

การวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม

Research and Development on Wind Tunnel Type

Orchid Moisture Removal Machine

พุทธธินันท์ จารุวัฒน์^{1/} ชุศักดิ์ ชาวประดิษฐ์^{2/} จงวัฒนา พุ่มหิรัญ^{3/}
ศุภวรรณ งามาตย์^{1/} ยงยุทธ คงชาน^{2/} สากล วิริยานันท์^{1/} วิษริ วิทยวรรณกุล^{4/}

บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมทดแทนการใช้พัดลม ช่วยลดระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ตัดดอกจากสวนเพื่อทำการบรรจุส่งออกสู่ต่างประเทศ โดยเฉพาะในฤดูฝนซึ่งดอกกล้วยไม้มีความชื้นสูง เครื่องต้นแบบประกอบด้วยห้องลดความชื้นมีขนาดกว้าง 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 เครื่องต้นแบบสามารถควบคุมอุณหภูมิผ่านตู้ควบคุมซึ่งติดตั้งบริเวณด้านข้างของเครื่อง อุปกรณ์ให้ความร้อนประกอบด้วย หัวพันแก๊สและหัวล่อแก๊ส มีโซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิดแก๊ส ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้พัดลม และมีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้มากกว่า โดยคุณภาพของดอกกล้วยไม้มีสภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยการใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้พัดลม คือ 21.12 บาทต่อช่อ ที่ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาทต่อช่อ เครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 663,552 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.13 ปี ที่ราคาขายกล้วยไม้สู่ตลาดต่างประเทศ 22 บาทต่อช่อ

^{1/} ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

^{2/} สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

^{3/} สถาบันวิจัยพืชสวน

^{4/} สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

คำนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายและแวนดา โดยมีการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเป็นอันดับหนึ่งของโลก มีประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นประเทศผู้ผลิตอันดับรองลงมา ประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน และ อิตาลี เป็นต้น กล้วยไม้จึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ (สุภา, 2547) ปัจจุบันสามารถนำรายได้เข้าประเทศมูลค่าไม่น้อยกว่าปีละ 2,000 ล้านบาท โดยเป็นการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายเพื่อตัดดอกประมาณร้อยละ 90 ของกล้วยไม้ทั้งหมด แต่ผลผลิตตัดดอกกล้วยไม้ที่มีคุณภาพสามารถส่งออกได้มีเพียงร้อยละ 42 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานส่งออกจะจำหน่ายในประเทศ หากสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตที่มีคุณภาพดี จะเป็นวิธีช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการส่งออกได้มากขึ้น สุภา (2547) รายงานว่าดอกกล้วยไม้จะเกิดแผลได้ง่ายและอ่อนแอต่อโรค ทั้งนี้เพราะดอกกล้วยไม้ส่วนใหญ่มีผิวบอบบางและมีความอวบน้ำ เชื้อโรคที่สำคัญที่สุดคือ Grey mold หรือเชื้อ *Botrytis cinerea* โดยที่เชื้อนี้สามารถเจริญได้ในที่ๆ มีความชื้น แม้จะอยู่ในห้องเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำก็ตาม การป้องกันกำจัดโรคหลังการเก็บเกี่ยว อาจทำได้โดยวิธีการลดปริมาณการเข้าทำลายของเชื้อโรคตั้งแต่ในแปลงปลูก โดยการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา การคัดเลือกกล้วยไม้ที่มีความสมบูรณ์ ปราศจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและความชื้นในการเก็บรักษาหรือระหว่างการขนส่ง จิตราพรรณและคณะ (2551) รายงานว่าการวางฝังดอกกล้วยไม้ให้แห้งก่อนบรรจุลงกล่องจะขึ้นอยู่กับความชื้นของดอกกล้วยไม้และฤดูกาล โดยฤดูหนาว อากาศเย็น ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ไม่ค่อยมีปัญหาในการลดความชื้นกล้วยไม้ ฤดูร้อน อากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ปานกลาง ใช้เวลาฝังดอกกล้วยไม้และเป่าด้วยพัดลมนานขึ้น และฤดูฝน อากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์สูง จะใช้เวลาฝังดอกกล้วยไม้และเป่าด้วยพัดลมนานที่สุด บางครั้งหลายชั่วโมงหรือค้างคืนก่อนบรรจุกล้วยไม้ลงกล่อง

ปัจจุบันหลังจากเก็บเกี่ยวกล้วยไม้จากแปลงผลิตแล้ว เกษตรกรจะทำการล้างทำความสะอาดและใช้พัดลมเป่าลมเพื่อลดความชื้นกล้วยไม้ ซึ่งใช้เวลานานและเกิดปัญหาไม่สามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้หมดโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ นำเสียจากเชื้อราและโรคพืชอื่นๆ อันเกิดระหว่างการขนส่ง รวมถึงพื้นที่ตั้งโต๊ะสำหรับวางกล้วยไม้และปริมาณพัดลมที่ใช้จำเป็นต้องมีเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณกล้วยไม้ที่ผลิตได้และส่งออก จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการเพื่อลดความชื้นที่ติดมากับกล้วยไม้ออกไปให้ได้หมด สะดวกและรวดเร็ว โดยกล้วยไม้ไม่สูญเสียคุณภาพ ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมสำหรับนำมาทดแทนการใช้พัดลม เพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ศึกษาปริมาณลมที่เหมาะสมและระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ เพื่อให้ได้กล้วยไม้ที่พร้อมทำการบรรจุและขนส่งสู่ผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยไม้ให้มีประสิทธิภาพและได้ดอกกล้วยไม้ที่มีคุณภาพดี โดยลดการสูญเสียคุณภาพของกล้วยไม้ อันเกิดจากความชื้นที่เกินมาตรฐานระหว่างการบรรจุหีบห่อก่อนการส่งออกสู่ผู้บริโภค

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลพิกัด 100 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลพิกัด 2 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
5. ตู้อบไฟฟ้า
6. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
7. เครื่องวัดความเร็วลม
8. นาฬิกาจับเวลา

วิธีดำเนินการ

1. ทำการสำรวจเก็บข้อมูลกระบวนการจัดการกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ของผู้ประกอบการส่งออก และศึกษาทดสอบวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยร่วมมือกับเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ประกอบการส่งออกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง
2. ออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมดันแบบ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดความชื้นกล้วยไม้ เช่น ระยะเวลาการลดความชื้นและปริมาณลมที่เหมาะสม เป็นต้น และศึกษาวิธีการลดความชื้นเพื่อใช้สำหรับการลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูกาลต่างๆ
3. ทดสอบเครื่องดันแบบเป่าดัน ปรับปรุงแก้ไข นำเครื่องดันแบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้
4. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและอายุการเก็บรักษาช่อกล้วยไม้ที่ลดความชื้นด้วยวิธีการเดิมและวิธีใช้เครื่องดันแบบ และวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
5. จัดทำรายงานผลการวิจัย และเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนตุลาคม 2551 – เดือนกันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

โรงคัดบรรจุบริษัทกล้วยไม้ไทย จำกัด แขวงบางมด เขตทุ่งครุ จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

โรงคัดบรรจุบริษัทชัชวาล ออร์คิด จำกัด อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การสำรวจเก็บข้อมูลการจัดการในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้ และศึกษาทดสอบวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ที่ใช้ในปัจจุบัน

ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลกระบวนการจัดการกล้วยไม้ตัดดอกในโรงคัดบรรจุกล้วยไม้เพื่อทำการส่งออกสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ ซึ่งแต่ละบริษัทมีขั้นตอนการจัดการที่ใกล้เคียงกัน โดยกล้วยไม้จากแปลงผลิตที่ขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ จะถูกนำมาจุ่มล้างทำความสะอาดและปาดที่ปลายก้าน จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพโดยคัดดอกที่ไม่มีอาการของโรค แมลงและดอกตูมร่วง ช่อดอกกล้วยไม้ที่ผ่านการตรวจสอบจะถูกส่งต่อไปให้คนงานเลียบหลอดน้ำยาไฮโดรยการปักแฉกที่ปลายก้าน และส่งต่อไปวางที่โต๊ะพื้นตะแกรงเพื่อวางผึ่งดอกสำหรับลดความชื้นโดยใช้พัดลม ซึ่งระยะเวลาในการลดความชื้นขึ้นอยู่กับความชื้นในดอกกล้วยไม้และฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝนดอกกล้วยไม้มีความชื้นสูง ต้องใช้เวลาในการลดความชื้นนานหลายชั่วโมงหรือข้ามคืน รวมถึงมีการส่งออกช่อดอกกล้วยไม้จำนวนมากในฤดูฝน ทำให้การวางผึ่งดอกกล้วยไม้เพื่อลดความชื้นต้องใช้พื้นที่มากและต้องเพิ่มจำนวนพัดลมมากขึ้นตามไปด้วย ช่อดอกที่ลดความชื้นแล้วจะถูกจับมารวมกันประมาณ 10 ช่อต่อกำ และบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีน จากนั้นทำการปรับสภาพกล้วยไม้ในห้องอุณหภูมิประมาณ 15-25 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30-60 นาที จากนั้นกล้วยไม้จะถูกบรรจุในกล่อง และถูกนำไปรมด้วยก๊าซเอทิลโบรไมด์ เพื่อป้องกันเชื้อไฟซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญและเป็นปัญหาด้านการกักกันพืช ด้วยอัตรา 20-24 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาการรม 90 นาที อุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำกล่องบรรจุกล้วยไม้เก็บรักษาที่ห้องปรับอากาศเพื่อรอการส่งออกสู่ผู้บริโภคในต่างประเทศ กระบวนการจัดการทั้งหมดแสดงไว้ในภาพที่ 1 - 10 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 กล้วยไม้จากแปลงผลิตขนส่งสู่โรงคัดบรรจุ



ภาพที่ 2 จุ่มล้างทำความสะอาดช่อกล้วยไม้



ภาพที่ 3 ปาดปลายก้านช่อกล้วยไม้



ภาพที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพดอกกล้วยไม้



ภาพที่ 5 เสียบหลอดน้ำยาชีวิตอายุปักแจกัน



ภาพที่ 6 ลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยพัดลม



ภาพที่ 7 บรรจุกล้วยไม้ในถุงพลาสติกและปรับสภาพ



ภาพที่ 8 บรรจุกล้วยไม้ลงกล่องกระดาษ



ภาพที่ 9 รมกล้วยไม้ด้วยก๊าซเมทิลโบรไมด์



ภาพที่ 10 กล่องบรรจุกล้วยไม้รอการส่งออก

สำหรับการขั้นตอนการลดความชื้นกล้วยไม้ ในปัจจุบันผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกใช้วิธีการเป่าลมด้วยพัดลมเพื่อลดความชื้นกล้วยไม้ที่วางอยู่บนโต๊ะพื้นตะแกรงซึ่งมีขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 3 เมตร คิดเป็นพื้นที่วางกล้วยไม้ 1.5 ตารางเมตร สามารถวางกล้วยไม้ได้ 120 ช่อต่อโต๊ะต่อพัดลม พัดลมที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 เซนติเมตร ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า จำนวนโต๊ะ และพัดลมที่ใช้ในการลดความชื้นจะขึ้นกับปริมาณของกล้วยไม้ที่เข้าโรงคัดบรรจุเพื่อทำการส่งออก



ภาพที่ 11 พัดลมที่ใช้ลดความชื้นกล้วยไม้ในโรงคัดบรรจุ



ภาพที่ 12 ศึกษาทดสอบระยะเวลาในการลดความชื้น
กล้วยไม้โดยใช้พัดลม

ทำการศึกษาทดสอบเก็บข้อมูลการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการเดิมคือการใช้พัดลม เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องลดความชื้นต้นแบบ จากการทดสอบวัดปริมาณลมบริเวณกล้วยไม้ที่วางบนโต๊ะพบว่าปริมาณลมที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้ไม่สม่ำเสมอ ทำให้กล้วยไม้ถูกดึงความชื้นออกไม่สม่ำเสมอกัน กล้วยไม้บริเวณที่อยู่ใกล้พัดลมจะใช้เวลาในการลดความชื้นสั้นกว่ากล้วยไม้ที่อยู่ไกลออกไป ต้องใช้ความชำนาญของแรงงานในการพิจารณาความเหมาะสมของกล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นแล้วและนำออกจากโต๊ะเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป ทำให้เกิดปัญหามีกล้วยไม้ที่มีความชื้นเกินมาตรฐานปะปนไปกับกล้วยไม้คุณภาพดีในการบรรจุเพื่อทำการส่งออก ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดโรคกล้วยไม้ในระหว่างการขนส่งและเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนที่สภาพอากาศมีความชื้นสูง และเป็นช่วงที่มีการส่งออกดอกกล้วยไม้ปริมาณมากช่วงหนึ่ง จากผลการทดสอบพบว่าปริมาณลมที่วัดได้จากพัดลมอยู่ในช่วง 3-7 เมตรต่อวินาที ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่วัดลม ทำการทดสอบระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ (ภาพที่ 12) ในการลดความชื้นกล้วยไม้จะดึงน้ำที่เกาะอยู่ที่บริเวณกลีบดอกออกโดยความชื้นที่อยู่ในเนื้อดอกกล้วยไม้ไม่ลดลง เพื่อไม่ให้ดอกกล้วยไม้เสื่อมสภาพ โดยสามารถวัดได้จากน้ำหนักของกล้วยไม้หลังการลดความชื้นเปรียบเทียบกับก่อนลดความชื้น ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝนพบว่า ใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม 34 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ และผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝนพบว่า ใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นประมาณ 90 นาที ที่อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82 เปอร์เซ็นต์

2. การออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ

นำข้อมูลผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้โดยใช้พัดลม อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น มาทำการออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบเพื่อใช้เป็นวิธีใหม่ในการลดความชื้นกล้วยไม้ทดแทนวิธีการใช้พัดลม ภายใต้แนวคิดที่ต้องการให้สามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้รวดเร็วและสม่ำเสมอ สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี รวมถึงเป็นการลดการใช้พื้นที่ในโรงคัดบรรจุลงทดแทนพื้นที่ที่ใช้ตั้งโต๊ะวางกล้วยไม้ ซึ่งใช้พื้นที่ในโรงคัดบรรจุมาก ภาพที่ 13 แสดงพื้นที่สำหรับลดความชื้นกล้วยไม้ในโรงคัดบรรจุ



ภาพที่ 13 พื้นที่ตั้งโต๊ะวางกล้วยไม้ในโรงคัดบรรจุ



ภาพที่ 14 ชุดพัดลม

ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ (ภาพที่ 22) มีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 7.5 เมตร โครงสร้างของเครื่องเป็นเหล็กท่อนสี่เหลี่ยมขนาด 2.54 x 2.54 x 0.32 เซนติเมตร ผนังด้านในและด้านนอกเป็นเหล็กแผ่นชุบสังกะสีหนา 1.2 มิลลิเมตร เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบดังนี้

- ชุดพัดลม (ภาพที่ 14) เป็นชนิดไหลตัดแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ยาว 1.2 เมตร ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหัวของเครื่องต้นแบบ รับแรงหมุนผ่านเพลาลูกเบี้ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตรและมู่เล่ย์สายพานที่ทอดจากแกนเพลาลูกเบี้ยวของมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า 1,450 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของพัดลม 733 รอบต่อนาที

- ชุดลำเลียง (ภาพที่ 15) ประกอบด้วยแกนลำเลียงทำจากสังกะสีพับมีขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 92 เซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 91 แกน ระยะห่างระหว่างแกนลำเลียง 13 เซนติเมตร ยึดติดกับชุดโซ่เบอร์ 50 และเฟืองโซ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร ชุดลำเลียงถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้าและเกียร์ทดอัตราทด 1:60 การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียงสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 ทิศทาง คือเคลื่อนที่ตามลมและเคลื่อนที่สวนลม ที่ได้จากชุดพัดลมบริเวณหัวเครื่อง โดยการบังคับผ่านสวิตช์ในตู้ควบคุมซึ่งติดตั้งบริเวณด้านข้างของเครื่อง ความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดลำเลียง 1 เมตรต่อนาที ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ภายในเครื่องต้นแบบ 7.5 นาที



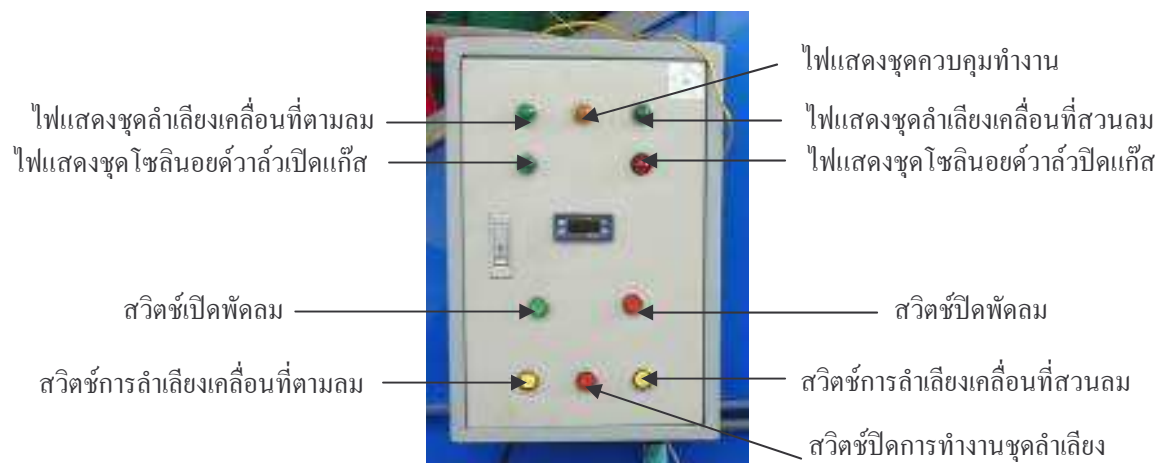
ภาพที่ 15 ชุดลำเลียงกล้วยไม้



ภาพที่ 16 อุปกรณ์ให้ความร้อน

- อุปกรณ์ให้ความร้อน (ภาพที่ 16) ประกอบด้วยหัวพ่นแก๊สซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณหน้าชุดพัดลม และหัวล่อแก๊สทำหน้าที่จุดไฟที่หัวพ่นแก๊สในระหว่างที่เปิดแก๊ส โดยมีอุปกรณ์โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิด แก๊ส เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง

- ตัวควบคุมการทำงาน (ภาพที่ 17) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง ชุดพัดลม การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียง และควบคุมอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น



ภาพที่ 17 ตัวควบคุมการทำงาน

- ถาดวางกล้วยไม้ (ภาพที่ 18) มีขนาด 63 x 73 เซนติเมตร สำหรับวางกล้วยไม้และนำเข้าสู่ชุดลำเลียงของเครื่องเพื่อทำการลดความชื้น สามารถวางกล้วยไม้ได้ 20 ช่อต่อถาด เครื่องต้นแบบสามารถรองรับถาดวางกล้วยไม้ได้ 10 ถาด ตามความยาวของเครื่อง ในการทำงานจะวางถาดกล้วยไม้บนชุดลำเลียงที่ด้านหนึ่งของเครื่องเข้าสู่ห้องลดความชื้นและออกไปที่อีกด้านหนึ่งของเครื่อง ถาดวางกล้วยไม้จะถูกวางเรียงกันเข้าห้องลดความชื้นเป็นการทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 19



ภาพที่ 18 ถาดวางกล้วยไม้



ภาพที่ 19 การลดความชื้นกล้วยไม้ในลักษณะต่อเนื่อง

ได้ทำการศึกษาวิธีการลดความชื้นกล้วยไม้ 2 วิธี เพื่อใช้ลดความชื้นกล้วยไม้ตามฤดูกาล ดังนี้

1. วิธีลดความชื้นกล้วยไม้โดยใช้ลมอุณหภูมิแวดล้อม วิธีนี้จะใช้สำหรับการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝน ซึ่งปัญหาในการลดความชื้นกล้วยไม้มีน้อย โดยอากาศแวดล้อมสามารถนำมาลดความชื้นกล้วยไม้ได้ทันที จะเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงาน วิธีนี้การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียงที่มีถาดวางกล้วยไม้เป็นลักษณะสวนกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยวางถาดกล้วยไม้บนชุดลำเลียงเคลื่อนที่เข้าสู่ห้องลดความชื้นที่บริเวณท้ายเครื่องและออกที่บริเวณหัวเครื่องบริเวณที่ชุดพัดลมติดตั้งอยู่ เพื่อให้ลมสามารถดึงความชื้นออกจากหน้าดอกกล้วยไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภาพที่ 20 แสดงการทำงานของเครื่องต้นแบบ

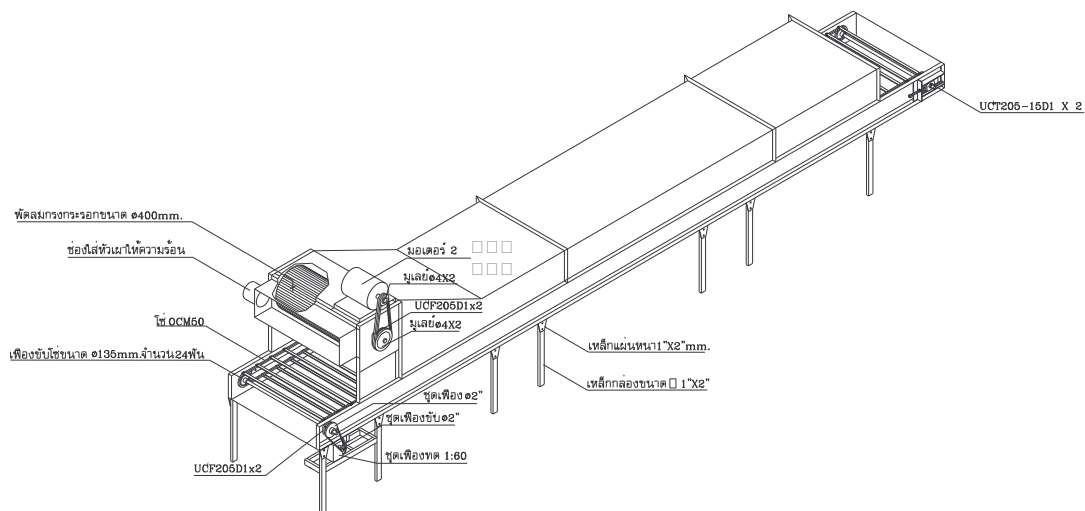
2. วิธีลดความชื้นกล้วยไม้โดยใช้ลมร้อน วิธีนี้จะใช้สำหรับการลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝน ซึ่งมีปัญหาในการลดความชื้นกล้วยไม้มาก ซึ่งจะใช้เวลาานหากนำอากาศแวดล้อมไปทำการลดความชื้นกล้วยไม้ จำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มอุณหภูมิอากาศแวดล้อมให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อสามารถดึงความชื้นออกจากดอกกล้วยไม้ได้มากขึ้น โดยลมร้อนทำหน้าที่ดึงความชื้นที่เกาะอยู่บริเวณดอกกล้วยไม้แต่ไม่ถึงความชื้นจากภายในเนื้อดอกกล้วยไม้ ซึ่งต้องทำการศึกษาทดสอบหาค่าอุณหภูมิลมร้อนสูงสุดที่สามารถนำมาลดความชื้นกล้วยไม้ได้โดยดอกกล้วยไม้ไม่เสียคุณภาพ วิธีนี้การเคลื่อนที่ของชุดลำเลียงที่มีถาดวางกล้วยไม้เป็นลักษณะตามทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยวางถาดกล้วยไม้บนชุดลำเลียงและเคลื่อนที่เข้าสู่ห้องลดความชื้นที่บริเวณหัวเครื่องที่มีชุดพัดลมติดตั้งอยู่และออกที่บริเวณท้ายเครื่อง เนื่องจากในช่วงแรกกล้วยไม้มีความชื้นสูงสามารถนำเข้าห้องลดความชื้นในบริเวณใกล้กับชุดพัดลมและอุปกรณ์ให้ความร้อน ลมร้อนจะสัมผัสกับดอกกล้วยไม้ความชื้นสูงก่อนที่กล้วยไม้จะถูกเคลื่อนที่ห่างออกไป และกล้วยไม้บนถาดใหม่จะเคลื่อนเข้ามาแทน ซึ่งจะเป็นวิธีที่สามารถลดความชื้นกล้วยไม้ที่มีประสิทธิภาพดีและรักษาคุณภาพดอกกล้วยไม้ได้ดีกว่าใช้วิธีเคลื่อนถาดวางกล้วยไม้สวนทิศทางกับการเคลื่อนที่ของลมร้อน ภาพที่ 21 แสดงการทำงานของเครื่องต้นแบบ



ภาพที่ 20 วิธีลดความชื้นโดยใช้ลมอุณหภูมิแวดล้อม



ภาพที่ 21 วิธีลดความชื้นโดยใช้ลมร้อน



ภาพที่ 22 เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบ

3. การทดสอบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไข และทดสอบใช้งานจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออก

ได้ทำการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น พบว่ามีความจำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบดังนี้

- การปรับปรุงผนังห้องลดความชื้นให้มีความลาดเอียงเพิ่มขึ้นเพื่อลดการปะทะของลมที่ออกจากชุดพัดลม ทำให้มีปริมาณลมเข้าไปในห้องลดความชื้นได้เต็มที่



ภาพที่ 23 ผนังห้องลดความชื้นก่อนปรับปรุง

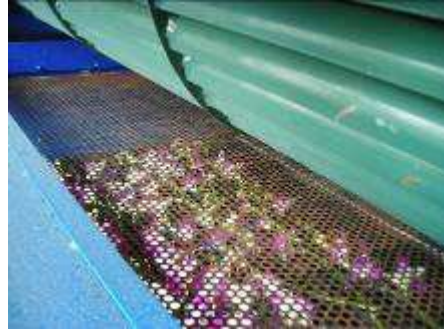


ภาพที่ 24 ผนังห้องลดความชื้นหลังปรับปรุง

- การติดตั้งตะแกรงรูกมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กั้นลมระหว่างบริเวณใต้ชุดพัดลมและเหนือถาดบรรจุช่อกล้วยไม้เพื่อช่วยลดความแรงปะทะของลมที่ผ่านกล้วยไม้บนถาดรอง ซึ่งช่วยให้กล้วยไม้ไม่เกิดการหักชำเสียหายและปลิวตกหล่นลงบนพื้นห้องลดความชื้น ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นและการปรับปรุงแก้ไขแสดงไว้ใน ภาพที่ 25 – ภาพที่ 26

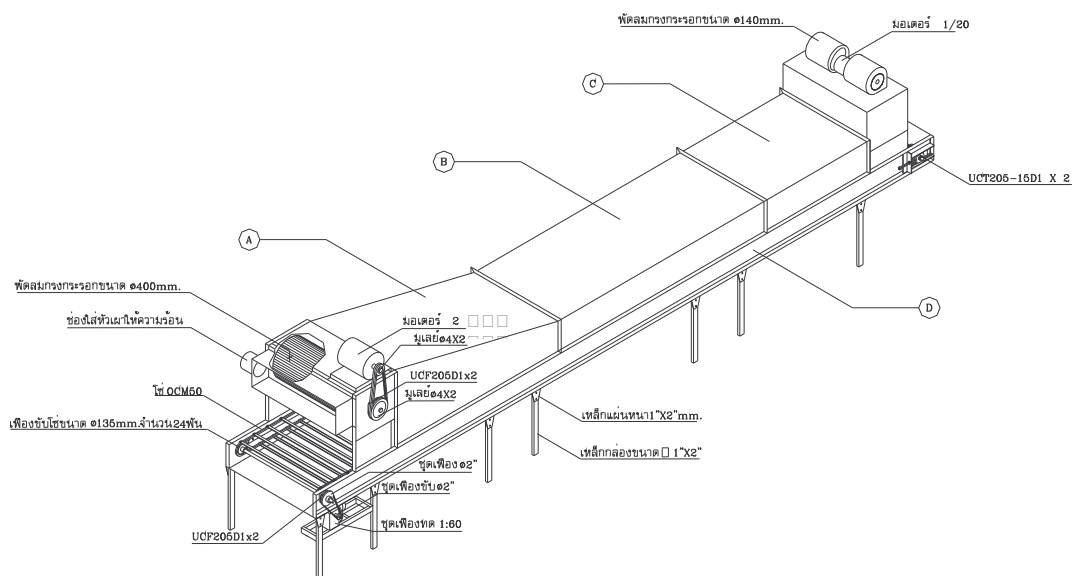


ภาพที่ 25 กล้วยไม้ปลิวตกสู่พื้นห้องลดความชื้น



ภาพที่ 26 เพิ่มตะแกรงกั้นลมเหนือถาดบรรจุช่อกล้วยไม้

- ติดตั้งชุดพัดลมขนาดเล็กเพิ่มที่บริเวณท้ายเครื่องต้นแบบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความชื้นกล้วยไม้ ชุดพัดลมประกอบด้วยพัดลมชนิดไหลตัดแกน 2 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/20 แรงม้า ความเร็วรอบของพัดลม 1,212 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถดึงความชื้นออกจากช่อกล้วยไม้ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเมื่อเทียบกับไม่มีชุดพัดลมขนาดเล็กที่ปลายเครื่อง ช่วยให้ช่อกล้วยไม้แห้งสนิทก่อนเคลื่อนที่ออกจากเครื่อง เครื่องต้นแบบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วแสดงไว้ในภาพที่ 27

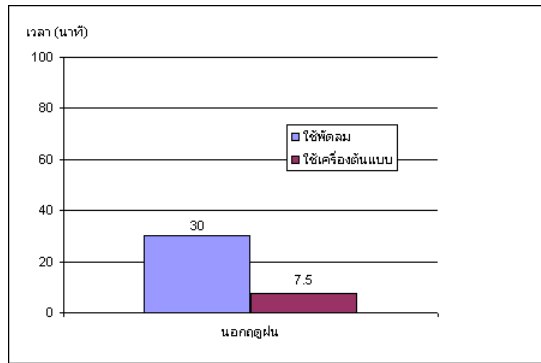


ภาพที่ 27 เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

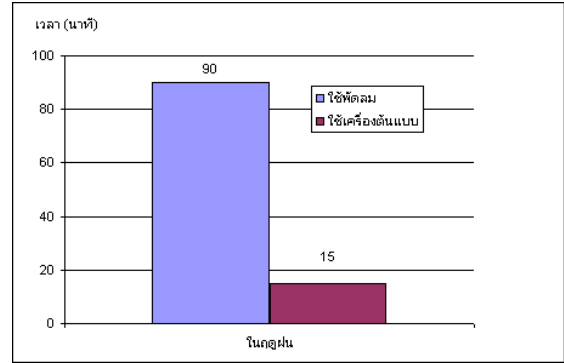
ทำการทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้โดยไม่ทำให้กลีบดอกกล้วยไม้เกิดการหักชำเสียคุณภาพ ผลการทดสอบพบว่าความเร็วลมที่เหมาะสมคือ 3 เมตรต่อวินาที และจากการทดสอบวัดความเร็วลมแต่ละจุดในห้องลดความชื้นบริเวณเหนือถาดวางกล้วยไม้ พบว่ามีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน หลังจากได้ทำการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้นแล้ว ได้นำเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานจริงที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ โดยทำการทดสอบทั้งนอกฤดูฝนและในฤดูฝน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องสำหรับนำไปใช้งานจริงต่อไป ในการทดสอบเลือกใช้กล้วยไม้สกุลหวายซึ่งมีการส่งออกมากที่สุด โดยได้ทำการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือการใช้พัดลม (ภาพที่ 3) เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องต้นแบบ (ภาพที่ 33) ผลการทดสอบทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระยะเวลาและความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝนและในฤดูฝนด้วยวิธีการทั้งสองแสดงไว้ในภาพที่ 28 – ภาพที่ 31

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการลดความชื้นกล้วยไม้ที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้

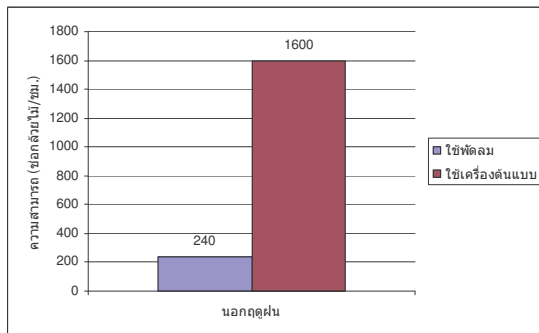
หัวข้อ	ผลการทดสอบ				ผลการทดสอบ			
	นอกฤดูฝน				ในฤดูฝน			
	การใช้พัดลม		การใช้ เครื่องต้นแบบ		การใช้พัด ลม		การใช้ เครื่องต้นแบบ	
อุณหภูมิแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ (องศาเซลเซียส) (เปอร์เซ็นต์)	35	56	35	56	28	80	28	80
อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้ (องศาเซลเซียส)	35		35		28		40	
ความเร็วลมที่ใช้ในการลดความชื้น กล้วยไม้ (เมตรต่อวินาที)	3-7		3		3-7		3	
ระยะเวลาในการลดความชื้นกล้วยไม้ (นาฬิกา)	30		7.50		90		15	
ความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้ (ข้อต่อชั่วโมง)	240		1,600		80		800	
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์)	0.73		3.34		0.73		3.34	
อัตราการใช้เชื้อเพลิงให้ความร้อนอากาศ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	-		-		-		0.5	
ระยะเวลาในการทำงาน (ชั่วโมงต่อวัน)	8		8		8		8	
การใช้แรงงาน (คน)	2		2		2		2	



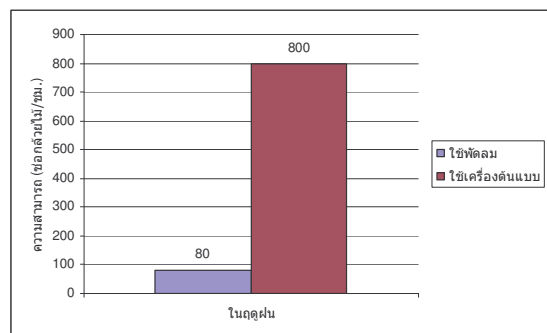
ภาพที่ 28 ระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝน



ภาพที่ 29 ระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝน



ภาพที่ 30 ความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้นอกฤดูฝน



ภาพที่ 31 ความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้ในฤดูฝน



ภาพที่ 32 ลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยพัดลม



ภาพที่ 33 ลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยเครื่องดันแบบ

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ อายุการเก็บรักษากล้วยไม้ และการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

กล้วยไม้ที่ทำการลดความชื้นด้วยการใช้พัดลมและเครื่องดันแบบ นำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและอายุการเก็บรักษา โดยนำกล้วยไม้จากการลดความชื้นทั้งสองวิธี มาผ่านกระบวนการอื่นๆ เช่นเดียวกัน บรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์และทำการเก็บรักษาที่สภาพเดียวกัน สำหรับการส่งออกสู่ผู้บริโภค อุณหภูมิอากาศที่เก็บรักษากล้วยไม้ 15 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 34) จากนั้นนำกล้วยไม้มาปักในขวดที่บรรจุน้ำสะอาด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 72 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 35) ผลการศึกษาพบว่ากล้วยไม้ที่ผ่านการลดความชื้นด้วยวิธีการใช้พัดลมและเครื่องดันแบบมีสภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน

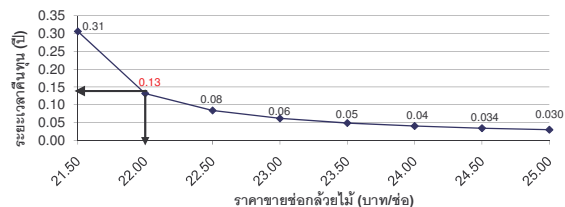
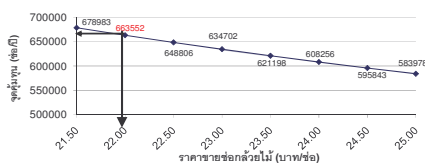


ภาพที่ 34 บรรจุกกล้วยไม้ลงกล่องและเก็บรักษา



ภาพที่ 35 ศึกษาอายุการปักแจกันกล้วยไม้

ได้ทำการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการใช้พัดลมและเครื่องต้นแบบ ผลการวิเคราะห์ได้ว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 21.37 บาทต่อช่อ ที่ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาทต่อช่อ กำหนดราคาพัดลม 3,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยเงินลงทุน 7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ค่าซ่อมบำรุงครั้งที่ 500 บาทต่อปี ค่าจ้างแรงงาน 200 บาทต่อวัน ค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย โดยพัดลมสามารถลดความชื้นกล้วยไม้ได้เฉลี่ย 1,280 ช่อต่อวัน ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.25 บาทต่อช่อ คือ 21.12 บาทต่อช่อ ที่ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาทต่อช่อ กำหนดให้เครื่องต้นแบบมีราคา 80,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยเงินลงทุน 7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ค่าซ่อมบำรุงเครื่องครั้งที่ 1,000 บาทต่อปี ค่าจ้างแรงงาน 200 บาทต่อวัน ค่าแก๊สหุงต้ม 20 บาทต่อกิโลกรัม ค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย และใช้เครื่องต้นแบบในการลดความชื้นกล้วยไม้เฉลี่ย 4,800 ช่อต่อวัน เมื่อทำการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบพบว่าเครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 663,552 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.13 ปี โดยกำหนดราคาขายกล้วยไม้สู่ตลาดต่างประเทศ 22 บาทต่อช่อ ภาพที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดคุ้มทุนกับราคาขายช่อกล้วยไม้ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องต้นแบบ และภาพที่ 37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับราคาขายช่อกล้วยไม้ที่ลดความชื้นด้วยเครื่องต้นแบบ



ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดคุ้มทุนกับราคาขาย ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับราคาขาย

5. การจัดทำรายงานผลการวิจัย และเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

ปัจจุบันได้จัดทำเอกสารรายงานผลงานวิจัย และทำการเผยแพร่งานวิจัยในรูปแบบโปสเตอร์ เอกสารแผ่นพับ งานนิทรรศการ สื่อโทรทัศน์ และนำเสนอผลงานในเวทีการประชุมระดับชาติ เพื่อให้

ผู้ผลิต ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ เจ้าหน้าที่ภาครัฐ และนักวิชาการ นำไปใช้ประโยชน์และพัฒนาต่อยอดต่อไป ภาพที่ 38 – 42 แสดงการเผยแพร่เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบในรูปแบบต่างๆ



ภาพที่ 38 โปสเตอร์เผยแพร่

ภาพที่ 39 เอกสารแผ่นพับเผยแพร่

ภาพที่ 40 เอกสารเสนอผลงาน



ภาพที่ 41 นิทรรศการพืชสวนก้าวหน้า



ภาพที่ 42 รายการก้าวไกลกับกรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบสามารถนำมาลดความชื้นกล้วยไม้ในโรงคัดบรรจุสำหรับการส่งออกทดแทนวิธีการใช้พัดลมซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ ผลการทดสอบลดความชื้นกล้วยไม้ที่บริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดระยะเวลาการลดความชื้นกล้วยไม้ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้พัดลม ทำให้มีความสามารถในการลดความชื้นกล้วยไม้มากกว่า ผลการศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยไม้จากการลดความชื้นทั้งสองวิธีพบว่ากล้วยไม้มีสภาพความสดไม่แตกต่างกัน มีอายุการปักแจกันได้นาน 12-14 วัน ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า การลดความชื้นกล้วยไม้ด้วยวิธีใช้พัดลมมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 21.37 บาทต่อช่อ ในขณะที่การใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.25 บาทต่อช่อ คือ 21.12 บาทต่อช่อ ที่ราคารับซื้อกล้วยไม้ 10 บาทต่อช่อ เครื่องต้นแบบมีจุดคุ้มทุนเมื่อทำการลดความชื้นกล้วยไม้ 663,552 ช่อต่อปี และระยะเวลาคืนทุน

ประมาณ 0.13 ปี ที่ราคาขายกล้วยไม้สู่ตลาดต่างประเทศ 22 บาทต่อช่อ สำหรับงานวิจัยในอนาคตควรมีการทดลองและศึกษาหาสภาพที่เหมาะสมสำหรับการลดความชื้นกล้วยไม้ชนิดอื่นๆที่มีการส่งออกด้วยเครื่องต้นแบบ เนื่องจากกล้วยไม้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติต่างกันซึ่งจะมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและปริมาณผลผลิตที่สามารถส่งออกได้ และควรมีการศึกษาประยุกต์ใช้เครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลม สำหรับการลดความชื้นผัก ผลไม้และสินค้าเกษตรชนิดอื่นๆ ที่มีการส่งออกในโรงคัดบรรจุของผู้ประกอบการ เพื่อพัฒนาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณภาพของสินค้าเกษตรที่ส่งออกไปสู่ผู้บริโภค

การนำไปใช้ประโยชน์

- ผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกสามารถนำเครื่องต้นแบบไปใช้ในการลดความชื้นกล้วยไม้ทดแทนการใช้พัดลม ปัจจุบันได้มีบริษัทผู้ประกอบการส่งออกกล้วยไม้ติดต่อขอนำเครื่องต้นแบบไปทดสอบใช้งานจริง

- ผู้ประกอบการส่งออกผัก ผลไม้และสินค้าเกษตร สามารถนำเครื่องต้นแบบไปประยุกต์ใช้ในการลดความชื้นผลิตภัณฑ์ก่อนทำการบรรจุหีบห่อและขนส่งสินค้าสู่ผู้บริโภค โดยได้มีกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกดาวเรืองติดต่อเพื่อขอทำการทดสอบลดความชื้นดอกดาวเรือง ปัจจุบันอยู่ในระหว่างดำเนินการ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัททีเค ออคิด ฟาร์ม จำกัด บริษัทกล้วยไม้ไทย จำกัด และบริษัท ชัชวาล ออคิดส์ จำกัด สำหรับข้อมูลการจัดการกล้วยไม้เพื่อการส่งออก และให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับทดสอบ ขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทร์บุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำหรับการสร้างและทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องลดความชื้นกล้วยไม้แบบอุโมงค์ลมต้นแบบจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จิตรพรพรรณ พิลึก อลิศรา มินะกนิษฐ และ สุพล พิลึก. 2551. การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบและออกแบบโรงคัดบรรจุดอกกล้วยไม้เพื่อการส่งออก. 159 หน้า.
สุภา สุขเกษม. 2547. เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 152 หน้า.