

การวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม

Research and Development of Wind Tunnel Type Orchid Moisture Removal Machine

พุทธินันท์ จารุวัฒน์¹

ชูศักดิ์ ชาวประดิษฐ์^{2/}

จงวัฒนา พุ่มศิริ^{3/}

ศุภวรรณ ภามมาตย์^{1/}

ยงยุทธ คงชาน^{2/}

สากร วีรียนันท์^{1/}

วัชรวิทย์ วิทยวรรณกุล^{4/}

Puttinun Jaruwat¹

Chusak Chavapradit^{2/}

Jongwattana Pumhirun^{3/}

Kuruwan Pamart^{1/}

Yongyut Kongsan^{2/}

Sakon Veriyanun^{1/}

Wacharee Wittayawannakul^{4/}

ABSTRACT

A wind tunnel type orchid moisture removal machine was fabricated to replace an using fan blowing direct at the newly cut orchids for moisture removal prior to packing for export, especially during rainy season when orchids contain high moisture. The prototype machine composed of a moisture removal chamber with dimensions of 1.2 x 7.5 m (width x length), a cross flow fan with diameter of 40 cm. and the length of 1.2 meter driven by a 2 hp electrical motor, and a conveyor to transport orchids into the chamber driven by a 0.5 horsepower, an electrical motor with speed reducer gear box. The conveyor is capable of moving in 2 directions. namely the same wind direction or against. Temperature inside the chamber could be controlled by using temperature sensor and a control unit mounted at the side of the machine. The time for moisture removal by the prototype machine and the ordinary direct showing at orchid were compared quality of

^{1/} ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

^{1/} Chantaburi Agricultural Engineering Research Centre, Agricultural Engineering Research Institute, Mueang district, Chantaburi province 22000

^{2/} กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

^{2/} Postharvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Khong Luang district Pathum Thani province 12120

^{3/} สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

^{3/} Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak Bangkok 10900.

^{4/} สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

^{4/} Postharvest and Products Processing Research and Development Office, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture Chatuchak, Bangkok 10900.

orchid after moisture removal was determined. Results showed that the fan had been used moisture removal time 30 minutes in rainy off season and 90 minutes in rainy season while the prototype machine could reduce moisture removal time at 7.5 minutes in rainy off season and 15 minutes in rainy season. Quality of orchids after moisture removal from the prototype machine did not affect and had vase life 12-14 days.

Key words: orchids, moisture removal, wind tunnel

บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมทดแทนการใช้พัดลมธรรมดา ช่วยลดระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ตัดดอกจากสวนเพื่อทำการบรรจุส่งออกสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในฤดูฝนซึ่งดอกกล้วยไม้มีความชื้นสูง เครื่องต้นแบบประกอบไปด้วยห้องลดความชื้นมีขนาดกว้าง 1.2 ม. ยาว 7.5 ม. ชุดพัดลมเป็นชนิดไหลตัดแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. ยาว 1.2 ม. ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า และชุดลำเลียงกล้วยไม้เข้าห้องลดความชื้นประกอบด้วยชุดเฟืองโซ่และเกียร์ทดขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า ชุดลำเลียงสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 ทิศทางคือเคลื่อนที่ตามลมและเคลื่อนที่สวนลมที่พัดจาก

ชุดพัดลมบริเวณหัวเครื่อง ภายในห้องลดความชื้นสามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยใช้หัววัดอุณหภูมิและควบคุมผ่านตู้ควบคุมซึ่งติดตั้งบริเวณด้านข้างของเครื่อง ในการทดลองทำการทดสอบเปรียบเทียบระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยการใช้เครื่องต้นแบบ และการใช้พัดลมที่โรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ทั้งในช่วงฤดูฝนและช่วงนอกฤดูฝน และตรวจสอบคุณภาพของกล้วยไม้หลังการลดความชื้น ผลการทดสอบพบว่าการใช้พัดลมในการลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้นอกฤดูฝนและในฤดูฝนใช้ระยะเวลา 30 และ 90 นาที ในขณะที่เครื่องต้นแบบใช้เวลาน้อยกว่าที่ 7.5 นาที ในช่วงนอกฤดูฝน และ 15 นาทีในช่วงฤดูฝน โดยคุณภาพของดอกกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นมีสภาพความสดไม่แตกต่างกันและมีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน

คำหลัก: กล้วยไม้ ลดความชื้น อุโมงค์ลม

คำนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายและแวนดา โดยมีการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเป็นอันดับหนึ่งของโลก มีประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นประเทศผู้ผลิตอันดับรองลงมาจากกล้วยไม้สกุลหวายและแวนดาแล้วไทยยังเป็นฐานการผลิตกล้วยไม้ต้นชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิดเป็นการค้าส่งออก ประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา จีน ไต้หวัน

และอิตาลี เป็นต้น กล้วยไม้จึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ (สุภา, 2547) โดยเป็นการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายเพื่อตัดดอกประมาณ 90% ของกล้วยไม้ทั้งหมด แต่ผลผลิตดอกกล้วยไม้ที่มีคุณภาพสามารถส่งออกได้มีเพียง 42% ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานส่งออกหรือเกินความต้องการของผู้ส่งออกจะจำหน่ายในประเทศ หากสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตที่มีคุณภาพดี และมีความปลอดภัยสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคจะเป็นวิธีช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการส่งออกได้มากขึ้น

โดยทั่วไปว่าดอกกล้วยไม้จะเกิดแผลได้ง่ายและอ่อนแอต่อโรค ทั้งนี้เพราะดอกกล้วยไม้ส่วนใหญ่มีผิวบอบบางและมีความอวบน้ำ เชื้อโรคที่สำคัญที่สุดคือ Grey mold หรือเชื้อ *Botrytis cinerea* Pers โดยที่เชื้อนี้สามารถเจริญได้ในที่ๆ มีความชื้น แม้จะอยู่ในห้องเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำก็ตาม การป้องกันกำจัดโรคหลังการเก็บเกี่ยว อาจทำได้โดยวิธีการลดปริมาณการเข้าทำลายของเชื้อโรคตั้งแต่ในแปลงปลูก โดยการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา การคัดเลือกกล้วยไม้ที่มีความสมบูรณ์ ปราศจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและความชื้นในการเก็บรักษาหรือระหว่างการขนส่งสุภา (2547) การวางฟุ้งดอกกล้วยไม้ให้แห้งก่อนบรรจุลงกล่องจะขึ้นอยู่กับความชื้นของดอกกล้วยไม้และฤดูกาล โดยฤดูหนาวอากาศเย็น ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ไม่ค่อยมีปัญหาในการลด

ความชื้นกล้วยไม้ ในฤดูร้อนอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ปานกลาง ใช้เวลาฟุ้งกล้วยไม้และเป่าด้วยพัดลมนานขึ้น และในฤดูฝนอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์สูง จะใช้เวลาฟุ้งกล้วยไม้และเป่าด้วยพัดลมนานที่สุด บางครั้งหลายชั่วโมงหรือค้างคืนก่อนบรรจุกล้วยไม้ลงกล่อง (จิตรพรพรรณและคณะ, 2551)

จึงได้มีศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบอุโมงค์ โดยเครื่องอบแห้งมีลักษณะเป็นห้องยาวมีขนาด 1.2x4.8x1.6 ม. (กว้างxยาวxสูง) คิดเป็นพื้นที่การอบแห้งทั้งหมด 28 ตร.ม. สามารถอบแห้งผลลำไยสดได้ครั้งละ 280 ก. พัดลมที่ใช้เป็นชนิดกรงกระรอก (Cross flow fan) ซึ่งมีการกระจายลมร้อนในการอบแห้งที่สม่ำเสมอกว่าการใช้พัดลมชนิดไหลตามแกนที่มีใช้ทั่วไป พัดลมกรงกระรอกที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. ยาว 1.1 ม. ให้กำลังด้วยมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า จากการทดสอบพบว่าเครื่องสามารถอบแห้งลำไยที่มีความชื้นเริ่มต้น 80-85% เหลือความชื้นสุดท้าย 10-12% (มาตรฐานเปียก) โดยใช้อุณหภูมิอบแห้ง 75 °ซ. เป็นระยะเวลา 15 ชม. มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 0.8 กก./กก. ของลำไยอบแห้ง (ชูศักดิ์และคณะ, 2541)

ปัจจุบันหลังจากเก็บเกี่ยวช่อดอกกล้วยไม้แล้ว ผู้ประกอบการส่งออกจะทำการลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้โดยใช้พัดลมชนิดไหลตามแกนเป่าลมไปที่ดอกกล้วยไม้ เพื่อถึงความชื้นที่เกาะอยู่บริเวณกลีบดอกออก แต่ต้องไม่ถึงความชื้นจากภายในดอกกล้วยไม้ซึ่งจะมีผล

ทำให้ช่อดอกกล้วยไม้เกิดการเสื่อมสภาพ ซึ่งและ พัฒลมที่ผู้ประกอบการใช้อยู่จะมีการกระจายของ ลมที่ไม่สม่ำเสมอ และไม่ทั่วถึงบริเวณโตะที่วาง ช่อดอกกล้วยไม้ ทำให้ใช้เวลานานและเกิดปัญหา มีช่อดอกกล้วยไม้ที่มีความชื้นเกินมาตรฐาน ปะปนไปกับกล้วยไม้คุณภาพดี ในการบรรจุเพื่อ ทำการส่งออก โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิด การเสื่อมสภาพ เน่าเสียจากเชื้อราและโรคพืช อื่นๆระหว่างการขนส่ง จึงมีความจำเป็นต้อง ทำการศึกษาวิธีการเพื่อลดความชื้นช่อดอก กล้วยไม้ ให้ได้ตามมาตรฐาน เพื่อไม่ให้มีความชื้น ติดไปกับช่อดอกกล้วยไม้ที่ทำการส่งออก โดย ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นแบบ อุโมงค์ลม ซึ่งปริมาณลมและการกระจายของ ลมที่ออกจากอุโมงค์ลมจะมีความสม่ำเสมอ เมื่อ ไหลผ่านช่อดอกกล้วยไม้จะสามารถถึงความชื้น ออกจากช่อดอกกล้วยไม้ได้ทั่วถึง สม่ำเสมอและ รวดเร็ว ปริมาณลมที่เหมาะสม ระยะเวลาใน การลดความชื้น และคุณภาพของช่อดอก กล้วยไม้หลังการลดความชื้น เพื่อให้ได้กล้วยไม้ที่ สะอาด ไม่มีความชื้น คุณภาพดีพร้อมทำการ บรรจุและขนส่งสู่ผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ทำการสำรวจบันทึกข้อมูลกระบวนการ จัดการกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ ของผู้ประกอบการส่งออกรายที่มีการส่งออกช่อดอกกล้วยไม้ปริมาณมาก โดยการสัมภาษณ์ผู้ ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงาน บันทึกข้อมูลการ ปฏิบัติงานในโรงคัดบรรจุ และศึกษาวิธีการลด

ความชื้นกล้วยไม้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน วิเคราะห์ อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น ร่วมกับผู้ประกอบการ ส่งออก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

2. ออกแบบ และ สร้าง เครื่อง ลด ความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ โดยใช้ หลักการให้พัดลมชนิดกรงระรอกของเครื่องต้น แบบดูดลมจากสิ่งแวดล้อม และเป่าผ่านช่อดอก กล้วยไม้ที่มีการเคลื่อนที่บนชุดลำเลียงของ เครื่องต้นแบบ โดยให้ช่อดอกกล้วยไม้ถูกดึง ความชื้นออกอย่างสม่ำเสมอก่อนเคลื่อนออกจาก เครื่องเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในโรงคัดบรรจุ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดความชื้นช่อดอก กล้วยไม้ เช่น ระยะเวลาการลดความชื้นและ ปริมาณลมที่เหมาะสม เป็นต้น

3. ทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น โดย วัดปริมาณลมที่เหมาะสมสำหรับการลดความชื้น และไม่ทำให้ความชื้นในเนื้อช่อดอกกล้วยไม้ถูกดึง ออกทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ และทดสอบ ระบบการทำงานของพัดลม ระบบการทำงานของ ชุดลำเลียง และระยะเวลาที่เหมาะสม สำหรับการลดความชื้นเพื่อนำไปกำหนด ความเร็วของชุดลำเลียง ให้ช่อดอกกล้วยไม้มี ระยะเวลาการเคลื่อนที่อยู่ภายในเครื่องต้นแบบ เพียงพอสำหรับการลดความชื้น ปรับปรุงแก้ไข เครื่องต้นแบบให้สมบูรณ์ จากนั้นนำเครื่องต้น แบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่บริษัทผู้ ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ บันทึกข้อมูล อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศ สิ่งแวดล้อม ความสามารถในการลดความชื้น (ช่อ/ชม.) ระยะเวลาการลดความชื้น (นาที) และ

คุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หลังการลดความชื้น โดยกล้วยไม้หลังการลดความชื้นที่มีคุณภาพดีจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกับกล้วยไม้สดแห้งที่เข้าโรงคัดบรรจุ

4. ศึกษาเปรียบเทียบการลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้ด้วยวิธีการเดิม คือใช้พัดลมและวิธีใช้เครื่องต้นแบบ โดยทดสอบเปรียบเทียบการทำงานในช่วงเวลาเดียวกันทั้งในฤดูฝนและนอกฤดูฝน บันทึกข้อมูลความสามารถในการลดความชื้น (ช่อ/ชม.) ระยะการลดความชื้น (นาทิจ) คุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หลังการลดความชื้น และอายุการเก็บรักษา จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้ จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน

5. จัดทำรายงานผลการวิจัย

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจเก็บข้อมูลการจัดการในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ และศึกษาวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ใช้ในปัจจุบัน

บริษัทแต่ละบริษัทมีขั้นตอนการจัดการที่ใกล้เคียงกัน โดยกล้วยไม้จากแปลงผลิตที่ขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ จะถูกนำมาจุ่มล้างทำความสะอาดและปาดที่ปลายก้าน จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพโดยคัดดอกที่ไม่มีอาการของโรค แมลง และดอกตูมร่วง ช่อดอกกล้วยไม้ที่ผ่านการตรวจสอบจะถูกส่งต่อไปให้คนงานเสียบหลอดน้ำยายืดอายุการปักแจกันที่ปลายก้าน และส่งต่อไปวางที่โต๊ะพื้นตะแกรงเพื่อวางฟุ้งดอกสำหรับลด

ความชื้นโดยการใช้พัดลม ซึ่งระยะเวลาในการลดความชื้นขึ้นอยู่กับความชื้นในช่อดอกกล้วยไม้และฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝนช่อดอกกล้วยไม้มีความชื้นสูง ต้องใช้เวลาในการลดความชื้นนานหลายชั่วโมงหรือข้ามคืน รวมถึงมีการส่งออกช่อดอกกล้วยไม้จำนวนมากในฤดูฝน ทำให้การวางฟุ้งช่อดอกกล้วยไม้เพื่อลดความชื้นต้องใช้พื้นที่มากและต้องเพิ่มจำนวนพัดลมมากขึ้นตามไปด้วย ช่อดอกที่ลดความชื้นแล้วจะถูกจับมารวมกันประมาณ 10 ช่อ/กำ และบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีน ตามด้วยทำการปรับสภาพกล้วยไม้ในห้องอุณหภูมิประมาณ 15-25 °ซ. เป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที จากนั้นถุงกล้วยไม้จะถูกบรรจุในกล่อง และถูกนำไปรมด้วยก๊าซเอทิลโบรไมด์เพื่อป้องกันเพลี้ยไฟ ด้วยอัตรา 20-24 ก./ลบ.ม. ระยะเวลาการรม 90 นาที อุณหภูมิไม่เกิน 30 °ซ. จากนั้นนำกล่องบรรจุกล้วยไม้เก็บรักษาที่ห้องปรับอากาศเพื่อรอการส่งออกสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ กระบวนการจัดการทั้งหมดแสดงไว้ในภาพ (Figures 1-9) ตามลำดับ

ทำการศึกษาเก็บข้อมูลการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการเดิมคือการใช้พัดลม (Figures 10, 11) เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องลดความชื้นต้นแบบ จากการวัดปริมาณลมบริเวณกล้วยไม้ที่วางบนโต๊ะพบว่าปริมาณลมที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้ไม่สม่ำเสมอ ทำให้กล้วยไม้ถูกถึงความชื้นออกไม่สม่ำเสมอ กล้วยไม้บริเวณที่อยู่ใกล้พัดลมจะใช้เวลาในการลดความชื้นสั้นกว่ากล้วยไม้ที่อยู่ไกลออกไป ต้องใช้ความชำนาญของแรงงานในการพิจารณาดูความ



Figure 1. Sending orchids to packaging house



Figure 2. Cleaned orchids with water



Figure 3. Cut orchid stalk



Figure 4. Test orchid quality



Figure 5. Insert solution for vase life



Figure 6. Orchid moisture removal with fan



Figure 7. Contain orchids in the box



Figure 8. Treat orchids with methyl bromide



Figure 9. Orchid package for export

เหมาะสมของกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นและนำออกจากโถ้ะเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป ทำให้เกิดปัญหามีกล้วยไม้ที่มีความชื้นเกินมาตรฐานปะปนไปกับกล้วยไม้คุณภาพดีในการบรรจุเพื่อทำการส่งออก ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดโรคกล้วยไม้ในระหว่างการขนส่งและเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนที่สภาพอากาศมีความชื้นสูง พัดลมที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 43 ซม. ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า จำนวนโถ้ะและพัดลมที่ใช้ในการลดความชื้นจะขึ้นกลับปริมาณของกล้วยไม้ที่เข้าโรงคัดบรรจุเพื่อทำการส่งออก

การทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยพัดลม โดยในการลดความชื้นกล้วยไม้จะดึงน้ำที่เกาะอยู่ที่บริเวณกลีบดอกออกโดยความชื้นที่อยู่ในเนื้อดอกกล้วยไม้ไม่ลดลง เพื่อไม่ให้ดอกกล้วยไม้

เสื่อมสภาพ โดยสามารถวัดได้จากน้ำหนักของกล้วยไม้หลังการลดความชื้นเปรียบเทียบกับก่อนลดความชื้น



Figure 10. Fans in packaging house



Figure 11. Orchid moisture removal test with fan

2. การออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ

ผลการทดสอบการลดความชื้นกล้วยไม้โดยวิธีใช้พัดลม (Figure 12) ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ใช้อยู่ในปัจจุบัน นำข้อมูลผลการทดสอบ อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น มาทำการออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ เพื่อใช้

เป็นวิธีใหม่ในการลดความชื้นกล้วยไม้ทดแทนวิธีการใช้พัดลม ภายใต้แนวคิดที่ต้องการให้สามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้รวดเร็ว และสม่ำเสมอ สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี รวมถึงเป็นการลดการใช้พื้นที่ในโรงคัดบรรจุลง ทดแทนพื้นที่ที่ใช้ตั้งโต๊ะวางกล้วยไม้ ซึ่งใช้พื้นที่ในโรงคัดบรรจุมาก (Figure 12)



Figure 12. The area for orchid moisture removal

ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ (Figures 13, 20) มีขนาดกว้าง 1.2 ม. ยาว 7.5 ม. โครงสร้างของเครื่องเป็นเหล็กท่อนสี่เหลี่ยมขนาด 2.54 x 2.54 x 0.32 ซม. (กว้าง x ยาว x หนา) ผนังด้านในและด้าน นอกเป็นเหล็กแผ่นชุบสังกะสีหนา 1.2 มม. ฐานเครื่องเป็นเหล็กฉากขนาด 2.54 x 2.54 x 0.32 ซม. (กว้าง x ยาว x หนา) เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบดังนี้

- ชุดพัดลม เป็นชนิดไหลตัดแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. ยาว 1.2 ม. ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหัวของเครื่องต้นแบบ รับแรงหมุน

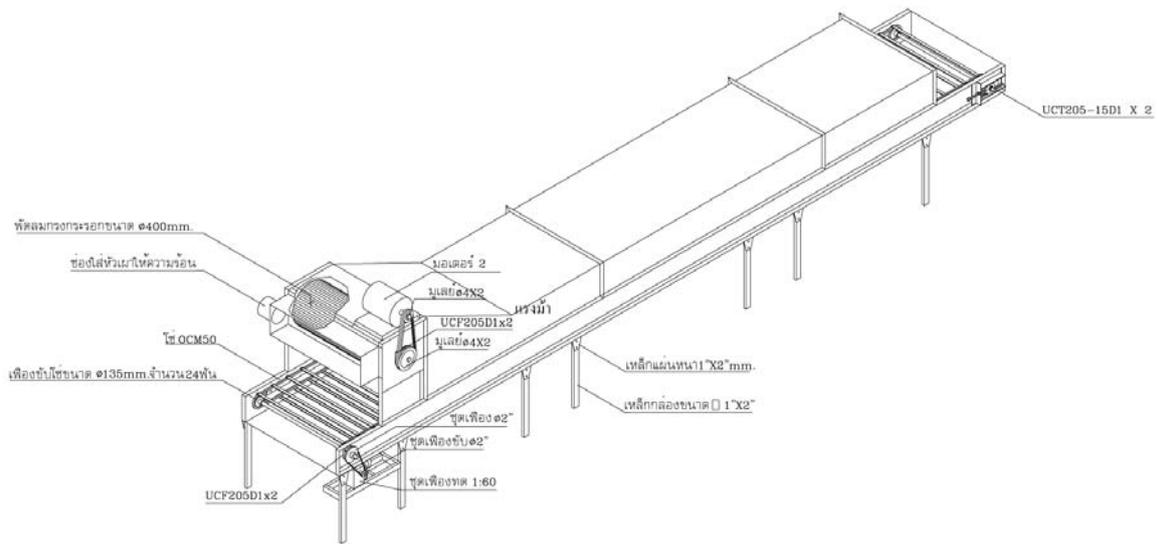


Figure 13. The wind tunnel type orchid moisture removal machine prototype

ผ่านเพลาลมพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 ซม. และมู่เล่ย์สายพานที่ทอดจากแกนเพลาลมของมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า 1,450 รอบ/นาที และความเร็วรอบของพัดลม 733 รอบ/นาที (Figure 14)

- ชุดลำเลียงประกอบด้วยแกนลำเลียง ทำจากสังกะสีปั๊มมีขนาดกว้าง 2.5 ซม. ยาว 92 ซม. จำนวนทั้งหมด 91 แกน ระยะห่างระหว่างแกนลำเลียง 13 ซม. ยึดติดกับชุดโซ่เบอร์ 50 และเฟืองโซ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. ชุดลำเลียงถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า และเกียร์ทดอัตราทด 1:60 การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียงสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 ทิศทาง คือ

เคลื่อนที่ตามลมและเคลื่อนที่สวนลม ที่ได้จากชุดพัดลมบริเวณหัวเครื่อง โดยการบังคับผ่านสวิทช์ในตู้ควบคุมซึ่งติดตั้งบริเวณด้านข้างของเครื่อง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดลำเลียง 1 ม./นาที ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ภายในเครื่องต้นแบบ 7.5 นาที (Figure 15)

- อุปกรณ์ให้ความร้อน ประกอบด้วยหัวพันก๊าซซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณหน้าชุดพัดลม และหัวปล่อยก๊าซทำหน้าที่จุดไฟที่หัวเผาในระหว่างที่เปิดก๊าซ โดยมีอุปกรณ์โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิดก๊าซ เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง โดยมีวาล์วควบคุมแรงดันติดตั้งไว้ที่ถังก๊าซเพื่อให้แรงดัน



Figure 14. Fan set



Figure 15. Orchid transport set



Figure 16. Heat source set

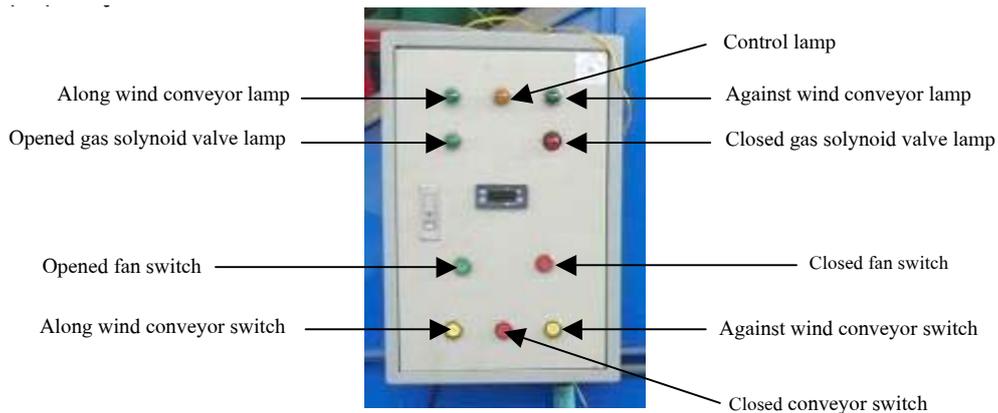


Figure 17. Control box

ก๊าซที่จ่ายให้อุปกรณ์มีความสม่ำเสมอ (Figure 16)

- ควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง ชุดพัดลม การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียง และควบคุมอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น (Figure 17)

- ถาดวางกล้วยไม้ มีขนาดกว้าง 63 x 73 ซม. (กว้าง x ยาว) สำหรับวางกล้วยไม้และนำเข้าสู่ชุดลำเลียงของเครื่องเพื่อทำการลดความชื้น สามารถวางกล้วยไม้ได้ 20 ช่อ/ถาด (Figure 18) เครื่องต้นแบบสามารถรองรับถาดวางกล้วยไม้ได้ 10 ถาด ตามความยาวของเครื่อง ในการทำงานจะวางถาดกล้วยไม้บนชุดลำเลียงที่ด้านหนึ่งของเครื่องเข้าสู่ห้องลดความชื้น และออกไปที่อีกด้านหนึ่งของเครื่อง ถาดวางกล้วยไม้จะถูกวางเรียงกันเข้าห้องลด

ความชื้นเป็นลักษณะการทำงานต่อเนื่องน (Figure 19)

3. การทดสอบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไข และทดสอบการใช้งานที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้

ได้ทำการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้นพบว่ายังมีจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขที่สำคัญคือปริมาณลมที่ออกจากชุดพัดลม จะมีลมส่วนหนึ่งชนกับผนังห้องลดความชื้นด้านบนและเปลี่ยนทิศทางออกไปทางด้านหลังของชุดพัดลม ทำให้เกิดการสูญเสียของลมส่วนหนึ่งที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้ จึงทำการปรับปรุงผนังห้องลดความชื้นให้มีความลาดเอียงเพิ่มขึ้นเพื่อลดการปะทะของลมที่ออกจากชุดพัดลม ทำให้มีปริมาณ



Figure 18. Orchid tray



Figure 19. Continuous process



Figure 20. The prototype machine



Figure 21. Wall room before adjust

ลมเข้าไปในห้องลดความชื้นได้เต็มที่ (Figures 21, 22)

การทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ ขึ้นต่อไปพบว่าที่บริเวณใกล้กับชุดพัดลมจะเกิดการปะทะของลมกับกล้วยไม้บนถาดรอง ทำให้กลีบดอกกล้วยไม้เกิดการหักชำเสียหาย และกล้วยไม้บางส่วนปลิวตกหล่นสู่พื้นห้องลดความชื้น ซึ่งได้ทำการปรับปรุงแก้ไขโดยติดตั้งตะแกรงรูกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. กั้นลมบริเวณระหว่างใต้ชุดพัดลมและเหนือถาดบรรจุช่อกล้วยไม้เพื่อช่วยลดความแรงปะทะของลมที่ผ่านกล้วยไม้ ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นและ



Figure 23. Orchids fall into the floor



Figure 22. Wall room after adjust

การปรับปรุงแก้ไขแสดงไว้ใน Figure 23 และ Figure 24

ได้ติดตั้งชุดพัดลมขนาดเล็กเพิ่มที่บริเวณท้ายเครื่องต้นแบบ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความชื้นกล้วยไม้ โดยจะเป็นการเป่าลมจากด้านบนผ่านดอกกล้วยไม้และดึงความชื้นออกลงสู่พื้นห้องลดความชื้นขณะที่กล้วยไม้เคลื่อนที่ผ่าน ชุดพัดลมประกอบด้วยพัดลมชนิดโหลตัดแกน 2 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 ซม. ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/20 แรงม้า ความเร็วรอบของพัดลม 1,212 รอบ/นาที ผลการทดสอบพบว่า เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้



Figure 24. Insert iron screen over the orchid tray



Figure 25. Small fan set

แบบอุโมงค์ลมที่ติดตั้งชุดพัดลมขนาดเล็กที่บริเวณปลาย เครื่องสามารถดึงความชื้นออกจากดอกกล้วยไม้ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 1 % โดยน้ำหนักเมื่อเทียบกับไม่มีชุดพัดลมขนาดเล็กที่ปลายเครื่อง เนื่องจากลมเย็นที่ไหลจากชุดพัดลมขนาดเล็กจะเคลื่อนไหลผ่านช่อดอกกล้วยไม้และพาความชื้นออกจากดอกกล้วยไม้ ทำให้ดอกกล้วยไม้แห้งสนิทก่อนเคลื่อนที่ออกจากเครื่อง และได้ทำการทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้โดยไม่ทำให้กลีบดอกกล้วยไม้เกิดการหักซ้ำเสียคุณภาพ โดยจะทำการวัดลม 3 ตำแหน่ง คือตำแหน่งซ้าย กลาง และขวาในแต่ละห้องของเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ ซึ่งแบ่งวัดความเร็วลมทั้งหมด 4 ห้อง จำนวน 5 ซ้ำ



Figure 26. The adjustable prototype machine

(Figure 27) พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ 3 ม./วินาที และจากการทดสอบวัดความเร็วลมแต่ละจุดในห้องลดความชื้นบริเวณเหนือถาดวางกล้วยไม้ พบว่ามีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน (Table 1)

หลังจากได้ทำการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้นแล้ว ได้นำเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ โดยทำการทดสอบทั้งนอกฤดูฝนและในฤดูฝน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับนำไปใช้งานจริงต่อไป ในการทดสอบเลือกใช้กล้วยไม้สกุลหวายซึ่งมีการส่งออกมากที่สุด โดยได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือการใช้พัดลม

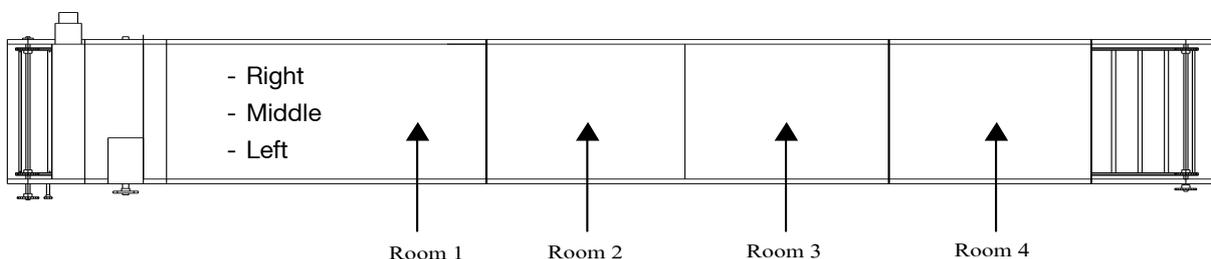


Figure 27. The measured air flow point inside each moisture removal room

Table 1. The average air flow (m/s) inside each moisture removal room

Moisture removal room number	Average wind speed (m/second) at different air flow point		
	Left	Middle	Right
	1	2.9	3.0
2	3.2	3.1	3.0
3	3.0	3.2	3.1
4	3.0	2.9	3.0

เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องต้นแบบ ผลการทดสอบทั้งหมดไว้ใน (Table 2) และการเปรียบเทียบระยะเวลาและความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝนและในฤดูฝนด้วยวิธีการทั้งสองแสดงไว้ใน (Figures 28, 31)

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ อายุการเก็บรักษากล้วยไม้ และการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

กล้วยไม้ที่ทำการลดความชื้นด้วยการใช้พัดลมและเครื่องต้นแบบ นำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและอายุการเก็บรักษา โดยนำกล้วยไม้จากการลดความชื้นทั้งสองวิธี มาผ่านกระบวนการอื่นๆเช่นเดียวกัน บรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์และทำการเก็บรักษาที่สภาพเดียวกัน สำหรับการส่งออกสู่ผู้บริโภค อุณหภูมิอากาศที่เก็บรักษากล้วยไม้ 15 °ซ. ระยะเวลา 24 ชม. (Figure 32) จากนั้นนำกล้วยไม้มาปักในขวดที่บรรจุน้ำสะอาด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

Table 2. The testing result of orchid moisture removal method

Topic of test	Rainy off season		Rainy season	
	Fan method	Prototype machine method	Fan method	Prototype machine method
Air temperature (C), Moisture content (%)	35 °C, 56%	35 °C, 56%	28 °C, 80%	28 °C, 80%
Working temperature (C)	35 °C	35 °C	28 °C	40 °C
Quantity of air ow (m ³ /min)	27-63	64.8	27-63	64.8
Orchid moisture removal time (min)	30	7.50	90	15
Moisture removal capacity (bouquets/hr)	240	1,600	80	800
Power consumption (kilowatts)	0.73	3.34	0.73	3.34
Fuel consumption (kg/hr)	-	-	-	0.5
Working time (hrs/day)	8	4	8	4
Labour (men)	2	2	2	2

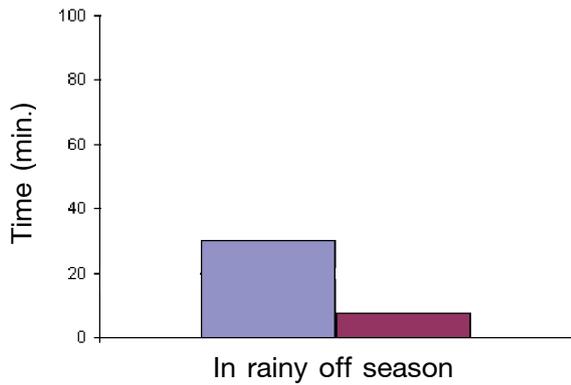


Figure 28. Orchid moisture removal time in rainy off season

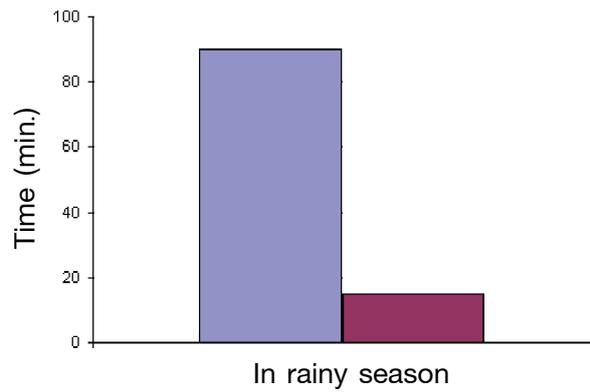


Figure 29. Orchid moisture removal time in rainy season

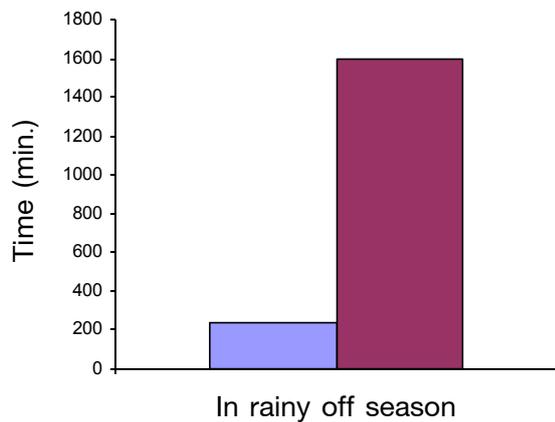


Figure 30. Moisture removal capacity in rainy off season

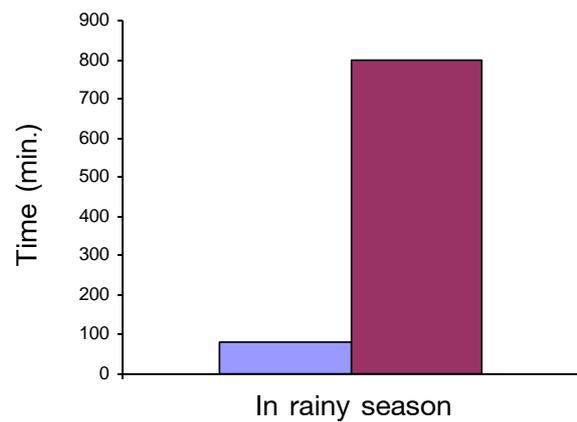


Figure 31. Moisture removal capacity in rainy season

อุณหภูมิ 30 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 72% (Figure 33) ผลการศึกษาพบว่ากล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นด้วยวิธีการใช้พัดลมและเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน

ได้ทำการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการใช้พัดลมและเครื่องต้นแบบ พบว่าการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย

จ่าย 21.37 บาท/ช่อ ที่ราคาปรับซื้อกล้วยไม้ 10 บาท/ช่อ กำหนดราคาพัดลม 3,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยเงินลงทุน 7%/ปี ค่าซ่อมบำรุงคงที่ 500 บาท/ปี ค่าจ้างแรงงาน 200 บาท/วัน ค่าไฟฟ้า 3 บาท/หน่วย โดยพัดลมสามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้เฉลี่ย 1,280 ช่อ/วัน ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.25 บาท/ช่อ คือ 21.12 บาท/ช่อ ที่



Figure 32. Placing orchids into the box for storage



Figure 33. Study on orchid vase life

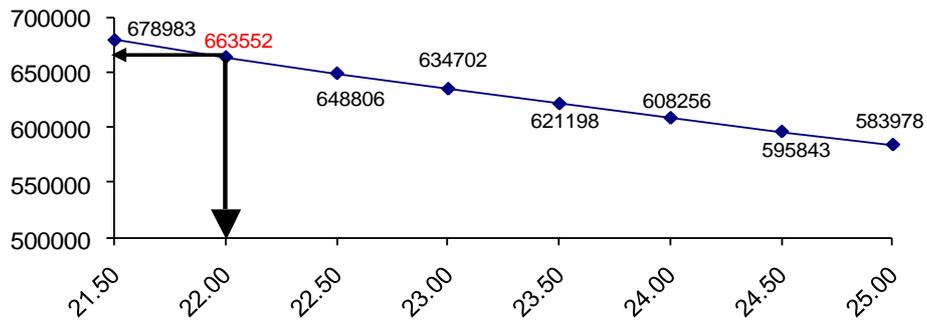


Figure 34. Break even point and orchid price moisture removal with the prototype machine

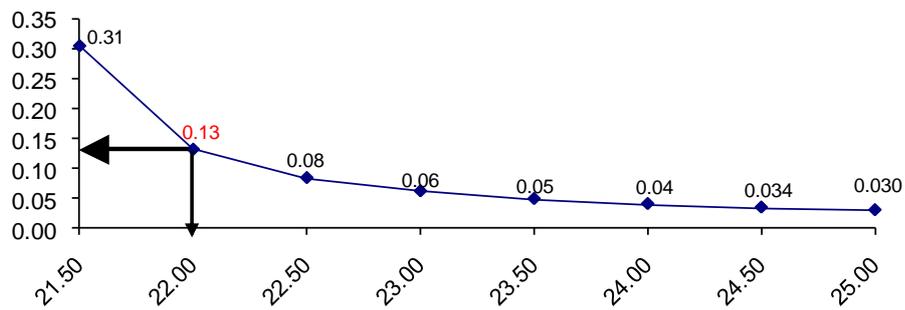


Figure 35. Return period and orchid price moisture removal with the prototype machine

ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาท/ช่อ กำหนดให้เครื่องต้นแบบมีราคา 80,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยเงินลงทุน 7 %/ปี ค่าซ่อมบำรุงเครื่องคงที่ 1,000 บาท/ปี ค่าจ้างแรงงาน 200 บาท/วัน ค่าก๊าซหุงต้ม 20 บาท/กก. ค่าไฟฟ้า 3 บาท/หน่วย และใช้เครื่องต้นแบบในการลดความชื้นกล้วยไม้เฉลี่ย 4,800 ช่อ/วัน เมื่อทำการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบพบว่าเครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 663,552 ช่อ/ปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.13 ปี โดยกำหนดราคาขายกล้วยไม้สู่ตลาดต่างประเทศ 22 บาท/ช่อ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดคุ้มทุนกับราคาขายช่อกล้วยไม้ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องต้นแบบ (Figures 34 and 35) และความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับราคาขายช่อกล้วยไม้ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องต้นแบบ (Figure 35)

สรุปผลการทดลอง

เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ สามารถนำมลดความชื้นกล้วยไม้ในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออกทดแทน วิธีการใช้พัดลมซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ได้ในปัจจุบันได้ เครื่องต้นแบบมีขนาดกว้าง 1.2 ม. ยาว 7.5 ม. ชุดพัดลมเป็นชนิดไหลตัดแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. ยาว 1.2 ม. ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหัวของเครื่องต้นแบบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ความเร็วรอบพัดลม 733 รอบ/นาที ชุดลำเลียงกล้วยไม้เข้าห้องลดความชื้นถูกขับเคลื่อนด้วย

มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า และเกียร์ทดอัตราทด 1:60 ความเร็วในการลำเลียง 1 ม./นาที ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ได้มากกว่า 50% เมื่อเทียบกับการใช้พัดลม ทำให้มีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้มากกว่า ผลการศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยไม้ พบว่าการลดความชื้นทั้งสองวิธีกล้วยไม้มีสภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 21.37 บาท/ช่อ ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.25 บาท/ช่อ คือ 21.12 บาท/ช่อ ที่ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาท/ช่อ เครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 663,552 ช่อ/ปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.13 ปี ที่ราคาขายกล้วยไม้สู่ตลาดต่างประเทศ 22 บาท/ช่อ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทที่เค ออคิด ฟาร์ม จำกัด บริษัทกล้วยไม้ไทย จำกัด และบริษัทชัชวาล ออร์คิดส์ จำกัด สำหรับข้อมูลการจัดการกล้วยไม้เพื่อการส่งออก และให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับทดสอบ ขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัย

เกษตรวิศวกรรม สำหรับการสร้างและทดสอบ
บันทึกข้อมูลเครื่องลดความชื้นช่อดอกกล้วยไม้
แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จ
ลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จิตรภาพรรณ พิสิทธิ์ อลิศรา มีนะกนิษฐ และสุพล
พิสิทธิ์. 2551. *การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบ
และออกแบบ, โรงคัดบรรจุช่อดอกกล้วยไม้
เพื่อการส่งออก*. 159 หน้า.
ชูศักดิ์ ชาวประดิษฐ์ เวียง อากรชี่ และสุภัทร หนู
สวัสดิ์. 2541. *เอกสารเผยแพร่เครื่องอบ*

แห้งแบบอุโมงค์. กลุ่มวิจัยวิศวกรรม หลัง
การเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตร
วิศวกรรม จตุจักร กทม. 4 หน้า.

สุภา สุขเกษม. 2547. *เอกสารวิชาการกล้วยไม้*.
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, 152 หน้า.

นิรนาม, 2551. *รายงานการประชุมประเด็นงาน
วิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีหลังการ
เก็บเกี่ยวกล้วยไม้*. โครงการการจัดการ
สินค้ากล้วยไม้เพื่อการส่งออก, สำนักงาน
พัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การ
มหาชน). 17 หน้า.