจน เคลื่อนที่ผ่านเข้าออกได้ มีค่า OTR ; oxygen transmission rate10,000-12,000 ml/m^2/day มีค่า CTR ; Carbondioxide Transmission Rate 30,000-36,000 ml/m^2/day และมีค่า WVTR ; Water Vapor Transmission rate 5.74 ml/m^2/day ถุงละ 8 กิโลกรัม ปิดปากถุงบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 30 วัน(สำเริง, 2556)

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออกมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การคัดขนาดและคุณภาพของผลผลิต การล้างทำความสะอาด และแช่สารละลายเคมีเพื่อควบคุมโรคและแมลงศัตรู การลดความชื้น และการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งออกไปยังต่างประเทศ เป็นต้น ปัจจุบันการลดความชื้นเงาะใช้วิธีวางผลเงาะบนโต๊ะและผึ่งลมให้แห้งในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งจะใช้เวลานานและเกิดปัญหาไม่สามารถลดความชื้นผลผลิตได้หมดโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ เน่าเสียจากเชื้อราและโรคพืชอื่นๆ อันเกิดระหว่างการขนส่ง รวมถึงพื้นที่ตั้งโต๊ะสำหรับวางผลผลิตจำเป็นต้องมีเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณการผลิตและการส่งออก จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการเพื่อลดความชื้นที่ติดมากับเงาะออกไปให้ได้หมด เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว โดยผลผลิตไม่สูญเสียคุณภาพ

เครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเร่งอัตราการตกตะกอนของอนุภาค(particle) ที่ไม่ละลายออกจากของเหลว หรือใช้แยกของเหลวหลายๆ ชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะ(specific gravity) ต่างกันออกจากกัน ใช้ทำสารละลายให้เข้มข้นขึ้น ฯลฯ. ปัจจุบันเครื่องหมุนเหวี่ยงเช่น เครื่องเหวี่ยงแห้ง (Basket Centrifuge) หรือ เครื่องสลัดแห้ง เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับคัดแยกน้ำ น้ำมันหรือของเหลว ออกจากวัตถุดิบโดยอาศัยคุณสมบัติของตัวกลาง คุณสมบัติของอนุภาคที่แตกต่างกันและการสร้างแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดจากการหมุนรอบจุดหมุน(center of rotation) ในความเร็วรอบที่สูงมาก การหมุนของถังปั่นของเครื่องจะทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางหรือแรงเหวี่ยง(Centifugal force,CF)(ชูชาติ, 2544)

อุปกรณ์วิธีดำเนินการ

ดำเนินการนำผลเงาะทดสอบการลดความชื้นเงาะด้วยกรรมวิธี การวางผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง,การลดความชื้นด้วยอุโมงค์ลม(อุณหภูมิห้อง) การลดความชื้นด้วยอุโมงค์ลม(ลมเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส),การลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทดสอบ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ความเร็วรอบเครื่องฯ บันทึกน้ำหนักของผลเงาะแห้งก่อนการแช่สารเคมีและทำความสะอาด นำผลเงาะเข้าสู่กรรมวิธีลดความชื้นด้วยวิธีการต่างๆ บันทึกเวลาในการที่ทำให้ผลเงาะแห้ง และเก็บรักษาเงาะจากกรรมวิธีการลดความชื้นด้วยเครื่องแบบต่างๆ โดยการใช้ถุงพลาสติกแบบ LDPE (low density polyethylene)ที่มีค่า OTR(oxygen transmission rate)10,000-12,000 ml/m^2/day เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิ +14 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลคุณภาพผลเงาะทั้งภายนอกและภายในผลเงาะที่ผ่านกรรมวิธีการลดความชื้นแบบต่างๆ ทุก 1วัน และนำผลการทดลองที่เหมาะสมมาออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบฯและทำการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ดำเนินการสร้างขึ้น รวบรวมข้อมูลการทดสอบ สรุปผลการทดสอบ

ผล

จากผลดำเนินการทดสอบการลดความชื้นเงาะ พบว่ากรรมวิธีการใช้ลมเย็นเพื่อลดความชื้นเงาะ ที่ความเร็วรอบพัดลม 220 รอบ/นาที อุโมงค์ลมมีความเร็วลม 4.02 m/s. ใช้เวลาในการลดความชื้นที่ผลเงาะ 15 นาที น้ำหนักผลเงาะ 7.14 กิโลกรัม มีปริมาณน้ำที่ผิว 116.88 กรัมใช้เวลาในการอบลดความชื้น 15 นาที อุโมงค์ลมมีความสามารถลดความชื้นเงาะได้ 1.09 กรัม($_{น้ำ}$/กิโลกรัม$_{(ผลเงาะรวม)}$.นาที อุโมงค์ลมสามารถใช้ลดปริมาณความชื้นที่ผิวเงาะได้ ขนเงาะที่ผ่านการลดความชื้นโดยใช้อุโมงค์มีสภาพเหี่ยวเฉามากกว่าเงาะที่ไม่ผ่านอุโมงค์ลม(เก็บไว้โดยการลดความชื้นที่ผิวและเก็บไว้ไม่ให้โดนลมพัด) และปลายขนเงาะมีการเปลี่ยนเป็นสีดำ กรรมวิธีการใช้ลมเย็นเพื่อลดความชื้นเงาะไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากจะทำให้ปลายขนเงาะเสื่อมสภาพ

วิธีการลดความชื้นเงาะโดยเครื่องลดความชื้นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สามารถใช้ได้ดีสำหรับขั้นตอนการลดความชื้นเงาะให้แห้ง โดยคุณภาพปลายขนเงาะที่ผ่านการลดความชื้นโดยใช้การปั่นเหวี่ยงมีสภาพไม่แตกต่างกันกับวิธีการเดิมคือการวางผึ่งลม ปลายขนเงาะไม่มีการเปลี่ยนเป็นสีดำ แต่ความสามารถในการทำงานสูงกว่าวิธีการเดิมมาก โดยผลการทดสอบการลดความชื้นวิธีการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องต้นแบบระดับการทดลอง มีความสามารถในการลดความชื้นเงาะ 1,920 กิโลกรัม/วัน ใช้เวลาการหมุนเหวี่ยงเงาะเพื่อลดความชื้น 3 นาทีต่อครั้ง ขนาดถังบรรจุเงาะเพื่อปั่นเหวี่ยง 10 กิโลกรัม อัตราการลดความชื้นออกจากผิวเงาะ 22.12 กรัม$_{(น้ำ)}$/กิโลกรัม$_{(ผลเงาะรวม)}$.นาที

Table 1 The results of rambutan de-humid testing by the de-humidifier air-tunnel type

Sample no.	Before operation			7.30 minute operation time		15 minute operation time		22.30 minute operation time	
	Rambutan weight at dry condition (kg)	Rambuatan weight at wet condition (kg)	Remained surface water (g)	Rambutan weight (kg)	Remained surface water (g)	Rambutan weight (kg)	Remained surface water (g)	Rambutan weight (kg)	Remained surface water (g)
1	7.62	7.70	85	7.65	38	7.63	13	7.61	-4
2	8.05	8.17	128	8.11	65	8.08	38	8.06	11
3	7.81	7.92	109	7.85	43	7.83	18	7.80	-5
Avg =	7.82	7.93	107	7.87	49	7.86	23	7.82	1

Table 2 The capacity of dehumidification in the different speed of dehumidifier centrifugal type

Speed (rpm)	Operation time (min)	Remained water (kg)	Capacity of dehumidification (gram of water weight / kilogram of aggregated rumbutan weight x time)
362	1	0.16	15.63
302	1	0.19	17.78
242	1	0.22	4.24

Table 3 The capacity of dehumidification in the different time at 242 rpm working speed with the operation condition: wind speed 3.04 m/s, Ambiance temperature 35 °C, air temperature 14 °C and relative humidity 73.5%

Operation time (min)	Remain water (kg)	Capacity of dehumidification (gram of weight of water / kilogram of aggregated rumbutan weight x time)
3	0.13	22.12
2	0.21	10.66
1	0.22	4.24

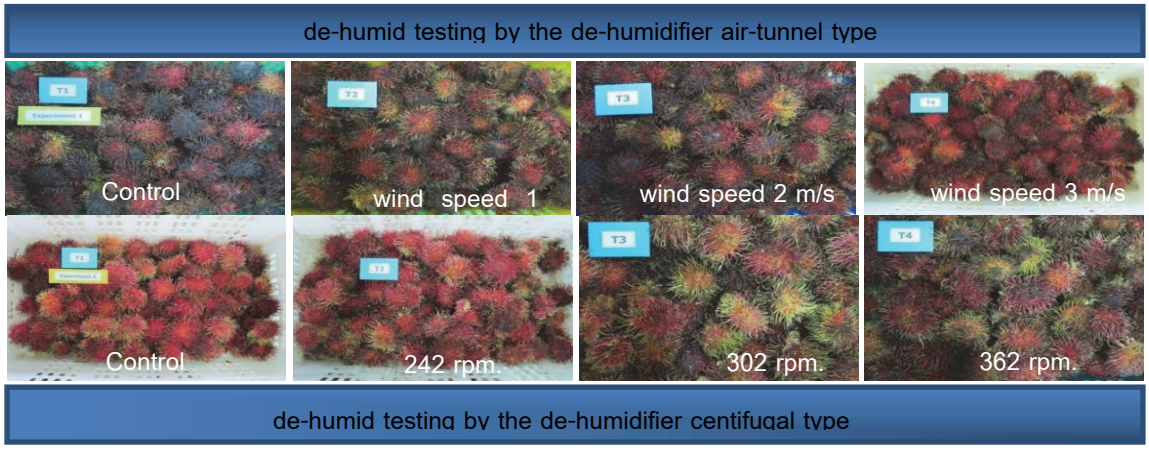

Figure 1 The de-humidified rambutan skin with the different de-humid method after stored by LDPE method at 14 °C in the controlled temperature container for 22 days

Table 4 The comparison of rambutan quality evaluation in the different de-humidification methods

De-humidification method	Score of quality evaluation					
	Rep1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Average
Open air dehumidification 1	9	8	15	15	15	12.4^{bc}
Open air dehumidification 2	17	15	19	17	13	16.2^{a}
Tunnel dehumidifier with 1 m/s working speed	9	8	12	14	15	11.6^{C}
Tunnel dehumidifier with 2 m/s working speed	12	11	11	12	11	11.4^{C}
Tunnel dehumidifier with 3 m/s working speed	11	10	13	9	10	10.6^{C}
Dehumidifier Centrifugal type at 242 rpm	15	16	18	22	15	17.2^{a}
Dehumidifier Centrifugal type at 302 rpm	18	15	15	17	15	16.0^{a}
Dehumidifier Centrifugal type at 362 rpm	14	15	15	17	13	14.8^{ab}
CV = 5.0193 %	Means Not Sharing Letter in Common Differ Significantly Ranked at Probability Level .05					

วิจารณ์ผล

การประเมินคุณภาพเงาะโดยใช้แบบประเมินคุณภาพ ประเมินคุณภาพเงาะที่ลดความชื้นโดยวิธีการวางผึ่งลมที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนคุณภาพผลผลิต= 14.3 ระยะเวลาในการเก็บรักษา 16 วัน การลดความชื้นเงาะโดยการใช้อุโมงค์ลมร้อน พบว่าให้ค่าคะแนนคุณภาพผลผลิตที่ต่ำกว่าการลดความชื้นโดยวิธีการวางผึ่งลมที่อุณหภูมิห้องทุกความเร็วลม โดยเมื่อใช้ความเร็วที่สูงจะทำให้ค่าคะแนนคุณภาพผลผลิตที่ต่ำลง(คุณภาพของผลเงาะต่ำลง) การลดความชื้นเงาะโดยการใช้เครื่องเหวี่ยง พบว่าให้ค่าคะแนนคุณภาพผลผลิตที่สูงกว่าการลดความชื้นโดยวิธีการวางผึ่งลมที่อุณหภูมิห้องทุกความเร็วรอบ โดยเมื่อใช้ความเร็วรอบถังปั่น 242 รอบ/นาที ค่าคะแนนคุณภาพผลผลิตที่ 17.2 แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบการเหวี่ยงที่สูงขึ้น ทำให้ค่าคะแนนคุณภาพลดต่ำลงเหลือ 14.8

จากการประเมินคุณภาพเงาะโดยใช้แบบประเมินคุณภาพและความสามารถในการลดความชื้นของเครื่องพบว่าการลดความชื้นของเครื่องลดความชื้นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สามารถใช้เครื่องลดความชื้นเงาะเพื่อแทนการลดความชื้นแบบวิธีการเดิมคือการวางผึ่งลม

สรุป

ได้เครื่องลดความชื้นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สำหรับใช้ทดแทนวางผึ่งในโรงงานคัดบรรจุเงาะสำหรับส่งออกโดยเครื่องต้นแบบฯมีความสามารถลดความชื้นเงาะได้ครั้งละ 50 กิโลกรัม ใช้ความเร็วรอบถังปั่น 242 รอบ/นาที ใช้ระยะเวลาการหมุนเหวี่ยง 3 นาที/ครั้ง เครื่องต้นแบบฯมีความสามารถในการลดความชื้นเงาะ 4,800 กิโลกรัม/วัน ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบฯโดยการเก็บรักษาเงาะโดยมีระยะเวลาการเก็บรักษา 22 วันโดยใช้ถุง LDPE (low density polyethylene) ที่มีค่า OTR (Oxygen Transmission rate) 10,000 - 12,000 มิลลิลิตร/ตารางเมตร/วัน เก็บรักษาในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ +14 องศาเซลเซียส ประเมินคุณภาพเงาะเปรียบเทียบกับวิธีการวางผึ่งแห้งแบบเดิมคุณภาพของผลเงาะไม่แตกต่างกันซึ่งสามารถแก้ปัญหาระยะเวลาในการวางผึ่ง,ลดพื้นที่ในการวางผึ่ง และลดแรงงานในการคัดบรรจุ และได้เงาะที่มีคุณภาพสำหรับส่งออก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการทำงานและคุณภาพของโรงคัดบรรจุ จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าเครื่องต้นแบบเครื่องลดความชื้นด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ มีราคาเครื่อง 75,000 บาท ถ้าอัตราค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นเงาะ 0.50 บาท/กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่การผลิต 88,606 กก./ปี และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 3.53 ปี หรือ (212วัน)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสมมาตร เอี่ยมอุดม เจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ในการสร้างเครื่องต้นแบบ และเกษตรกรผู้ปลูกเงาะในจังหวัดจันทบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ผลเงาะในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2553. , ผลผลิตเงาะของไทยปี 2553. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th (12/09/2556).

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. 2544. เครื่องมือวิทยาศาสตร์. หน้า109-132.

สำเริง ช่างประเสริฐ. 2556. พัฒนาเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเงาะผลสด. รายงานโครงการวิจัยปี2556. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 6.