



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การจัดสร้างต้นแบบกระบะเพาะชำต้นกล้ากล้วยควบคุมอุณหภูมิโดยแหล่งน้ำธรรมชาติ

The Fabrication of Temperature Control Banana Seedling Tray Prototype using
Natural Water Resource

กองพล สมสุระ ทวีเดช ศิริธนาพิพัฒน์* และ อารยา อาจเจริญ เทียนหอม

Kongpol Somsura, Taweedej Sirithanapipat* and Araya Arjcharoen Thenahom

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 10903

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 10900

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, 10903

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 10900

Received: 15 มิ.ย. 59

Accepted: 30 มิ.ย. 59

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบกระบะเพาะชำ เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยโดยการใช้ น้ำจากแหล่งธรรมชาติไหลผ่านกระบะเพาะชำต้นแบบกระบะเพาะชำนี้ออกแบบ โดยมีโครงสร้างเหล็กและใช้ท่อทองแดงในการถ่ายเทความร้อน โดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยมีอุณหภูมิจากการจำลองคือ 22 องศาเซลเซียสแต่ในการทดสอบกับต้นแบบกระบะเพาะชำ จะใช้แหล่งน้ำที่จัดเตรียมขึ้นเอง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการสำหรับการอนุบาลต้นกล้ากล้วยใน 30 วัน อยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90% RH, ตามลำดับ ผลการทดสอบต้นแบบกระบะเพาะชำพบว่าอุณหภูมิภายในกระบะในช่วงอนุบาล 30 วัน มีอุณหภูมิอยู่ที่ระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์สามารถควบคุมได้ตามที่ต้นกล้ากล้วยต้องการคือมากกว่า 90% RH ขึ้นไป อัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยอนุบาลในต้นแบบกระบะเพาะชำเท่ากับร้อยละ 69 ซึ่งกระบะเพาะชำแบบเดิมมีอัตราการรอดเพียงร้อยละ 16

คำสำคัญ : กระบะเพาะชำ การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการรอด การถ่ายเทความร้อนด้วยน้ำ

Abstract

This research is the fabrication of seedling tray prototype for temperature and humidity control to property grow young banana plant using natural water resource flow through the seedling tray. The seedling tray prototype structure was made from steel and copper-tubes for heat transfer. From previous simulation study, the inlet temperature water was at about 22 ° C. In the experiment of the seedling tray prototype, the man-prepared water source was used. The temperature and relative humidity required for young banana plant during 30 days in the seedling tray, they were 28-30 ° C and above 90% RH. The results showed that the temperature inside the seedling tray in 30 days period was between 27-30 ° C and the humidity was above 90% RH. The survival rate of young banana plant from the seedling tray prototype was 69% compared to 16% survival rate of an old style seedling tray.

Keywords: seedling tray, temperature control, humidity control, survival rate, hydronic

*ติดต่อ: E-mail: fengtds@ku.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 084-7019449

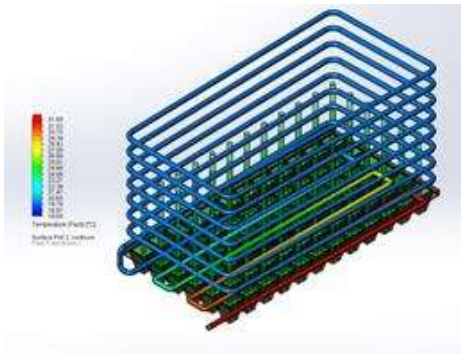
1. บทนำ

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้สูงในปัจจุบันการปลูกต้นกล้วยนั้นนิยมปลูกโดยใช้เนื้อเยื่อเนื่องจากสามารถสามารถผลิตต้นพันธุ์พืชปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว ต้นพืชปลอดโรค ตรงตามสายพันธุ์และยังคุมช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อเนื้อเยื่อต้นกล้วยนั้นพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ มีทั้งส่วนใบ ลำต้นและรากจึงสามารถนำไปอนุบาลต้นกล้าเพื่อเตรียมลงปลูกต่อไป [3] อัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยในช่วงอนุบาลต้นกล้า 30 วันแรกนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการที่จะเพาะต้นกล้ากล้วยแต่เนื่องจากวิธีการอนุบาลต้นกล้ากล้วยในปัจจุบันนั้นยังไม่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในกระบะเพาะชำอีกทั้งอุณหภูมิในประเทศไทยนั้นมีความสูงจึงส่งผลกระทบต่อต้นกล้ากล้วยที่อยู่ในช่วงอนุบาลต้นกล้า 30 วันแรกนั้นมียาอัตราการรอดที่น้อยมากปัญหาที่

พบคืออัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยในช่วงอนุบาลนั้นน้อยมากอยู่ที่ประมาณ 40-50% เนื่องจากอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่เพาะเนื้อเยื่อนั้นอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียสเมื่อนำต้นกล้าออกมาอนุบาลในสภาพแวดล้อมจริงที่มีอุณหภูมิสูงมากซึ่งการอนุบาลต้นกล้านั้นอุณหภูมิควรอยู่ที่ 28-30 องศาเซลเซียสจึงทำให้ต้นกล้าปรับสภาพอุณหภูมิไม่ทันจึงเกิดการตายขึ้น จากการจำลองการปรับปรุงกระบะเพาะชำเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้แหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อหาอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบท่อโดยใช้ Ansys Fluent ในการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 27 องศาเซลเซียสได้อุณหภูมิน้ำเข้าท่อ 22 องศาเซลเซียส [1]

จากรูปที่ 1 เป็นการแสดงอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบท่อโดยใช้ Ansys Fluent ในการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่

ในช่วง 27 องศาเซลเซียส จากรูปที่ 1



รูปที่ 1 อุณหภูมิน้ำเข้าท่อ 22 องศาเซลเซียส

พบว่าอุณหภูมิน้ำเข้าอยู่ที่ 22 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำออกอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียสโดยมีการจำลองอุณหภูมิภายนอกเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส จึงมีวัตถุประสงค์สร้างต้นแบบกระเพาะเพาะชำควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาล ต้นกล้ากล้วยขึ้นใหม่ โดยใช้ท่อทองแดงเป็นท่อเดินน้ำเพื่อดูดซับความร้อนเนื่องจากท่อทองแดงมีคุณสมบัติที่เป็นมาตรฐานในงานควบคุมอุณหภูมิ โดยการใช้ระบบท่อส่งน้ำเข้าไปเพื่อควบคุมอุณหภูมิ(hydronic)ให้อยู่ในช่วงที่ต้นกล้ากล้วยเหมาะสมในการเจริญเติบโตในช่วงอนุบาลต้นกล้า 30 วันแรกไว้ในสภาพแวดล้อมเปิดเพื่อเพิ่มอัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยในช่วงอนุบาลต้นกล้า

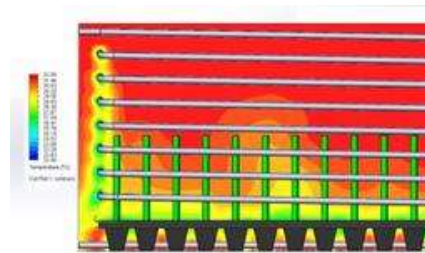
2. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบกระเพาะชำต้นกล้ากล้วยเพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมเปิด ต้นกล้าที่ใช้ในการวิจัยคือต้นกล้ากล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50ซึ่งได้มาจากการเพาะเนื้อเยื่อเนื่องจากเป็นพันธุ์



รูปที่ 2 เนื้อเยื่อต้นกล้วยที่อยู่ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

กล้วยที่สามารถทำรายได้สูงโดยการดูแลต้นกล้าในระยะอนุบาล 30 วันแรกนั้นอุณหภูมิภายในโรงเรือนนั้นควรมีค่าประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วง 30 วันแรกของการย้ายปลูกควรรักษาความชื้นภายในโรงเรือนไว้ที่ 85-90% ขึ้นไป ความเข้มแสงไม่เกิน 60% เพราะพืชยังมีขนาดเล็ก [2] จากการจำลองการปรับปรุงกระเพาะชำเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้แหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อหาอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบท่อโดยใช้ Ansys Fluent ในการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 27 องศาเซลเซียส ได้อุณหภูมิน้ำเข้าท่อ 22 องศาเซลเซียส [1]



รูปที่ 3 อุณหภูมิภายในบริเวณที่ทำการควบคุมอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิน้ำเข้า 22 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 3 พบว่าอุณหภูมิภายในบริเวณที่ทำการควบคุมอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิน้ำเข้า 22 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส จึงได้มีการสร้างต้นแบบกระเพาะเพาะชำต้นกล้ากล้วยที่มีระบบท่อน้ำและสามารถควบคุมระบบการไหลเวียนของน้ำ (hydronic) เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในกระเพาะเพาะชำต้นกล้า ด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำในท่อ

การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดช่วงอุณหภูมิที่จะควบคุมคือ 28 องศาเซลเซียสและใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการแลกเปลี่ยนความร้อนยอมให้มีความคลาดเคลื่อน ± 3 องศาเซลเซียสเนื่องจากสภาพอากาศในประเทศไทยมีความร้อนสูงที่แตกต่างกันในช่วงของแต่ละวัน มีการศึกษาการทำความร้อนโดยใช้น้ำร้อนในท่อถ่ายเทความร้อนจากผนังที่ฝังท่อเพื่อให้ผนังแผ่ความร้อนไปยังห้องเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ [4] จึงมีแนวคิดที่จะสร้างต้นแบบกระเพาะเพาะชำโดยการติดตั้งท่อทองแดงไว้รอบโครงสร้างกระเพาะเพาะชำโดยการใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติไหลผ่านท่อทองแดงเพื่อเป็นการถ่ายเทความร้อน (hydronic) โดยไม่ได้อาศัยแหล่งพลังงานเพื่อสร้างน้ำเย็นจากนั้นใช้พลาสติกใสคลุมเพื่อเป็นการรักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในต้นแบบกระเพาะเพาะชำต้นกล้ากล้วยโดยในงานวิจัยนี้ใช้กระเพาะเพาะชำต้นกล้าขนาด 72 หลุม

จากรูปที่ 4 ภาดหลุม 72 หลุมมีขนาดกว้าง 280 มม.ยาว 540 มม. ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{4}$ นิ้วเนื่องจากเป็นขนาดที่ การเลือกขนาดท่อเพื่อออกแบบระบบท่อใช้ท่อเหมาะสมในการติดตั้งกับภาดหลุมขนาด 72 หลุม

เพราะต้องนำท่อน้ำผ่านระยะระหว่างภาดหลุมตามแนวยาว



รูปที่ 4 ภาดหลุมขนาด 72 หลุม

จากการศึกษาการจำลองการปรับปรุงกระเพาะเพาะชำเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยใช้แหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อหาอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบท่อโดยใช้ Ansys Fluent ในการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 27 องศาเซลเซียสได้อุณหภูมิน้ำเข้าท่อ 22 องศาเซลเซียสโดยได้มีการออกแบบ CAD Model กระเพาะเพาะชำไว้ในการจำลอง [1] งานวิจัยนี้ได้สร้างต้นแบบกระเพาะเพาะชำโดยการปรับแต่งจาก CAD Model ที่ได้เคยสร้างไว้เพื่อสะดวกในการใช้งานโดยจากเดิมนั้นการวนขดลวดทองแดงนั้นได้เว้นพื้นที่ด้านบนไว้เพื่อให้ใส่ภาดหลุมและด้านล่างได้มีการเจาะรูเพื่อทำการเสียบท่อทองแดงเข้าไป ซึ่งในการใช้งานจริงนั้นยากและไม่สามารถนำภาดหลุมกลับมาใช้งานได้อีกครั้งจึงได้มีการปรับแต่งคือวนขดลวดทองแดงรอบโครงสร้างและทำการเว้นพื้นที่ด้านบนไว้ 1 ด้านเพื่อเป็นการง่ายในการใส่ภาดหลุมเข้าไปและส่วนของด้านล่างนั้น ไม่ต้องเจาะภาดหลุมแต่สอดท่อทองแดงเข้าผ่านระยะห่างของภาดหลุมตามแนวยาวแทน

ขั้นตอนการสร้างและทดสอบต้นแบบกระเพาะเพาะชำ มีดังต่อไปนี้

1) การสร้างโครงต้นแบบกระเพาะเพาะชำขึ้นโดยโครงกระเพาะทำจากเหล็กเส้นมีเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง $\frac{1}{4}$ นิ้ว มีขนาด กว้าง 32 ซม. สูง 37 ซม. ยาว 60 ซม.

2) นำท่อทองแดงมาขดวนรอบโครงต้นแบบกระบะเพาะชำโดยใช้ Bander ดัดท่อ มีด้านข้างด้านละ 6 ชั้น ระยะห่างระหว่างชั้น เท่ากับ 6 ซม. และด้านบนมีขดลวด 10 แถว ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 6 ซม. ส่วนด้านล่างนั้นทำการตัดขดลวดทองแดงเป็นเส้นตรงมีความยาว 54 ซม. 6 เส้นทำการสอดเข้าระหว่างถาดหลุมในแนวยาว แล้วใช้ท่อยางเป็นตัวเชื่อมต่อให้ท่อทองแดงทั้งหมดเป็นเส้นเดียวกัน โดยเว้นด้านกว้างไว้หนึ่งด้านเพื่อเป็นช่องสำหรับใส่ถาดหลุมเพาะต้นกล้า

3) ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในต้นแบบกระบะเพาะชำต้นกล้า โดยใช้ Arduino board เป็นตัวควบคุมการทำงานของ Sensor วัดค่าเก็บข้อมูล



รูปที่ 5 ต้นแบบกระบะเพาะชำ

4) ทำการปลูกลูกกล้ากล้วยจากนั้นใช้ถุงพลาสติกใส(PE)ขนาดกว้าง 32 ซม.สูง 37 ซม. ยาว 60 ซม.หนา 0.5 มม.คลุมโครงต้นแบบกระบะเพาะชำเพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และบันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 30 วัน โดยทำการบันทึกอุณหภูมิภายในกระบะ อุณหภูมิน้ำเข้าท่อทองแดง ความชื้นทุกๆ 30 นาที โดยการบันทึกจะถูกเก็บโดย SD การ์ดที่อยู่ใน Arduino board เนื่องจากสถานที่ไม่เอื้ออำนวยในการหาแหล่งน้ำจาก

ธรรมชาติ จึงใช้น้ำจากการประปาเก็บไว้ในถังเก็บน้ำและทำการถ่ายน้ำทั้งช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. 14.00น. และ 16.00 น.



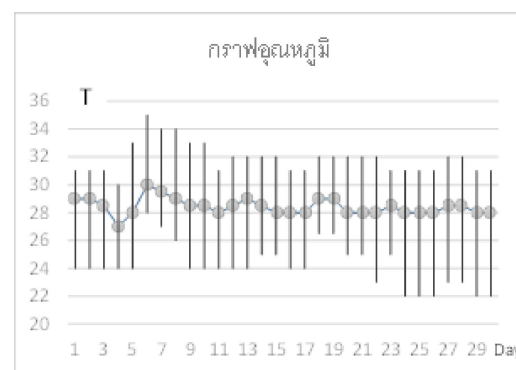
รูปที่ 6 การปลูกลูกกล้ากล้วยในต้นแบบกระบะเพาะชำ

5) เมื่อครบ 30 วัน ทำการเปรียบเทียบอัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยระหว่างต้นกล้าที่ปลูกในกระบะเพาะชำแบบเดิมกับต้นกล้าที่ปลูกกับต้นแบบกระบะเพาะชำที่ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

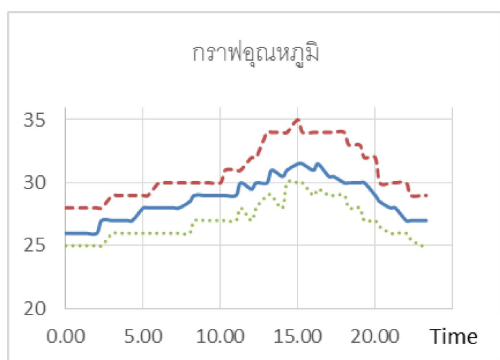
ทำการลงปลูกลูกกล้ากล้วยในต้นแบบกระบะเพาะชำช่วงวันที่ 19/10/2015 ถึง 18/11/2015 เป็นเวลา 30 วัน

กราฟอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน



รูปที่ 7 กราฟอุณหภูมิเฉลี่ยจำนวน 30 วัน

จากรูปที่ 7 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวันอยู่ในช่วง 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดคือวันที่ 24/10/2015 มีอุณหภูมิเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส กราฟแสดงอุณหภูมิวันที่ 24/10/2015 มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส

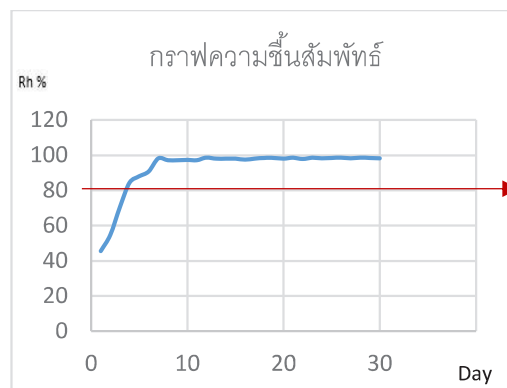


--- อุณหภูมิอากาศภายนอก
— อุณหภูมิภายในต้นแบบกระเบเพาะชำ
... อุณหภูมิน้ำเข้าท่อทองแดง
→ อุณหภูมิที่ต้องการควบคุม

รูปที่ 8 กราฟอุณหภูมิวันที่ 24/10/2015

จากรูปที่ 8 พบว่า มีอุณหภูมิสูงสุด 35 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยของวันอยู่ที่ 31 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในต้นแบบกระเบเพาะชำเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 9 พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งโดยรวมแล้วอยู่ในช่วงที่เกิน 90% RH ที่ต้นกล้ากล้วยต้องการ ดังนั้นต้นแบบกระเบเพาะชำจึงมีการควบคุมความชื้นได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การสร้างต้นแบบกระเบวัสดุที่เหมาะสมกับการสร้างเพื่อให้เหมาะกับงานที่ใช้ในการทดสอบการปรับลดอุณหภูมิในการสร้าง



รูปที่ 9 กราฟความชื้นสัมพัทธ์จำนวน 30 วัน

ต้นแบบกระเบวัสดุที่เหมาะสมกับการสร้างเพื่อให้เหมาะกับงานที่ใช้ในการทดสอบการปรับลดอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมเปิดนั้น คือ วัสดุที่ทำจากทองแดง เนื่องจากทองแดงมีค่า การนำความร้อนได้ดี 401 W/m.K เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ทำจากอลูมิเนียม (จากตารางที่ 1) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานในการเลือกให้เหมาะสมกับกำลังทรัพย์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ท่อทองแดงในการเป็นท่อเดินน้ำเพื่อดูดซับความร้อนภายในกระเบเพาะชำ

เมื่อนำท่อทองแดงขนาด 1/4 นิ้ว มาขดรอบโครงสร้างเหล็กก็จะได้ ต้นแบบกระเบเพาะชำต้นกล้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการนำความร้อนของท่อขนาด 1/4 นิ้ว

Material	Copper	Aluminium
Thermal conductivity (W/m.K)	401	237
price(Bath/m)	36	16

ที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/การนำความร้อน>



รูปที่ 11 แผนภาพจริงของการอยู่รอด

ต้นกล้ากล้วยระหว่างกระบะ
เพาะชำแบบเดิมและต้นแบบ
กระบะเพาะชำ

สีแดง=ตาย

สีเขียว=รอด

จากรูปที่ 11 สีแดงแสดงให้เห็นถึงการตายของต้นกล้ากล้วยระหว่างกระบะเพาะชำแบบเดิมและต้นแบบกระบะเพาะชำ อัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยพบว่าต้นแบบกระบะเพาะชำที่สร้างขึ้นนั้นมีอัตราการรอดร้อยละ 69 ลงปลูก 72 ต้น รอด 50 ต้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกระบะเพาะชำแบบเก่านั้น มีอัตราการรอดเพียงร้อยละ 16.66 ลงปลูก 72 ต้น รอด 12 ต้น,ตามลำดับ

4. สรุป

ต้นแบบกระบะเพาะชำที่ได้สร้างขึ้นเพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการใช้ท่อทองแดงในการถ่ายเทความร้อนนั้น (hydronic) ผลการทดสอบต้นแบบกระบะเพาะชำพบว่าอุณหภูมิภายในกระบะในช่วง 30 วันมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์นั้นสามารถควบคุมได้ตามที่ต้นกล้ากล้วยต้องการคือ

มากกว่า 90% ขึ้นไป อุณหภูมิน้ำเข้าระบบท่อมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน อัตราการรอดของต้นกล้ากล้วยอนุบาลในต้นแบบกระบะเพาะชำนั้นเท่ากับร้อยละ 69 ซึ่งกระบะเพาะชำแบบเดิมมีอัตราการรอดเพียงเพียงร้อยละ 16

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อารยา อาจเจริญเทียนหอม และคุณมารุจ ใจหลัก จากภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร ที่ให้ข้อมูลและความอนุเคราะห์จัดเตรียมต้นกล้ากล้วยและขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Somsura K, Sirithanapipat T. Simulation of Modified Seedling Tray for Temperature Control via Natural Resource Water. The 36th National Graduate Research Conference ; 2015.
- [2] Suphanburi Agricultural Extension and Development Center (Plant-Tissue Culture)
- [3] เบญจมาศ คีลน้อย ชลธงชัย แบบประเสริฐ และกัลยาณี สุวิทวัส. กล้วยไข่เกษตรศาสตร์ 2 ; 2549.
- [4] Koca A, Kanbur BB, Gursel Cetin, Acet RC, Topacoglu Y, Gemici Z. Experimental Investigation of Heat Transfer Coefficients between Hydronic Radiant Heated Wall and Room. Energy and Buildings 2014; 82: 211–221.