



การควบคุมอุณหภูมิดินเพื่อการเพาะกล้าไม้เบญจมาศ

Temperature Control in Soil for the Growth of Chrysanthemum Sprout

มานพ แยมแฟง^{1*} จักรวาล บุญหวาน¹ ศิริชัย เทพา¹ ธนาพล สุขชนะ¹ พิมพ์พรรณ ปรี่องาม¹ รัตนชัย ไพรินทร์² และ มนพร คุปตาสา³

Manop Yamfang^{1*}, Chakkawan Boonwan¹, Sirichai Thepa¹, Thanaphol Sukchana¹, Pimpan Pruengam¹, Rattanachai Pairintra² and Manaporn Guptasa³

¹สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²สายวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

³สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

¹Division of Energy Technology, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tung khru, Bangkok 10140, THAILAND

²Division of Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tung khru, Bangkok 10140, THAILAND

³Division of Manufacturing Systems Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tung khru, Bangkok 10140, THAILAND

*Corresponding author e-mail: manop.y@en.rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 17 April, 2020

Revised: 7 August, 2020

Accepted: 31 August, 2020

Available online: 22 December, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.26

Keywords: solar water

heating system, solar

radiation panel, soil

temperature,

Chrysanthemum

This research was to study the soil temperature for chrysanthemum sprout cultivation. The size of the solar radiation panel to make hot water was 55×220 cm². The soil container was 1 m². It contained 10 cm tall for seedling soil. The temperature measurement of the first soil layer temperature was attached to the heating plate below. The second layer would be higher than the first 5 cm and the third layer was higher than the heating unit 10 cm. From the experiment, heating the soil was operated by controlling the water temperature in the tank constant 70, 60, 50, and 40°C. It was found that soil layer 1 had an average temperature of 56, 50.7, 48 and 41°C, respectively. Soil layer 2 had an average

temperature of 44, 41.2, 39 and 35.5°C, respectively, and soil layer 3 had an average temperature of 37, 37, 34 and 32.2°C, respectively. In the case of not controlling the water temperature from making hot water during the day, which solar energy was utilized to bring hot water to use at night by changing the water temperature of 60 and 40°C, it was found that the soil layer 1 had an average temperature of 42 and 35°C respectively. Soil layer 2 had an average temperature of 34 and 29°C respectively, and soil layer 3 had a constant average temperature of 28°C. Water temperature 40 - 70°C was used as a heat source transferring heat to the soil where chrysanthemum sprout was cultivated with an area of 1 m², depth 10 cm as required, even if the water temperature was not maintained at night; the water temperature naturally decreased.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอุณหภูมิดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศ โดยแผงรับรังสีอาทิตย์เพื่อทำน้ำร้อนขนาด 55×220 cm² ภาชนะบรรจุดินมีขนาด 1 m² บรรจุดินเพาะกล้าไม้สูง 10 cm การวัดอุณหภูมิดินชั้นที่หนึ่งซึ่งติดกับแผ่นให้ความร้อนด้านล่าง ดินชั้นที่สองจะสูงกว่าดินชั้นที่หนึ่ง 5 cm และดินชั้นที่สามสูงกว่าชุดให้ความร้อน 10 cm จากการทดลองให้ความร้อนแก่ดินโดยควบคุมอุณหภูมิน้ำในถังคงที่ที่อุณหภูมิ 70 60 50 และ 40°C พบว่า ดินชั้นที่หนึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 56 50.7 48 และ 41°C ตามลำดับ ดินชั้นที่สองมีอุณหภูมิเฉลี่ย 44 41.2 39 และ 35.5°C ตามลำดับ และดินชั้นที่สามมีอุณหภูมิเฉลี่ย 37 37 34 และ 32.2°C ตามลำดับ กรณีที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิน้ำซึ่งทำน้ำร้อนตอนกลางวันโดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์เพื่อนำน้ำร้อนไปใช้ตอนกลางคืน โดยเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ 60 และ 40°C พบว่า ดินชั้นที่หนึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 42 และ 35°C ตามลำดับ ดินชั้นที่สองมีอุณหภูมิเฉลี่ย 34 และ 29°C ตามลำดับ และดินชั้นที่สามมีอุณหภูมิเฉลี่ยคงที่อยู่ที่ 28°C การใช้น้ำอุณหภูมิ 40-70°C เป็นแหล่งความร้อนเพื่อถ่ายเทความร้อนให้ดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศที่มีพื้นที่ 1 m² ระดับความลึก

10 cm ได้ตามที่กล้าไม้เบญจมาศต้องการ ถึงแม้ว่าจะไม่รักษาอุณหภูมิน้ำให้คงที่ในเวลากลางคืนโดยปล่อยให้อุณหภูมิน้ำลดลงตามธรรมชาติก็ตาม

คำสำคัญ: ระบบทำน้ำร้อนรังสีอาทิตย์ แผงรับรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิดิน เบญจมาศ

บทนำ

เบญจมาศเป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมแพร่หลายทั่วโลกมีปริมาณการผลิตและมูลค่าการจำหน่ายสูง โดยเฉพาะประเทศเนเธอร์แลนด์ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลก รวมทั้งประเทศในแถบยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น ฯลฯ ประเทศผู้ผลิตเหล่านี้จะมีปัญหาเรื่องสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น การปลูกไม้ดอกที่มีคุณภาพจำเป็นต้องปลูกในโรงเรือน ดังนั้นทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง สภาพภูมิประเทศที่สามารถปลูกเบญจมาศได้ดี และเหมาะสม เช่น ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะสามารถผลิตเบญจมาศแข่งขันกับตลาดไม้ดอกของโลกได้ สำหรับแนวโน้มของความต้องการดอกเบญจมาศในประเทศไทยพบว่า ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ จึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศโดย

ส่วนใหญ่จะนำเข้าจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งราคาในการนำเข้ามีราคาแพงขึ้นจึงได้มีการส่งเสริมเพื่อขยายการเพาะปลูกในประเทศ โดยภูมิประเทศที่เหมาะสมที่จะส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกเพื่อการพาณิชย์ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่และเชียงราย เบญจมาศเป็นพืชวันสั้น โดยดอกจะพัฒนาหากช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 13.5 ชั่วโมง โดยสภาพอากาศที่เหมาะสม คืออุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางคืนอยู่ระหว่าง $17 - 20^{\circ}\text{C}$ พื้นที่เพาะปลูกที่เหมาะสมในเชิงธุรกิจ สำหรับประเทศไทยคือที่จังหวัด เชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย ซึ่งปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศประมาณ 1,500 ไร่ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 460 ล้านบาทต่อปี (1)

การขยายพันธุ์เบญจมาศนั้น อุณหภูมิดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะถ้าไม่เบญจมาศต้องการอุณหภูมิดินที่ประมาณ 20°C เพื่อการออกรากพันกิ่งชำ นอกจากนี้อุณหภูมิดินยังมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกหลายชนิดซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมของพืชจะอยู่ระหว่าง 15°C ถึง 35°C ถ้าอุณหภูมิมากกว่า 35°C จะทำให้อัตราการหายใจของรากพืชหายใจเร็วขึ้น (2) ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 4°C จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของรากพืชช้าลง (3) มีการศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นและความชื้นว่ามีผลต่อความจุความร้อน และค่าการนำความร้อน พบว่าเมื่อความหนาแน่น และความชื้นเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ค่าความจุความร้อนและค่าการนำความร้อนของดินมากขึ้น (4) ความเป็นไปได้ในการใช้ดินเป็นตัวดูดซับความร้อนที่ ระบายทิ้งจากคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายค่าอุณหภูมิดินโดยสมมุติให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพคงที่ ซึ่งพบว่า ที่ระดับความลึก 1 เมตร เป็นต้นไปอุณหภูมิของดินค่อนข้างคงที่ในรอบวัน โดยอยู่ที่ 27°C จึงต่ำกว่าอากาศประมาณ $2 - 3^{\circ}\text{C}$ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ดินเป็นสารตัวกลางแทนอากาศ ในการระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ พบว่า ในการใช้ดินแทนพัดลมในคอนเดนเซอร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เพิ่มขึ้นจากเดิม 2.8 เป็น 3.1 ในเวลากลางวัน และ

เพิ่มขึ้นจาก 7.1 เป็น 8.1 ในเวลากลางคืน (5) การใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิดิน เพื่อประมาณการระเหยของน้ำรายวันด้วยวิธีการใช้อุณหภูมิผิวแทนค่า Sensible Heat Flux และใช้สัมประสิทธิ์ Empirical คำนวณหา Flux ของพลังงานตลอดวันเป็นรายชั่วโมงจากอุณหภูมิเฉลี่ยและความร้อนที่ดินได้รับนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การระเหยตัวของดิน ในการทดลองใช้ดินผสมทราย 96% ความพรุน 0.4 ความหนาแน่นรวม $1,430 \text{ kg/m}^3$ บรรจุในท่อพลาสติกขนาด 30 cm พื้นที่หน้าตัด 706 m^2 ลึก 110 cm ผึ่งอยู่ในดินด้านบนเปิดออกสู่บรรยากาศติดตั้งห่างกัน 5 m ผลที่ได้จะได้อัตราการระเหยในเทอมของรังสีอาทิตย์ และผลต่างอุณหภูมิจากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จาก สัมประสิทธิ์การถ่ายเทการระเหยน้ำของดินที่ได้มีค่า 0 ที่ดินเปียกและเท่ากับ 1 ที่ดินแห้ง สำหรับค่าที่วัดได้จาก Lysimeter เป็น 0.2 ในดินเปียก และ 0.8 ในดินแห้ง ซึ่งค่าที่ได้ก็ให้ค่าที่แม่นยำเพียงพอต่อการนำไปใช้ (6) การสร้างแบบจำลองใน 2 มิติ เพื่อทำนายอุณหภูมิและความชื้นในดินที่ถูกให้ความร้อนด้วยอากาศร้อนที่ปล่อยออกมาจากท่อ โดยใช้หลักการของการแพร่ ความชื้นและความร้อนมาใช้สร้างแบบจำลองในแบบสองมิติ พบว่าที่ผิวดินจะแม่นยำมากที่สุด โดยมีความแม่นยำถึง 97% ส่วนการถ่ายเทมวล 92% (7)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงการควบคุมอุณหภูมิดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้เบญจมาศ โดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์ทำน้ำร้อนเพื่อนำไปทดสอบการให้ความร้อนดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิต่ำทำให้กล้าไม้เบญจมาศไม่เจริญเติบโต ดังนั้นจึงสร้างระบบทำน้ำร้อนไปให้ความร้อนแก่ดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศจากด้านล่างขึ้นไปด้านบน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาการควบคุมอุณหภูมิดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้เบญจมาศ

โดยใช้พลังงานรังสีอาทิตย์ ซึ่งมีวิธีการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

การวิเคราะห์สมบัติของดิน

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินผสมเพื่อการปลูกไม้ดอก เป็นดินที่บรรจุลงชามขนาดถูละ 10 kg ในชื่อทางการค้า “ดินลำตวน” ดินตัวอย่างจะถูกบรรจุลงในภาชนะที่มีมิติและถูกส่งไปวิเคราะห์ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างมีสมบัติดังนี้

ตารางที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

ส่วนผสม	ดินที่ใช้ทดลอง	ดินทั่วไป*
Bulk density (kg/m ³)	618	1,187
Water Content (%)	63.5	4
Porosity (%)	76.67	55.2
Thermal Conductivity (W/m°C)	0.662	0.817
Heat Capacity (MJ/m ³ °C)	2.02	1.579
Thermal diffusivity (m ² /s)	3.297×10^{-7}	5.174×10^{-7}

*ดินทั่วไป เป็นดินที่เก็บตัวอย่างดินจากบริเวณคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

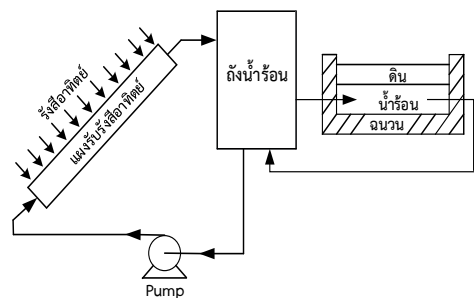
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของดิน

ส่วนผสม	ดินที่ใช้ทดลอง	ดินทั่วไป*
Sand (% by vol.)	40	24
Silt (% by vol.)	26	19
Clay (% by vol.)	34	57
Water Content (% by mass)	63.5	4
Organic Matter (% by mass)	17.3	-

*ดินทั่วไป เป็นดินที่เก็บตัวอย่างดินจากบริเวณคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การทดลองการให้ความร้อนดินด้วยแผ่นความร้อน

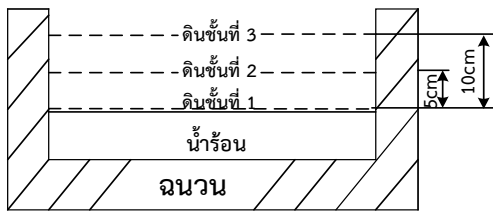
ในการทดลองให้ความร้อนแก่ดินโดยจ่ายน้ำเข้าสู่แผงรับรังสีอาทิตย์ด้วยอัตราการไหลคงที่ เข้าสู่แผงรับรังสีอาทิตย์ที่ 750 cm³/min วัตุดิบหมุมน้ำเข้า อนุภาคน้ำออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์ วัตุดิบหมุมน้ำในถังสะสมความร้อน และวัดค่ารังสีที่ตกกระทบบนแผงรับรังสีอาทิตย์ โดยแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 55 x 220 cm² วางหันหน้าไปทางทิศใต้ทำมุม 14° กับแนวระดับเพื่อทำน้ำร้อนไปให้ความร้อนแก่ดินเพาะกล้าไม้จากด้านล่างขึ้นไปด้านบนในชุดให้ความร้อนดิน ดังรูปที่ 1



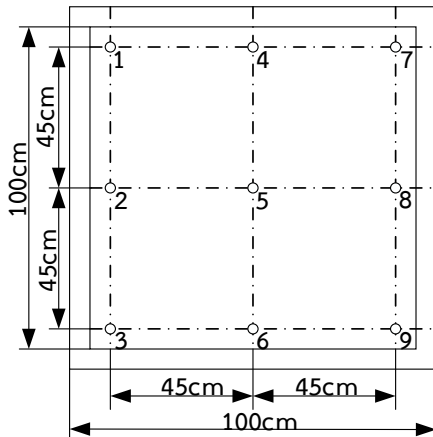
รูปที่ 1 ระบบให้ความร้อนดิน

การศึกษาการกระจายอุณหภูมิในดินเมื่อได้รับความร้อนจากแผ่นความร้อน

การทดลองจะบรรจุดินลงในชุดให้ความร้อนดิน ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 1 m² ดินมีความสูง 10 cm ซึ่งในการเลือกระดับความลึกที่ 10 cm เพราะการให้ความร้อนชั้นที่ติดกับแผ่นความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงอาจเป็นอันตรายต่อกล้าไม้ได้โดยดินจะรับความร้อนจากด้านล่างขึ้นไปด้านบนดังรูปที่ 1 การติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิดินจะติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิโดยแบ่งดินออกเป็น 3 ชั้น คือชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่สัมผัสกับแผ่นความร้อน ชั้นที่ 2 คือชั้นดินที่มีความหนา 5 cm ชั้นที่ 3 คือที่ผิวดินและในแต่ละชั้นจะทำการวัดอุณหภูมิ 9 จุด ขณะที่ทำการบรรจุดินลงในชุดให้ความร้อนทำการชั่งน้ำหนักดินเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน จุดที่วัดอุณหภูมิแสดงในรูปที่ 2



(ก) ด้านหน้า



(ข) ด้านบน

รูปที่ 2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิในแต่ละชั้น

เมื่อทำการติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้ว จะทำการศึกษาการกระจายอุณหภูมิในแต่ละจุด โดยเริ่มจากอุณหภูมิของแผ่นร้อน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแยกการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิในถึง
 สละสมความร้อนคงที่

ในการทดลองโดยการจ่ายน้ำเข้าสู่ชุดให้ความร้อนดินที่อัตราการไหล 1 litre/min ซึ่งอาจจ่ายน้ำร้อนที่อัตราการไหลต่ำกว่านี้ได้เพราะดินมีการแพร่ความร้อนที่ต่ำ คือ มีค่าประมาณ $3.297 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ เท่านั้น ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เข้าและออกจากชุดให้ความร้อนจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และการจ่ายน้ำที่อัตราการไหลต่ำๆ จะทำให้อุณหภูมิในถึงสละสมความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยซึ่งจะเป็นผลดีต่อระบบ โดยใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 60 50 และ 40°C ตามลำดับ จ่ายเข้าสู่ชุดให้ความร้อนโดยจะรักษาอุณหภูมิในถึงสละสมความร้อนให้คงที่

การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่ไม่รักษาอุณหภูมิในถึง
 สละสมความร้อนคงที่

การทดลองโดยจ่ายน้ำที่อุณหภูมิในถึงเริ่มต้นที่ 40 และ 60°C โดยจะปล่อยให้ในถึงสละสมความร้อนลดลงตามธรรมชาติของสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะศึกษาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิในถึงในเวลากลางคืน

เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Data Logger ยี่ห้อ Graphtec รุ่น GL840 เมื่อนำไปใช้กับสาย Thermocouple Type K มีความคลาดเคลื่อน $\pm 0.8^\circ\text{C}$
2. สาย Thermocouple Type K
3. เครื่องมือวัดค่ารังสีอาทิตย์ Pyranometer ยี่ห้อ EKO รุ่น ML-01 มีความคลาดเคลื่อน $< 3\%$

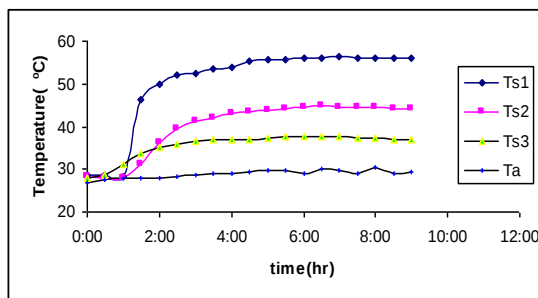
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิในถึง
 สละสมความร้อนคงที่

1.1 การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิ 70°C ในถึงสละสมความร้อนคงที่

จากรูปที่ 3 เมื่ออุณหภูมิในถึงสละสมความร้อนอุณหภูมิ 70°C และจ่ายเข้าสู่ชุดให้ความร้อนดินที่อุณหภูมิเฉลี่ย 63.39°C และออกที่ 60.71°C ซึ่งมีความแตกต่าง 2.67°C คิดเป็นปริมาณความร้อนที่จ่ายให้กับชุดให้ความร้อนในอัตรา 186.19 W/m^2 เป็นผลให้อุณหภูมิที่แผ่นให้ความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 59°C และดินชั้นที่ 1 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 56°C ชั้นที่ 2 44°C ชั้นที่ 3 37°C โดยในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 12°C และชั้นที่ 2 และ 3 ต่างกัน 7°C ซึ่งความแตกต่างอุณหภูมิของดินชั้นที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างมากกว่าดินชั้นที่ 2 และ 3 เนื่องจากดินชั้นที่ 1 อยู่ติดกับชุดให้ความร้อนทำให้ได้รับอุณหภูมิจากชุดให้ความร้อนได้มากจึงสามารถถ่ายเทความร้อนไปยังดินชั้นที่ 2 ได้สูง และการถ่ายเทความร้อนของดินชั้นที่ 2 ไปยังดินชั้นที่ 3 มีปริมาณลดลง

เนื่องจากอุณหภูมิดินชั้นที่ 2 ไม่สูงจึงเป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนไปยังดินชั้นที่ 3 ลดลง อีกทั้งดินมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนและมีรูพรุนสูงจึงส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนลดลง ความร้อนที่ชั้นที่ 2 ได้รับ 87.53 W ชั้นที่ 3 ได้รับ 72.94 W เมื่อพิจารณาในสัดส่วนของความร้อนสุทธิจะพบว่าอัตราใกล้เคียงกัน คือ 54.54% ในชั้นที่ 2 และ 45.54% ในชั้นที่ 3 ด้วยความร้อนสุทธิ 160.47 W ความร้อนที่ดินได้รับในอัตราที่สูงเมื่อเทียบกับความร้อนที่น้ำจ่ายให้ ทำให้ประสิทธิภาพของชุดให้ความร้อนดินมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็น 86.18%



รูปที่ 3 การกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 70°C

เมื่อ Ts1 คือ อุณหภูมิดินชั้นที่ 1

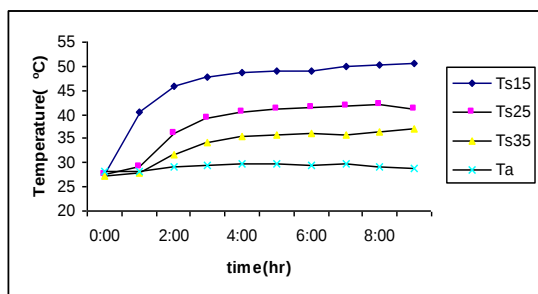
Ts2 คือ อุณหภูมิดินชั้นที่ 2

Ts3 คือ อุณหภูมิดินชั้นที่ 3

Ta คือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม

1.2 การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษา

อุณหภูมิ 60°C ในถึงสะสมความร้อนคงที่

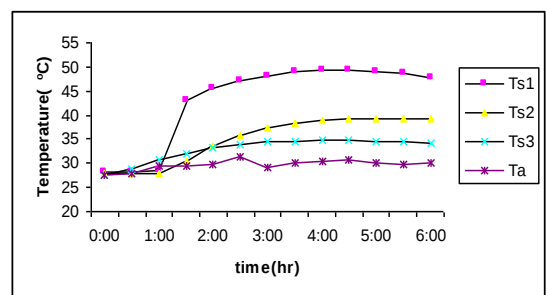


รูปที่ 4 การกระจายอุณหภูมิในดินแต่ละชั้นที่อุณหภูมิน้ำ 60°C

จากรูปที่ 4 เมื่ออุณหภูมิให้คงที่ 60°C จ่ายเข้าสู่ชุดให้ความร้อนดินในอัตรา 1 litre/min จากการทดลอง

พบว่า อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าสู่ชุดให้ความร้อนดินมีอุณหภูมิทางเข้าเฉลี่ย 56.4°C อุณหภูมิเฉลี่ยน้ำออกจากแผงที่ 53.5°C มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ย 2.9°C คิดเป็นความร้อนที่น้ำจ่ายเข้าสู่ชุดดิน 202.23 W/m² ทำให้อุณหภูมิของดินในชั้นที่ 1 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 27.7°C เป็น 50.7°C และอุณหภูมิในชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้นจาก 27.5°C เป็น 41.2°C สำหรับอุณหภูมิในชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นผิวดินเพิ่มขึ้นจาก 27.3°C เป็น 37°C คิดเป็นปริมาณความร้อนที่ดินได้รับสุทธิเป็น 135.76 W โดยในชั้นที่ 2 ได้รับ 91.88 W คิดเป็น 70.26% ของปริมาณความร้อนที่ดินได้รับและในชั้นที่ 3 ที่ผิวดินได้รับความร้อนในปริมาณ 38.88 W คิดเป็น 29.73% สำหรับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างดินชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 อยู่ที่ 9.5°C ขณะที่ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 จะอยู่ที่ 4.2°C ความแตกต่างของอุณหภูมิดินชั้นที่ 1 และ 2 จะสูงกว่าดินชั้นที่ 2 และ 3 เป็นผลมาจากปริมาณความร้อนที่ดินได้รับสูงกว่าและจะลดลงตามระยะห่างจากแหล่งให้ความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความร้อนที่ดินแต่ละชั้นได้รับ ด้วยอุปกรณ์ชุดให้ความร้อนมีประสิทธิภาพ 64.65%

1.3 การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิ 50°C ในถึงสะสมความร้อนคงที่

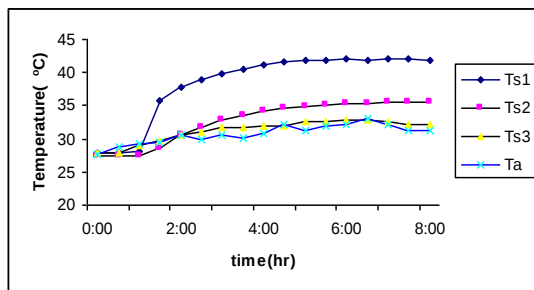


รูปที่ 5 การกระจายอุณหภูมิในดินแต่ละชั้นที่อุณหภูมิน้ำ 50°C

จากรูปที่ 5 เป็นการกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 50°C อุณหภูมิน้ำเข้าสู่ชุดให้ความร้อนดินที่ 54°C และออกที่ 52°C คิดเป็นความร้อน 139.56 W/m² แผ่นร้อนมีอุณหภูมิ 50°C ดินชั้นที่ 1 มีอุณหภูมิ 48°C อุณหภูมิดินชั้นที่ 2 เป็น 39°C ต่างกัน 9°C อุณหภูมิชั้นที่

3 เป็น 34°C ต่างจากชั้นที่ 2 อยู่ 5°C ความร้อนที่ดินชั้นที่ 2 ได้รับ 93.5 W/m² ชั้นที่ 3 ได้รับ 28.05 W/m² ที่ประสิทธิภาพระบบ 87.09%

1.4 การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิ 40°C ในถังสะสมความร้อนคงที่



รูปที่ 6 การกระจายอุณหภูมิในดินแต่ละชั้นที่อุณหภูมิน้ำ 40°C

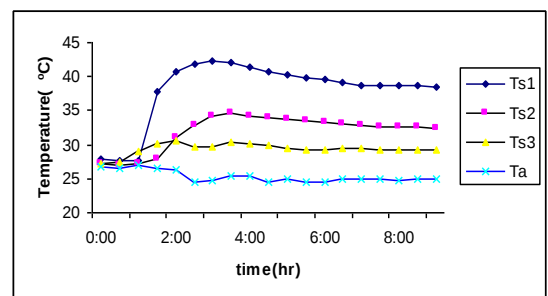
จากรูปที่ 6 เป็นการกระจายอุณหภูมิในชั้นต่าง ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไปที่อุณหภูมิน้ำ 40°C แต่ความเป็นจริงแล้วอุณหภูมิในถังสะสมความร้อนไม่สามารถควบคุมให้อยู่ที่ 40°C ได้ ทำได้ต่ำสุดที่ 45°C แล้วจ่ายเข้าสู่แผงที่ 44°C ออกที่ 42°C อัตราการให้ความร้อน 139.56 W/m² อุณหภูมิแผ่นร้อน 41°C ซึ่งเท่ากับอุณหภูมิดินในชั้นที่ 1 ส่วนชั้นที่ 2 มีอุณหภูมิ 35.5°C ต่างกัน 5.5°C ชั้นที่ 3 อุณหภูมิ 32.2°C ต่างจากชั้นที่ 2 33°C ด้วยอุณหภูมิของแผ่นร้อนที่ต่ำทำให้การแพร่ความร้อนต่ำจึงทำให้ในแต่ละชั้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ต่ำและเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวจะน้อย คือจะอยู่ที่ชั่วโมงที่ 4 ความร้อนที่ดินได้รับ 72.09 W โดย ในชั้นที่ 2 ได้รับ 42.64 W และชั้นที่ 3 ได้รับ 29.45 W ประสิทธิภาพของระบบ 51.65%

2. การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่ไม่รักษาอุณหภูมิ น้ำให้คงที่

2.1 การกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 60°C ในเวลากลางคืน

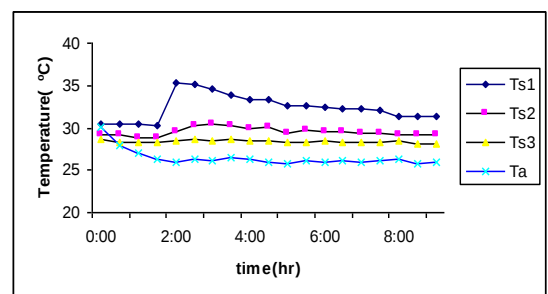
จากรูปที่ 7 เป็นการกระจายอุณหภูมิในดินที่ถูกให้ความร้อนด้วยน้ำอุณหภูมิ 60°C โดยน้ำในถังสะสมความร้อนไม่ได้รับรักษาอุณหภูมิไว้ ทำให้น้ำในถังสะสม

ความร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลงเรื่อย ๆ เป็นผลทำให้อุณหภูมิ น้ำที่เข้าลดลงเช่นเดียวกัน พบว่าที่อุณหภูมิดินในชั้นที่ 1 เพิ่มขึ้นจาก 28°C เป็น 42°C ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในชั่วโมงที่ 3 จากนั้นจะลดลงอย่างช้า ๆ จนเป็น 38°C ในชั่วโมงที่ 9 ส่วนในชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้นจาก 27°C เป็น 34°C ที่ชั่วโมงที่ 3 เช่นเดียวกัน จากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีอุณหภูมิ 32°C ที่ชั่วโมงที่ 9 คือเพิ่มขึ้น 7°C ในเวลา 3 ชั่วโมง และลดลง 2°C ในเวลา 6 ชั่วโมงในชั้นที่ 3 เพิ่มขึ้น 3°C ใช้เวลา 3 ชั่วโมง อีก 6 ชั่วโมงลดลง 1°C ผลอุณหภูมิดินที่เพิ่มขึ้นของดินแต่ละชั้นจะลดลงเมื่อระยะห่างจากแหล่งให้ความร้อนและระยะเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียความร้อนไปยังอากาศสิ่งแวดล้อมเนื่องจากตอนกลางคืนอากาศแวดล้อมมีอุณหภูมิต่ำและไม่ได้รักษาอุณหภูมิในถังจึงส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนลดลง



รูปที่ 7 การกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 60°C เวลากลางคืน

2.2 การกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 40°C ในเวลากลางคืน



รูปที่ 8 การกระจายอุณหภูมิในดินที่อุณหภูมิน้ำ 40°C เวลากลางคืน

จากรูปที่ 8 เป็นการกระจายของอุณหภูมิดินในแต่ละชั้นที่อุณหภูมิ 40°C ในเวลากลางคืนที่ถึงสะสมความร้อนไม่ได้รับการรักษาอุณหภูมิจะพบว่าที่อุณหภูมิดินในชั้นที่ 1 เพิ่มขึ้น 5°C ในเวลา 2 ชั่วโมง คือเพิ่มจาก 30°C เป็น 35°C จากนั้นจะลดลงจนมีอุณหภูมิ 31°C ในชั่วโมงที่ 9 คิดเป็นอัตราที่ลดลง 0.4°C ต่อชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิชั้นดินที่ต่ำจึงทำให้การแพร่ความร้อนไปสู่ชั้นที่ 2 เป็นไปได้น้อย คือเพิ่มขึ้นเพียง 1°C ในเวลา 2 ชั่วโมง เท่านั้น และลดลง 1°C เป็น 29°C ใน 2 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน ส่วนชั้นที่ 3 ไม่ได้รับการแบ่งความร้อนจากชั้นที่ 2 คงอยู่ที่ 28°C ตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลอง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิดินในแต่ละชั้นไม่สูงเนื่องจากอุณหภูมิน้ำซึ่งเป็นแหล่งให้ความร้อนมีอุณหภูมิไม่สูงและไม่ได้รับการรักษาอุณหภูมิแหล่งให้ความร้อนให้คงที่จึงส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนของดินแต่ละชั้นมีอุณหภูมิไม่สูง ซึ่งผลการทดลองอุณหภูมิดินเพาะกล้าไม้ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (8)

สรุปผล

การให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่รักษาอุณหภูมิในถังสะสมความร้อนคงที่ โดยเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ 70 60 50 และ 40°C พบว่า ดินชั้นที่ 1 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 56 50.7 48 และ 41°C ตามลำดับ ดินชั้นที่ 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 44 41.2 39 และ 35.5°C ตามลำดับ และดินชั้นที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 37 37 34 และ 32.2°C ตามลำดับ ซึ่งการรักษาอุณหภูมิน้ำในถังสะสมความร้อนให้คงที่ที่อุณหภูมิดังกล่าวสามารถนำไปใช้รักษาอุณหภูมิดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศได้สูงกว่า 20 °C ตามที่กล้าไม้เบญจมาศต้องการ ส่วนการให้ความร้อนแก่ดินด้วยน้ำร้อนที่ไม่รักษาอุณหภูมิน้ำให้คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ 60 และ 40°C พบว่า ดินชั้นที่ 1 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 42 และ 35°C ตามลำดับ ดินชั้นที่ 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 34 และ 29°C ตามลำดับ และดินชั้นที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28°C เท่ากัน ถึงแม้ว่าจะไม่รักษาอุณหภูมิน้ำและปล่อยให้อุณหภูมิลดลงตามธรรมชาติก็ยังสามารถรักษา

อุณหภูมิดินเพาะกล้าไม้ตามที่กล้าไม้เบญจมาศต้องการ ดังนั้นการทำน้ำร้อนอุณหภูมิ 40-70°C สามารถนำไปเพิ่มอุณหภูมิดินเพาะกล้าไม้เบญจมาศได้ตามที่กล้าไม้ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

1. Krasaechai A. Chrysanthemum. 1st ed. Bangkok: Odean Store; 1992.
2. Krutkun T. Sustainable agriculture use of soil fertilizer. Bangkok: Green fence; 1997.
3. Feungchan S. Fruit tree physiology. 1 st ed. Bangkok: Sirakan Offset; 1994.
4. Scott HD. Soil Physics: Agricultural and Environmental Applications. 1st ed. Library of Congress cut a logging Iowa State; 2001.
5. Permchart W. A feasibility study of using soil as a waste cooling agent for air conditioners in Thailand [master's thesis]. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi; 1998.
6. Gua Y, Asher J, Yano T, Momii K. Estimation of Soil Evaporation Using the Differential Temperature method. Soil Sci Soc Am J. 1999;63(6):1608-14.
7. Kurpaskaz S, Slipek L. Mathematical Model of Heat and Mass Exchange in a Garden Subsoil during Warm air heating. Engngres. 1996;65:305-11.
8. Boonwan C, Yamfang M, Thepa S, Sukchana T, Pruengam P, Pairintra R, et al. Development of a Mathematical Model to Predict Soil Temperature for the Growth of Chrysanthemum Sprouts. Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 2020;19(1):74-85.