รายงานโครงการวิจัย

ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะสำหรับการส่งออก

Study and Research on Dehumidification of Rambutan for Export

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์

Puttinun Jarruwat

พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะสำหรับการส่งออก

Study and Research on Dehumidification of Rambutan for Export

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์

Puttinun Jarruwat

พ.ศ. 2558

คำปรารภ

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เก็บผลผลิตจากสวน การขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ การจัดการในโรงคัดบรรจุ การบรรจุภัณฑ์ และการขนส่งสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ เป็นเรื่องที่สำคัญและต้องมีการศึกษาและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการ สามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาคุณภาพของผลผลิตให้ยาวนานขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าและปริมาณการส่งออกผลผลิตสู่ผู้บริโภคต่างประเทศ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออกมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การคัดขนาดและคุณภาพของผลผลิต การล้างทำความสะอาด และแช่สารละลายเคมีเพื่อควบคุมโรคและแมลงศัตรู การลดความชื้น และการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งออกไปยังต่างประเทศ เป็นต้น ปัจจุบันการลดความชื้นเงาะใช้วิธีวางวัสดุบนโต๊ะและผึ่งลมให้แห้งในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งจะใช้เวลานานและเกิดปัญหาไม่สามารถลดความชื้นผลผลิตได้หมด ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ เน่าเสียจากเชื้อราและโรคพืชอื่นๆ อันเกิดระหว่างการขนส่ง รวมถึงพื้นที่ตั้งโต๊ะสำหรับวางผลผลิตจำเป็นต้องมีเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณการผลิตและการส่งออก จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการเพื่อลดความชื้นที่ติดมากับเงาะออกไปให้ได้หมด สะดวกและรวดเร็ว โดยผลผลิตไม่สูญเสียคุณภาพ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุเพื่อการส่งออก โดยเครื่องต้นแบบสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นลงได้มาก ทำให้สามารถลดความชื้นเงาะต่อวันได้เพิ่มขึ้น โดยเงาะหลังการลดความชื้นไม่สูญเสียคุณภาพ ซึ่งผู้ประกอบการส่งออก สหกรณ์การเกษตร เกษตรกรผู้ที่สนใจและนักวิชาการ สามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปทดสอบและประยุกต์ใช้ได้ และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดและส่งเสริมให้เกิดการใช้จริงได้

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์
วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ
หัวหน้าโครงการวิจัย
มีนาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
คำปรารภ	3
สารบัญ	4
กิตติกรรมประกาศ	5
ผู้วิจัย	6
ชื่อโครงการวิจัย	6
1.ชื่อกิจกรรมงานวิจัยที่ 1	6
บทคัดย่อ	6
บทนำ	7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	18
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	19-27

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยในการสร้างเครื่องลดความชื้นเงาะต้นแบบให้เสร็จสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการวิจัย ตลอดจนช่วยในการทดสอบเก็บข้อมูล และขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างเงาะทดสอบ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ชื่อโครงการวิจัย ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะสำหรับการส่งออก

Study and research on dehumidification of rambutan for export

ชื่อกิจกรรมงานวิจัยที่ 1 ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออก

Study on dehumidification of rambutan in the packing house for export

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายพุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ ตำแหน่งวิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ
สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ผู้ร่วมงาน

นางสาวนิลวรรณ ลีอังกูรเสถียร ตำแหน่ง ผชช.ด้านไม้ผลและรักษาการหัวหน้าคณะผชช.กรมวิชาการเกษตร
สังกัด สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

นายคุรุวรรณ์ ภามาตย์ ตำแหน่งวิศวกรการเกษตรชำนาญการ
สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

นายสากล วีริยานันท์ ตำแหน่งนายช่างเทคนิคอาวุโส
สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต ตำแหน่งวิศวกรการเกษตรปฏิบัติการ
สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

นางสาวอรวินธินี ชูศรี ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการ
สังกัด ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีจัดการและระยะเวลาในการสลัดน้ำออกจากเงาะที่เหมาะสมในโรงคัดบรรจุสำหรับส่งออก เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความชื้น โดยผลผลิตเงาะไม่เสียคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่าการสลัดน้ำออกจากเงาะด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยงสามารถนำมาทดแทนการลดความชื้นด้วยวิธีการเดิมคือการวางผึ่งลมได้ โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่า สามารถลดระยะเวลาในการลดความชื้นเงาะได้มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ โดยคุณภาพเงาะหลังการลดความชื้นไม่แตกต่างจากวิธีการเดิม ปลายขนเงาะไม่ดำ มีอายุการเก็บรักษาระหว่างการขนส่งสู่ผู้บริโภคและวางจำหน่ายได้ 22 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับการสลัดน้ำออกจากเงาะด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยง โครงสร้างทำจากเหล็กไร้สนิม ถังปั่นเหวี่ยงเป็นลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.63 เมตร สูง 0.60 เมตร ทำจากแผ่นสแตนเลส ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สัมพัทธ์ 13.05 กรัม สามารถลดความชื้นเงาะได้ 4,800 กิโลกรัมต่อวัน ใช้พลังงานไฟฟ้า 2.2 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเครื่องต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นเงาะ 0.26 บาทต่อกิโลกรัม มี

จุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นเงาะ 98,527 กิโลกรัม/ปี และระยะเวลาคืนทุนเมื่อใช้เครื่องลดความชื้นประมาณ 215 วัน

คำสำคัญ: เงาะ, การสลัดน้ำ, วิธีการปั่นเหวี่ยง, การส่งออก

ABSTRACT

Study on method and time of rambutan Moisture Removal in the packing house for export to increase efficiency of the dehumidification and good quality. The study found the centrifugal concept can be replaced the conventional method by air with faster more than 50% and the quality of rambutans were same. The shelf life of rambutan after dehumidification was 22 days at 15 degree celcius. Research and development on the centrifugal prototype machine which its structure made from galvanized iron and the spin bucket made from stainless steel with 0.6 m of diameter and 0.63 m of height. The power of prototype was 3 hp electric motor with 380 volt. The Relative centrifugal force was found to be 13.05 g and the capacity was 4,800 kg/day with power consumption 2.2 kW/h. The economic analysis showed that the prototype had 0.26 baht/kg of a cost, 98,527 kg/year of a break - even point and 215 days of a payback period of rambutan dehumidification.

Keywords: Rambutan; Moisture Removal; Centrifugation method, Export

บทนำ

เงาะเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยในปีพ.ศ. 2553 มีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตแล้วรวมทั้งประเทศประมาณ 335,538 ไร่ มีปริมาณผลผลิต 337,721 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ปัจจุบันมีการส่งออกไปต่างประเทศ เช่นการส่งออกทางเรือไปประเทศจีน ซึ่งผู้ประกอบการส่งออกส่งออกทางเรือ ใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 7-10 วัน และเมื่อนำผลผลิตสดออกจากห้องควบคุมอุณหภูมิสามารถวางจำหน่ายผลผลิตสดได้ในตลาดท้องถิ่นอย่างน้อย 3 วัน ปัญหาการส่งออกเงาะที่สำคัญคือการเสื่อมสภาพง่ายและมีอายุการวางจำหน่ายสั้นโดยเฉลี่ยเพียง 5-6 วัน ก่อนเสื่อมสภาพลง โดยกรณีตลาดเป้าหมายของสินค้าที่ไกลออกไปการส่งออกทางเรือใช้เวลายาวนาน ซึ่งส่งผลกระทบถึงความสดของเงาะ จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาเทคโนโลยีใหม่ๆ และวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพเข้ามาช่วยเพื่อยืดอายุการวางจำหน่ายเงาะ

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เก็บผลผลิตจากสวน การขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ การจัดการในโรงคัดบรรจุ การบรรจุภัณฑ์และการขนส่งสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ เป็นเรื่องที่สำคัญและต้องมีการศึกษาและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการ สามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาคุณภาพของผลผลิตให้ยาวนานขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าและปริมาณการส่งออกผลผลิตสู่ผู้บริโภคต่างประเทศ

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออกมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การคัดขนาดและคุณภาพของผลผลิต การล้างทำความสะอาด การแช่สารละลายเคมีเพื่อควบคุมโรคและแมลงศัตรู การลดความชื้นและการจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งออกไปยังต่างประเทศ เป็นต้น ปัจจุบันการลดความชื้นเงาะใช้วิธีวางวัสดุบนโต๊ะและผึ่งลมให้แห้งในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งจะใช้เวลานานและเกิดปัญหาไม่สามารถลดความชื้นผลผลิตได้หมดโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ เน่าเสียจากเชื้อราและโรคพืชอื่นๆ อันเกิดระหว่างการขนส่ง รวมถึงพื้นที่ตั้งโต๊ะสำหรับวางผลผลิตจำเป็นต้องมีเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณการผลิตและการส่งออก จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการใหม่เพื่อลดความชื้นที่ติดมากับเงาะออกไปให้ได้หมดสะดวกและรวดเร็ว โดยผลผลิตไม่สูญเสียคุณภาพ

การทบทวนวรรณกรรม

พุทธธินันทร์และคณะ (2553) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมทดแทนการใช้พัดลมธรรมดา ช่วยลดระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ตัดดอกจากสวนเพื่อทำการบรรจุส่งออกสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในฤดูฝนซึ่งดอกกล้วยไม้มีความชื้นสูง เครื่องต้นแบบประกอบไปด้วยห้องลดความชื้นมีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 7.5 เมตร ชุดพัดลมเป็นชนิดไหลตัดแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ยาว 1.2 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบพัดลม 733 รอบต่อนาที ชุดลำเลียงกล้วยไม้เข้าห้องลดความชื้นถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้าและเกียร์ทดอัตราทด 1:60 ความเร็วในการลำเลียง 1 เมตรต่อนาที เครื่องต้นแบบสามารถควบคุมอุณหภูมิลมผ่านตู้ควบคุมซึ่งติดตั้งบริเวณด้านข้างของเครื่อง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้พัดลม และมีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้มากกว่า โดยคุณภาพของดอกกล้วยไม้มีสภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน

ชูศักดิ์และคณะ (2541) ได้ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์ ซึ่งพัฒนามาจากเครื่องอบแห้งมะขามหวาน โดยเครื่องอบแห้งมีขนาด 1.2x4.8x1.6 เมตร (กว้างxยาวxสูง) คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด 28 ตารางเมตร สามารถอบแห้งผลลำไยสดได้ครั้งละ 280 กิโลกรัม พัดลมที่ใช้เปลี่ยนจากชนิดไหลตามแกนเพลา (Axial flow fan) เป็นชนิดกรงกระรอก (Cross flow fan) ซึ่งมีการกระจายลมร้อนในการอบแห้งที่สม่ำเสมอกว่า พัดลมกรงกระรอกที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ยาว 1.1 เมตร ให้กำลังด้วยมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า จากการทดสอบพบว่าเครื่องสามารถอบแห้งลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80-85% เหลือความชื้นสุดท้าย 10-12% (มาตรฐานเปียก) โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 75 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.8 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมของลำไยอบแห้ง

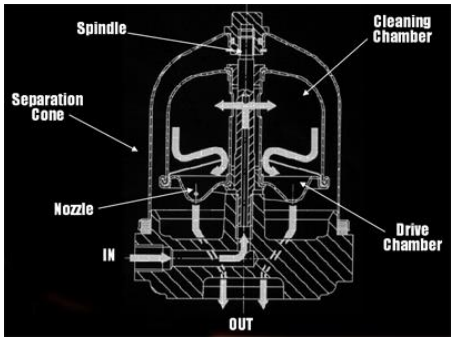
นิลวรรณและคณะ (2548) ได้ทำการการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเงาะผลสดให้ยาวนานขึ้นเพื่อการส่งออกทางเรือ ผลการทดสอบการเก็บรักษาเงาะสดพันธุ์โรงเรียนในตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งขนาด 20 ฟุต จำนวน 2 ตู้เปรียบเทียบกัน 2 ระบบ คือ ระบบ AFAM^{+} และระบบควบคุมความเย็นทั่วไปพบว่าเมื่อประเมินคุณภาพการยอมรับจากลักษณะที่ประเมินด้วยสายตาคือสีผิวเงาะ ตำหนิบนผิวเงาะ สีปลายขนเงาะ การประเมินคุณลักษณะภายนอกและภายในผลเงาะและการเกิดโรคในภาชนะบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ กันนั้น สภาพ

การเก็บรักษาแบบ AFAM^{+} สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเงาะผลสดได้สูงสุด 19 วัน ในภาชนะบรรจุ 2 แบบ คือ ถาด polystyrene บรรจุเงาะ 12 ผล มีฝาล็อค และถาด polystyrene ฝากระดาษอาบมัน 12 ผล ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์แบบสำเร็จรูปเพื่อการวางตลาดระดับกลางค่อนข้างสูงในซุปเปอร์มาร์เก็ต (individual packaging) ในกรณีที่ตลาดปลายทางเป็นตลาดระดับล่าง ตลาดสดทั่วไป การขนส่งในปริมาณที่สิ้นเปลืองพื้นที่ในตู้ขนส่งน้อยที่สุดจะเป็นการลดต้นทุนการขนส่ง ในกรณีนี้บรรจุภัณฑ์แบบตะกร้าพลาสติกสี่เหลี่ยมที่ใช้กันทั่วไปโดยกรุกระดาษที่เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ห่างกัน 3 นิ้ว โดยรอบจะทำให้คุณภาพโดยทั่วไปของผลเงาะสดมีสภาพที่ดีกว่าเพื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 19 ส่วนตู้ขนส่งอีกระบบคือตู้ขนส่งที่ติดตั้งเฉพาะเครื่องทำความเย็นทั่วไปนั้น เงาะผลสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสนั้น จะหมดสภาพการยอมรับทางการค้าตั้งแต่ 7 – 10 วันของการเก็บรักษา ผลเงาะจะมีปลายขนดำ ผิวเปลือกเงาะเริ่มเน่าเสีย

ผลเงาะที่ทำความสะอาดด้วยสารคลอรีนแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ก่อนทำการบรรจุลงถุง LDPE แล้วปิดปากถุงให้สนิท เพราะถ้าหากมีความชื้นในถุงสูงเกินไปในขณะเริ่มบรรจุลงถุงจะทำให้ผลเงาะเน่าได้ในระหว่างการขนส่ง จะต้องจำกัดความชื้นที่ติดไปกับผิวเงาะให้น้อยที่สุด (นิลวรรณและคณะ, 2548)

ต้นทุนค่าขนส่งผักและผลไม้ของไทยนั้นพบว่าค่าขนส่งทางเรือจะมีราคาต่ำกว่าค่าขนส่งทางเครื่องบินอย่างชัดเจน โดยค่าขนส่งจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะทางเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อนำค่าขนส่งมาหารด้วยระยะทาง จะพบว่าค่าขนส่งมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าระยะทางจะเป็นเท่าไร โดยค่าขนส่งทางเรือจะอยู่ที่ 0.001-0.004 บาทต่อกิโลกรัมต่อไมล์ทะเล และค่าขนส่งทางอากาศอยู่ที่ 0.009-0.010 ซึ่งต้นทุนในการส่งออกมังคุดทางเครื่องบินเข้าประเทศทางยุโรปคิดเป็น 100 บาทต่อกิโลกรัม ดูไบ 50 บาทต่อกิโลกรัม และบังกลาเทศ 28 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีต้นทุนที่สูงมาก (รศ.ดร.กมล เลิศรัตน์ และคณะฯ, 2551)

Centrifugal oil cleaner (รูปที่ 1) ใช้หลักการของ Reaction Turbine โดยน้ำมันจะถูกปั๊มส่งมาด้วยความดันผ่านเพลาโรเตอร์ที่กลวง และออกด้านข้างทางรูเล็ก ๆ น้ำมันจะไหลเข้าตัวโรเตอร์ และย้อนกลับไปที่หัวฉีดสองหัวที่อยู่ด้านล่างของโรเตอร์ เมื่อน้ำมันพุ่งออกมาด้วยแรงดันและความเร็วสูงในแนวที่ทำมุมกับผิวด้านในของฐานโรเตอร์ (ซึ่งยึดติดกับแท่นเครื่อง) จะส่งผลให้โรเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงกว่า 7000 รอบต่อนาที แรงเหวี่ยงหนีศูนย์จากการหมุนที่ความเร็วสูงนี้จะทำให้อนุภาคในน้ำมันถูกเหวี่ยงไปติดที่ผนังด้านในของถัง ส่วนน้ำมันจะไหลกลับไปที่ถังเดิมด้วยแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 1. Centrifugal oil cleaner

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้มีประสิทธิภาพ ได้เงาะที่มีคุณภาพดี โดยลดการสูญเสียคุณภาพอันเกิดจากความชื้นที่เกินมาตรฐานในโรงคัดบรรจุก่อนการส่งออกสู่ผู้บริโภค

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1. ศึกษาวิจัยการลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออก

รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

1. ทำการสำรวจเก็บข้อมูลกระบวนการจัดการผลเงาะสดในโรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการส่งออก และศึกษาทดสอบวิธีการกำจัดความชื้นผลเงาะสดสำหรับการส่งออกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยร่วมมือกับเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ประกอบการส่งออกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดความชื้น เช่น ระยะเวลาและปริมาณลมที่เหมาะสม เป็นต้น และศึกษาวิธีการจัดการสำหรับการลดความชื้นผลเงาะสดเพื่อการส่งออก

3. สร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการลดความชื้นผลเงาะสด

4. ปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบเบื้องต้น และเก็บข้อมูลผลการทดสอบได้แก่ ความเร็วลม (เมตร/วินาที) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง) ระยะเวลาการลดความชื้น (นาที) และการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) เป็นต้น

5. นำเครื่องต้นแบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกผลเงาะสด ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลเงาะสดที่กำจัดความชื้นด้วยวิธีการเดิมและวิธีใช้เครื่องต้นแบบ และวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

6. จัดทำรายงานผลการวิจัย และเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลกระบวนการจัดการผลเงาะสดในโรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการ

ส่งออกพบว่ามีหลายขั้นตอน ได้แก่การคัดขนาดและคุณภาพของผลผลิต การล้างทำความสะอาด การแช่สารละลายเคมีเพื่อควบคุมโรคและแมลงศัตรู การลดความชื้น การจัดการบรรจุภัณฑ์สำหรับขนส่งสู่ต่างประเทศ ดังรูปที่ 2-5

รูปที่ 2. การคัดขนาดและคุณภาพ

รูปที่ 3. การล้างและแช่สารละลายเคมี

รูปที่ 4. การวางผึ่งลมเพื่อลดความชื้น

รูปที่ 5. การบรรจุภัณฑ์และขนส่ง

ผลการทดสอบลดความชื้นด้วยวิธีปัจจุบันคือการวางผึ่งลมพบว่าใช้ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ซึ่งใช้เวลานานมาก และเกิดปัญหาลดความชื้นไม่ทันในช่วงที่ผลผลิตเข้าโรงคัดบรรจุมาก รวมถึงต้องใช้พื้นที่ในการวางผึ่งลมมาก ทำให้เป็นปัญหาในการจัดการและใช้แรงงานมาก

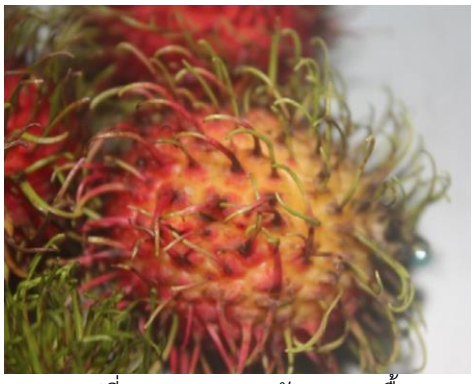
2. ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดความชื้นเงาะพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการลดความชื้นเงาะคือปริมาณความชื้นเริ่มต้นของผลเงาะสด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศแวดล้อม โดยถ้ามีอุณหภูมิต่ำหรือความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงจะทำให้ระยะเวลาในการลดความชื้นด้วยวิธีการผึ่งลมเพิ่มมากขึ้น ได้ทำการศึกษาหาวิธีการลดความชื้นอื่นเพื่อนำมาทดแทนการลดความชื้นแบบผึ่งลม โดยเริ่มจากการนำเครื่องลดความชื้นแบบอุโมงค์ลม ซึ่งเป็นต้นแบบของคุณพุทธธินันทร์ จารุวัฒน์และคณะ (2553) ที่วิจัยและพัฒนาสำหรับการลดความชื้นกล้วยไม้เพื่อการส่งออก (รูปที่ 6) มาประยุกต์ใช้และทดสอบลดความชื้นเงาะ โดยทำการทดสอบที่ความเร็วลม 3 และ 4 เมตร/วินาที (รูปที่ 7) ผลการทดสอบพบว่าจะใช้เวลาในการลดความชื้นลดลงเหลือประมาณ 23 นาที และ 15 นาที คิดเป็นอัตราการลดความชื้น 0.609 กรัม$_{น้ำ}$/ก.ก.$_{ผลเงาะสด}$-นาที และ 1.091 กรัม$_{น้ำ}$/ก.ก.$_{ผลเงาะสด}$-นาที ตามลำดับ ที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73% แต่เมื่อพิจารณาด้านคุณภาพของผลเงาะสดหลังการลดความชื้นพบว่าที่ปลายขนเงาะมีการเสื่อมสภาพโดยเปลี่ยนเป็นสีคล้ำลง และเมื่อทำการลดความความเร็วลมลงที่ 1-2 เมตร/วินาที พบว่ายังมีการเสื่อมสภาพอยู่เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่สามารถนำเครื่องลดความชื้นแบบอุโมงค์ลมมาประยุกต์ใช้กับการลดความชื้นเงาะได้

เนื่องจากผลการทดลองได้ว่าปลายขนเงาะจะมีการเสื่อมสภาพลงเมื่อผ่านการลดความชื้นด้วยลม แสดงในรูปที่ 8 และรูปที่ 9

รูปที่ 6. เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม

รูปที่ 7. ทดสอบลดความชื้นเงาะ

รูปที่ 8. สภาพเงาะก่อนลดความชื้น



รูปที่ 9. สภาพเงาะหลังลดความชื้น

3. จากนั้นได้ทำการหาวิธีการลดความชื้นใหม่ โดยจากผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าวิธีการปั่นเหวี่ยง (Centrifugation method) เป็นวิธีการที่มีความเป็นไปได้ โดยสามารถดึงความชื้นออกจากผลเงาะได้ โดยไม่ใช้ลมซึ่งทำให้ปลายขนเงาะไม่เกิดการเสื่อมสภาพ ได้ทำการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นเงาะแบบใช้หลักการปั่นเหวี่ยงระดับการทดลอง (รูปที่ 10) เครื่องต้นแบบมีขนาดถังปั่นเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เมตร สูง 0.4 เมตร สามารถลดความชื้นเงาะได้ครั้งละ 20 กิโลกรัม ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

รูปที่ 10. เครื่องลดความชื้นเงาะระดับการทดลอง

4. ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบให้สมบูรณ์และทดสอบเก็บข้อมูลการลดความชื้นเงาะ ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมของการลดความชื้นเงาะคือ 241.67 รอบ/นาที โดยที่คุณภาพของขนเงาะไม่เสียหาย ใช้เวลาในการทำงานทั้งหมด 5 นาที/ครั้ง ซึ่งเมื่อทำงานวันละ 8 ชั่วโมง เครื่องต้นแบบระดับการทดลองจะมีความสามารถในการลดความชื้นเงาะ 1,920 กิโลกรัม/วัน (240 กิโลกรัม/ชั่วโมง) ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 11 ถึงรูปที่ 14 และตารางที่ 1

รูปที่ 11. เตรียมการทดสอบ

รูปที่ 12. ทดสอบลดความชื้นเงาะ

รูปที่ 13. สภาพเงาะก่อนลดความชื้น

รูปที่ 14. สภาพเงาะหลังลดความชื้น

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบลดความชื้นเงาะด้วยเครื่องต้นแบบระดับการทดลอง

หัวข้อทดสอบ	ผลการทดสอบ
เวลาในการลดความชื้นเงาะต่อครั้ง (นาที)	5
ความสามารถในการทำงาน (ก.ก./ชม.)	240
ความเร็วรอบที่เหมาะสม (รอบ/นาที)	241.67
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)	0.75
จำนวนแรงงาน	2

ผลการทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาเพื่อศึกษาถึงอายุการวางจำหน่ายผลเงาะสดก่อนเกิดการเสื่อมสภาพ โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีการวางผึ่งลมซึ่งเป็นวิธีการเดิม และการเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่าทั้งสองวิธีสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 22 วัน ไม่แตกต่างกันก่อนเกิดการเสื่อมสภาพ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการลดความชื้นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สามารถนำมาทดแทนการลดความชื้นแบบวางผึ่งลมได้

5. ได้ทำการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นเงาะระดับเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นการขยายขนาดจากต้นแบบระดับการทดลอง (รูปที่ 15) โดยรักษาสภาพเงื่อนไขของการลดความชื้นไว้ ได้แก่แรงหมุนเหวี่ยงการลดความชื้นเงาะคงที่ เพื่อให้สภาพการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามที่ได้ทำการทดลองก่อนหน้านี้ เครื่องต้นแบบระดับเชิงพาณิชย์ออกแบบให้ถังปั่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.63 เมตร สูง 0.6 เมตร เพื่อรองรับการใส่ตะกร้าบรรจุเงาะขนาด 50 กิโลกรัมที่มีใช้ทั่วไปในโรงคัดบรรจุ โดยมีหลักการออกแบบเพื่อหาความเร็วรอบถังปั่นเหวี่ยงของเครื่องต้นแบบระดับเชิงพาณิชย์ดังนี้

จากสมการ $$RCF\ (g) = \frac{(rpm)^2 \times r\ (cm)}{89{,}500}$$

โดยที่ RCF = แรงเหวี่ยงหนีศูนย์สัมพัทธ์ (Relative centifugal force; แรงเหวี่ยงหนีศูนย์สัมพัทธ์กับแรงโน้มถ่วงของโลก)

rpm = รอบการทำงานของเครื่อง

r = ระยะหางของวัสดุถึงจุดศูนย์กลางการหมุน

รอบการทำงานของต้นแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ระดับการทดลองคือ 241.67 รอบ/นาที และรัศมีของการเหวี่ยง (รัศมีของขนาดถังเหวี่ยง) คือ 20 เซนติเมตร

ดังนั้น แรงเหวี่ยงหนีศูนย์สัมพัทธ์ของเครื่องต้นแบบระดับการทดลองคือ

$$RCF = \frac{(241.67)^2 \times 20}{89{,}500}$$

$$= 13.05 \text{ กรัม}$$

จากนั้นทำการคำนวณหาความเร็วรอบถังปั่นเหวี่ยงของเครื่องต้นแบบระดับเชิงพาณิชย์ โดยรักษาแรงเหวี่ยงหนีศูนย์สัมพัทธ์ของเครื่องต้นแบบให้คงที่ดังนี้

จากสมการข้างต้นค่า $rpm^2 = \frac{RCF \times 89,500}{r}$

$= \frac{13.05 \times 89,500}{31.25}$

$= 37,375.20$ รอบต่อนาที

$rpm = 193.33$ รอบต่อนาที

ดังนั้นความเร็วรอบถังปั่นเหวี่ยงระดับเชิงพาณิชย์คือ **193.33 รอบต่อนาที**

รูปที่ 15 เครื่องต้นแบบลดความชื้นเงาะระดับเชิงพาณิชย์

จากนั้นทำการนำเครื่องต้นแบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกผลเงาะสด และศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลเงาะสดที่กำจัดความชื้นด้วยวิธีการเดิมและวิธีใช้เครื่องต้นแบบ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบใช้เวลาในการลดความชื้นเงาะ 5 นาทีต่อครั้ง มีความสามารถในการทำงานได้ 4,800 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อทำงานวันละ 8 ชั่วโมง (600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ใช้พลังงานไฟฟ้า 2.2 กิโลวัตต์/ชั่วโมง และเมื่อทำการทดสอบเก็บรักษาผลเงาะสดหลังการลดความชื้นเปรียบเทียบกับวิธีการวางผึ่งแห้งแบบเดิม พบว่าคุณภาพของผลเงาะไม่แตกต่างกัน โดยสามารถเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เพื่อรอการจำหน่ายได้ 22 วันเช่นเดียวกัน ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 16 ถึงรูปที่ 21 และตารางที่ 2

รูปที่ 16. สภาพเงาะที่เข้าโรงคัดบรรจุ

รูปที่ 17. ล้างทำความสะอาดเงาะก่อนลดความชื้น

รูปที่ 18. สภาพเงาะหลังการลดความชื้น

รูปที่ 19. ห้องเย็นสำหรับเก็บรักษา

รูปที่ 20. สภาพเงาะก่อนการเก็บรักษา

รูปที่ 21. สภาพเงาะก่อนและหลังการเก็บรักษา 22 วัน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบลดความชื้นเงาะด้วยเครื่องต้นแบบระดับเชิงพาณิชย์

หัวข้อทดสอบ	**ผลการทดสอบ**
เวลาในการลดความชื้นเงาะต่อครั้ง (นาที)	5
ความสามารถในการทำงาน (ก.ก./ชม.)	600
ความเร็วรอบที่เหมาะสม (รอบ/นาที)	193.33
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)	2.2
จำนวนแรงงาน	2

ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าเครื่องต้นแบบลดความชื้นเงาะแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ระดับเชิงพาณิชย์มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นเงาะ 0.50 บาท/กก. จุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นเงาะ 88,606 กก./ปี และระยะเวลาการคืนทุน 3.53 ปี หรือ (212วัน) รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

6. ได้ทำการจัดทำเอกสารเรื่องเต็มงานวิจัย และทำการเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย โดยได้ทำการเผยแพร่งานวิจัยดังนี้

- ทำการบรรยายและสาธิตเผยแพร่การลดความชื้นเงาะด้วยเครื่องต้นแบบลดความชื้นเงาะแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ ให้กับเจ้าหน้าที่ของสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร ต.นาสาร อ.บ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี เมื่อวันที่ 20-23 กรกฎาคม 2558 (รูปที่ 22)

รูปที่ 22 บรรยายและสาธิตเครื่องต้นแบบที่สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี

- ทำการสาธิตเครื่องต้นแบบให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการส่งออกมังคุดสด เจ้าหน้าที่ภาครัฐ และนักวิชาการที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี เมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2558 (รูปที่ 23-24)

รูปที่ 23 สาธิตเผยแพร่เครื่องต้นแบบที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี จ.จันทบุรี

รูปที่ 24 โปสเตอร์เครื่องลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับส่งออก

- ร่วมจัดนิทรรศการเผยแพร่สาธิตเครื่องต้นแบบให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการส่งออกมังคุดสด เจ้าหน้าที่ภาครัฐ นักวิชาการ ในงานพืชสวนมั่งคั่งการค้าสองฝั่งชายแดน ครั้งที่ 1 อ.เมือง จ.ตราด ช่วงวันที่ 21-24 มกราคม 2559 (รูปที่ 25)

รูปที่ 25 สาธิตเผยแพร่เครื่องต้นแบบที่อ.เมือง จ.ตราด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ทำให้ได้เครื่องต้นแบบและผลการทดสอบสำหรับลดความชื้นเงาะในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออก รวมถึงผลการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมที่ผู้ประกอบการใช้ในปัจจุบัน ทั้งในด้านระยะเวลา ความสามารถในการลดความชื้นเงาะ คุณภาพของผลเงาะและอายุการเก็บรักษาหลังการลดความชื้น ซึ่งผู้ประกอบการ เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้มีประสิทธิภาพ ได้เงาะที่มีคุณภาพดี โดยลดการสูญเสียคุณภาพอันเกิดจากความชื้นที่เกินมาตรฐานในโรงคัดบรรจุก่อนการส่งออกสู่ผู้บริโภค นอกจากนั้นจากรายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มโครงการและการสาธิตเผยแพร่สู่ผู้ประกอบการส่งออก สหกรณ์การเกษตร เกษตรกร ผู้ที่สนใจ นักวิชาการ จะทำให้เป็นช่องทางที่จะนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ต่อไป ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนจึงควรนำผลการวิจัยไปพัฒนาต่อยอดและส่งเสริมให้เกิดการใช้จริงภายในประเทศต่อไป

บรรณานุกรม

กมล เลิศรัตน์ และคณะ.2551.รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพด้านการผลิต การแปรรูป การค้า การวิจัยและพัฒนาผักและผลไม้ของไทยกับต่างประเทศ.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์ และ คณะ. 2541 เอกสารเผยแพร่เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จตุจักร กทม. 4 หน้า.

นิลวรรณ ลีอังกูรเสถียร. 2548. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเงาะผลสดให้ยาวนานขึ้นเพื่อการส่งออกทางเรือ. ผลงานวิจัยฉบับเต็ม สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ และคณะ. 2553. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม “การวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม”. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร ก.ท.ม. 42 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9704.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การลดความชื้นเงาะด้วยเครื่องต้นแบบแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ระดับเชิงพาณิชย์

1.การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่าย

กำหนดให้

- ราคาเครื่องลดความชื้นเงาะแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์	245,000 บาท
- อายุการใช้งาน	10 ปี
- มูลค่าซาก 10% ของราคาเครื่อง	24,500 บาท
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่อง	3,000 บาท/ปี
- อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	6.525 เปอร์เซ็นต์/ปี
- ค่าจ้างแรงงาน	300 บาท/วัน
- ค่าไฟฟ้า	4.50 บาท/หน่วย

<u>ต้นทุนคงที่</u>

- ค่าเสื่อมราคาเครื่อง

สมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง (P-L)/N

โดย P = ราคาซื้อเครื่องจักร, บาท

L = ราคาซากเครื่องจักร, บาท

N= อายุการใช้งาน, ปี

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง = (245,000-24,500)/10 บาท/ปี

= 22,050 บาท/ปี

- ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

สมการค่าดอกเบี้ย [(P+L)/2] x (i/100)

โดย i = อัตราดอกเบี้ย/ปี, เปอร์เซ็นต์

ค่าดอกเบี้ยลงทุนเครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง = [(245,000+24,500)/2]x(6.525/100) บาท/ปี

= 8,792.44 บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม = ค่าเสื่อมราคาเครื่อง + ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

= 22,050 + 8,792.44 บาท/ปี

= 30,842.44 บาท/ปี

<u>ต้นทุนผันแปร</u>

- ค่าแรงงานคุมเครื่องลดความชื้นเงาะ 2 คน/วัน คนละ 300 บาท/คน ทำงาน 60 วัน/ปี

ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน = 2 คน/วัน x 60 วัน/ปี x300 บาท/คน

= 36,000 บาท/ปี

- ค่าไฟฟ้า

เครื่องลดความชื้นเงาะใช้พลังงานไฟฟ้า 2.2 กิโลวัตต์ ทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า = 2.2 กิโลวัตต์ x 8 ชั่วโมง/วัน

= 17.60 กิโลวัตต์ x ชั่วโมง/วัน

= 17.60 หน่วย/วัน

คิดค่าไฟฟ้า หน่วยละ 4.50 บาท และทำงาน 60 วัน/ปี

ดังนั้นต้นทุนค่าไฟฟ้า = 17.60 หน่วย/วัน x 4.50 บาท/หน่วย x 60 วัน/ปี

= 4,752 บาท/ปี

- ค่าซ่อมบำรุง

คิดคงที่ = 3,000 บาท/ปี ตลอดอายุการใช้งาน

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม = 36,000+4,752+3,000 บาท/ปี

= 43,752 บาท/ปี

ดังนั้นต้นรวมทั้งหมด = 30,842.44 + 43,752 บาท/ปี

= 74,594.44 บาท/ปี

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องลดความชื้นเงาะสามารถทำงานได้ = 4,800 กิโลกรัม/วันx60 วัน/ปี

= 288,000 กิโลกรัม/ปี

ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องลดความชื้นเงาะ = (74,594.44 บาท/ปี)/(288,000 กิโลกรัม/ปี)

= 0.26 บาท/กิโลกรัม

2 การคำนวณจุดคุ้มทุน

- กำหนดให้รับจ้างลดความชื้นเงาะที่ 0.50 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นมีรายได้สุทธิที่ 0.24 บาท/กิโลกรัม

- เครื่องต้นแบบสามารถลดความชื้นเงาะได้ 288,000 กิโลกรัม/ปี

ดังนั้นมีรายได้จากการรับจ้าง = 0.24 บาทต่อกิโลกรัม x 288,000 กิโลกรัม/ปี

= 69,120 บาท/ปี

- หาจุดคุ้มทุนจากการรับจ้างลดความชื้นเงาะ รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า 0.76 บาท/กิโลกรัม x N กิโลกรัม/ปี = 0.26 บาท/กิโลกรัม x 288,000 กิโลกรัม/ปี

N = ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน , กิโลกรัม/ปี

= (0.26x 288,000)/0.76 กิโลกรัม/ปี

= 98,526.32 กิโลกรัม/ปี

ดังนั้นจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องลดความชื้นเงาะ = 98,526.32 กิโลกรัม/ปี

ประมาณ = 98,527 กิโลกรัม/ปี

3 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จากความสัมพันธ์, ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม

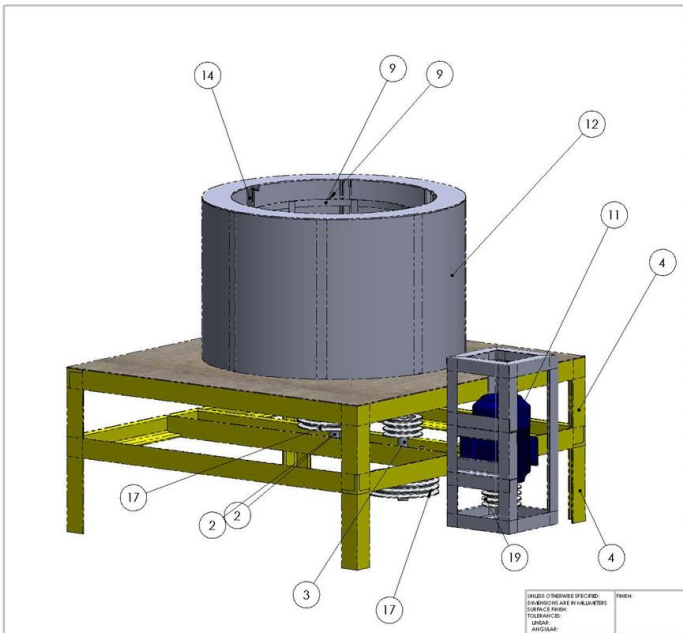
= (245,000บาท)/(69,120 บาท/ปี)

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนเครื่องลดความชื้นเงาะ = 3.54 ปี

เนื่องจาก 1 ปี ทำงาน 60 วัน

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนเมื่อใช้เครื่องลดความชื้นเงาะทำงาน 212.40 วัน **ประมาณ 215 วัน**

ภาคผนวก ข. แบบทางวิศวกรรมของเครื่องลดความชื้นเงาะแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ระดับเชิงพาณิชย์ (50 กิโลกรัม)

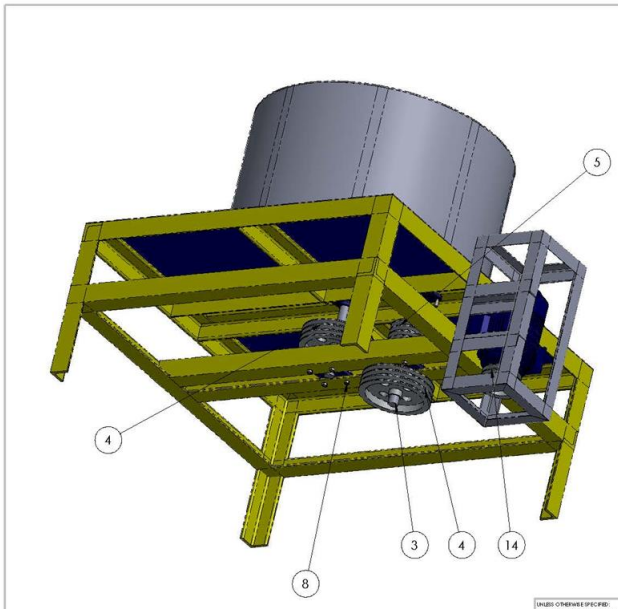


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	AltPosition_Default_1/QTY.
1	UCF208-24		4
2	platesupportta		1
3	sharp		1
4	frame01		1
5	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 50 Indented HHMS --50N		1
6	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 55 Indented HHMS --38N		15
7	B18.2.4.2M - Hex nut, Style 2, M12 x 1.75 --D-N		1
8	bush01		1
9	bukket		1
10	frame_motor		1
11	4KW 1500 devir		1
12	TANK_OUT		1
13	table_plate		1
14	Assem_top		1
15	Belt2-2^Assem1		1
16	Belt3-3^Assem1		1
17	pulley Dia10in_x3		2
18	pulley Dia5in_x3		1
19	pulley Dia3in_x3		1
20	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 16 Indented HFMS --16N		4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:
FINISH
DEBUR AND BREAK SHARP EDGES
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:
WEIGHT:
TITLE:
DWG NO. Assem1
A3
SCALE:1.80
SHEET 1 OF 1

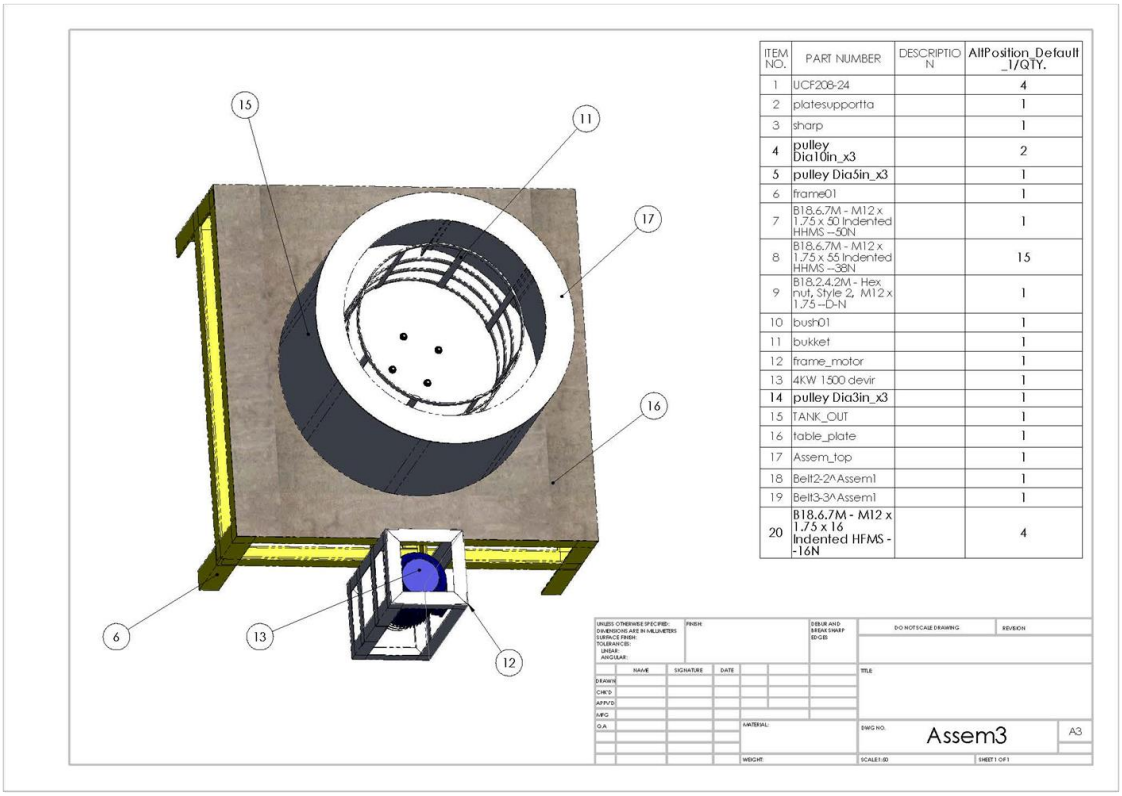


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	AltPosition_Default_1/QTY.
1	UCF208-24		4
2	platesupportta		1
3	sharp		1
4	pulley Dia10in_x3		2
5	pulley Dia5in_x3		1
6	frame01		1
7	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 50 Indented HHMS --50N		1
8	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 55 Indented HHMS --38N		15
9	B18.2.4.2M - Hex nut, Style 2, M12 x 1.75 --D-N		1
10	bush01		1
11	bukket		1
12	frame_motor		1
13	4KW 1500 devir		1
14	pulley Dia3in_x3		1
15	TANK_OUT		1
16	table_plate		1
17	Assem_top		1
18	Belt2-2^Assem1		1
19	Belt3-3^Assem1		1
20	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 16 Indented HFMS --16N		4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:
FINISH
DEBUR AND BREAK SHARP EDGES
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:
WEIGHT:
TITLE:
DWG NO. Assem2
A3
SCALE:1.80
SHEET 1 OF 1

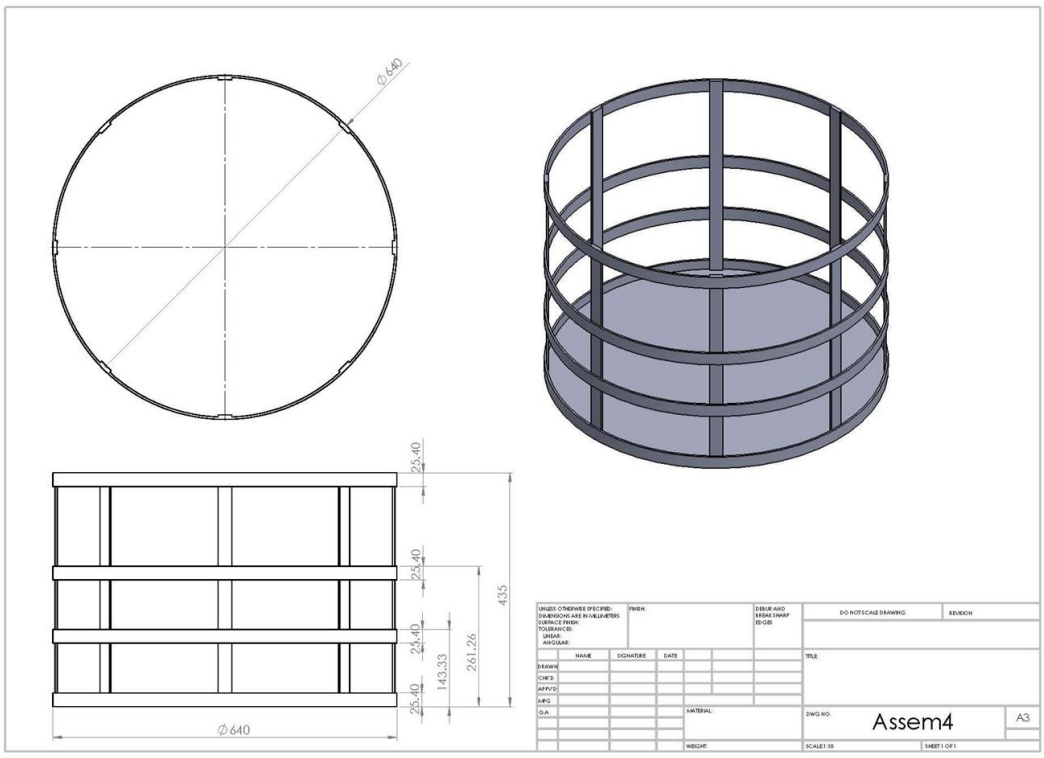


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	AltPosition_Default_1/QTY.
1	UCF208-24		4
2	platesupportta		1
3	sharp		1
4	pulley Dia10in_x3		2
5	pulley Dia5in_x3		1
6	frame01		1
7	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 50 Indented HHMS --50N		1
8	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 55 Indented HHMS --35N		15
9	B18.2.4.2M - Hex nut, Style 2, M12 x 1.75 --D-N		1
10	bush01		1
11	bukket		1
12	frame_motor		1
13	4KW 1500 devir		1
14	pulley Dia3in_x3		1
15	TANK_OUT		1
16	table_plate		1
17	Assem_top		1
18	Belt2-2^Assem1		1
19	Belt3-3^Assem1		1
20	B18.6.7M - M12 x 1.75 x 16 Indented HFMS --16N		4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | FINISH | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | DO NOT SCALE DRAWING | REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APP'VD			
MFG			
Q.A			

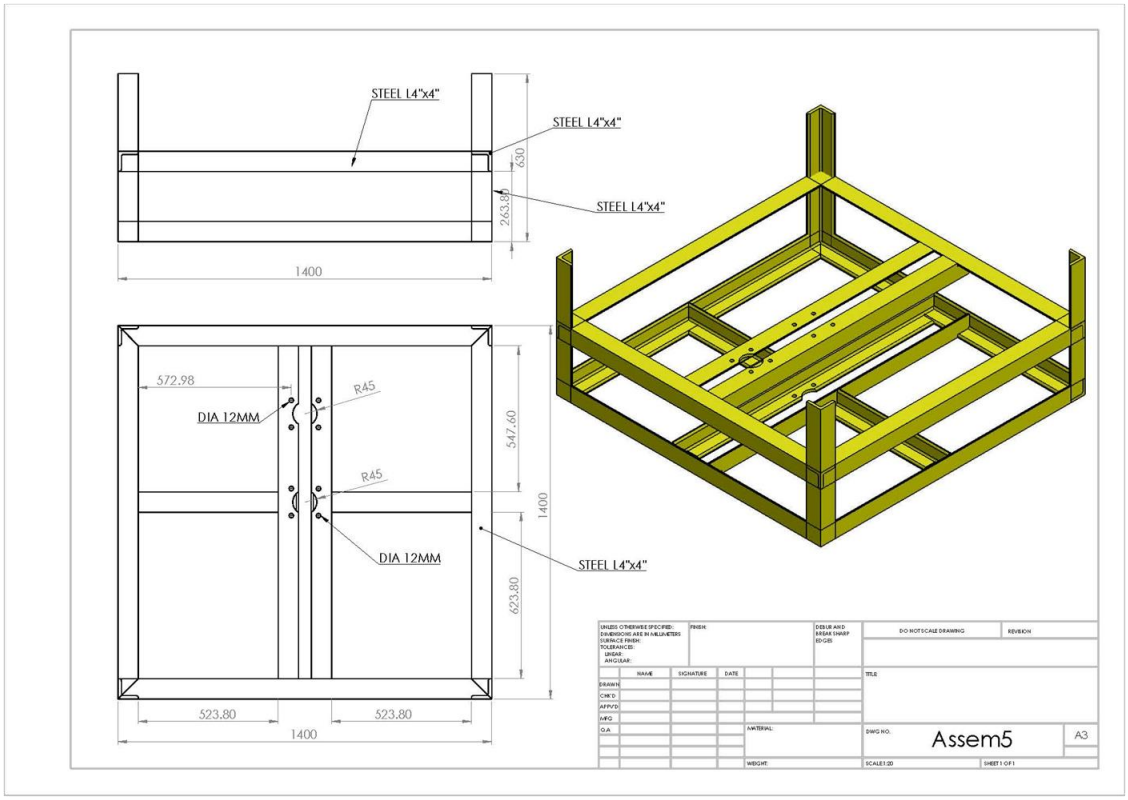
MATERIAL: | WEIGHT: | TITLE | DWG NO. Assem3 | A3 | SCALE:1:80 | SHEET 1 OF 1

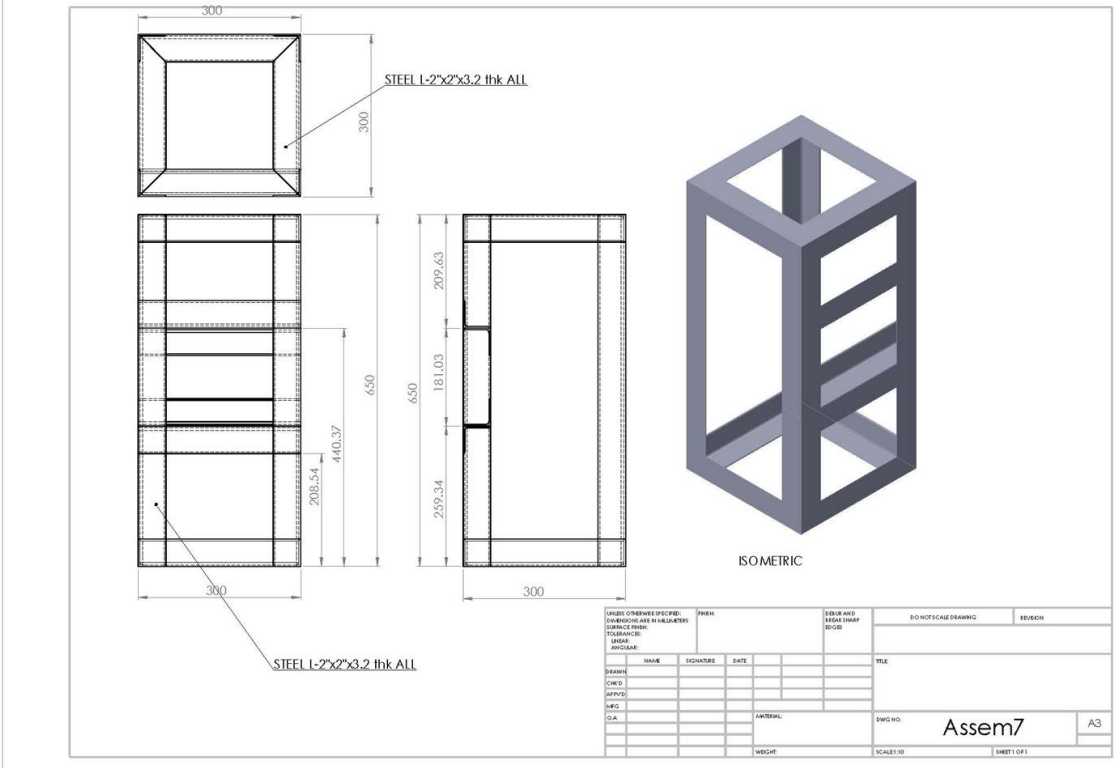


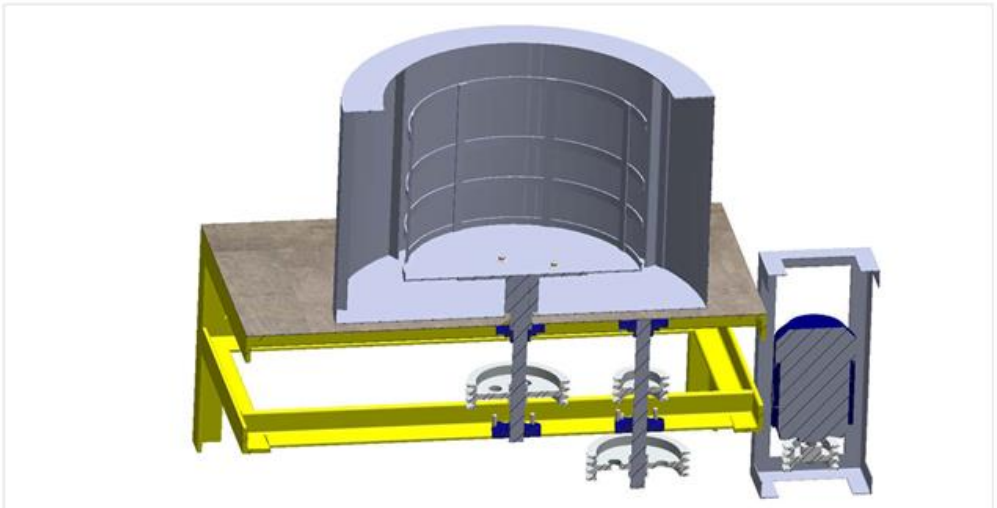
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | FINISH | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | DO NOT SCALE DRAWING | REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APP'VD			
MFG			
Q.A			

MATERIAL: | WEIGHT: | TITLE | DWG NO. Assem4 | A3 | SCALE:1:10 | SHEET 1 OF 1


STEEL L4"x4"
STEEL L4"x4"
STEEL L4"x4"
630
263.80
1400
572.98
DIA 12MM
R45
R45
DIA 12MM
547.60
1400
623.80
STEEL L4"x4"
523.80
523.80
1400
Assem5
A3


300
STEEL L-2"x2"x3.2 thk ALL
300
650
440.37
208.54
209.63
181.03
259.34
650
300
300
ISOMETRIC
STEEL L-2"x2"x3.2 thk ALL
Assem7
A3



SECTION E-E
SCALE 1 : 10

SIZE	DWG. NO.	REV
A	Assem8	
SCALE: 1:50 WEIGHT:		SHEET 1 OF 1