

การใช้สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนคร อุดรธานีในการปลูกดาวเรือง

THE USE OF SOIL STABILIZER FROM MECHANICAL AND BIOLOGICAL WASTE TREATMENT OF UDON THANI MUNICIPALITY FOR MARIGOLD CULTIVATION

อรรรจนา ด้วงแพ่ง*, ดรุณี พวงบุตร, โฉมยง ไชยอุบล, เยาวพล ชุมพล และ Wachirawut Pitsayatrai

Archana Duangpaeng*, Darunee Puangbut, Chomyong Chaiubon,

Yaowapol Choompol and Wachirawut Pitsayatrai

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Agriculture Program, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

Received: 13 November 2023

Revised: 30 November 2023

Accepted: 13 December 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมเทวี วางแผนการทดลองแบบ $2 \times 2 + 1$ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองในสภาพกระถาง และกำหนดให้ปัจจัย A คือ การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM มี 2 ระดับ : 1) การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และ 2) การไม่หมักสารปรับปรุงดิน ปัจจัย B คือ อัตราการใส่สารปรับปรุงดินในดินผสมมี 2 ระดับ : 1) อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน 200 ก. ต่อดินผสม 5 กก. และ 2) อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน 400 ก.ต่อ ดินผสม 5 กก. และทรีตเมนต์ควบคุม คือ ดินผสม 5 กก. จากการศึกษพบว่าสารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานี มีลักษณะคล้ายคลึงกับปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง มีปริมาณธาตุอาหารหลักเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกล

* Corresponding author: อรรรจนา ด้วงแพ่ง

E-mail: archana.du@udru.ac.th

และชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรืองได้ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองในทุกลักษณะทำให้ต้นสูงขึ้น ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น มีจำนวนกิ่งแขนงเพิ่มขึ้น และเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง ทำให้จำนวนดอกต่อต้นมากขึ้น ดอกขนาดใหญ่ขึ้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อดอกสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดินหมัก การนำสารปรับปรุงดินมาใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรืองนั้นไม่จำเป็นต้องหมัก สามารถนำไปใช้ได้เลย อัตราการใส่สารปรับปรุงดินที่เหมาะสม คือ อัตรา 200 ก. ต่อดินผสม 5 กก. หรือประมาณ 2,000 กก.ต่อไร่ เป็นระดับที่เพียงพอต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง

คำสำคัญ: สารปรับปรุงดิน, การเจริญเติบโต, ผลผลิต, ดาวเรือง

Abstract

The aim of this study was to investigate the impact of fermenting soil stabilizer by EM bacteria and the application rate of soil stabilizer on the growth and yield of marigold (F1), 'Devi'. The experimental design employed in this study involved the utilization of a factorial arrangement inside a 2x2+1 Randomized Complete Block Design (RCBD) framework, specifically in the context of planting pots. Factor A refers to the process of fermenting soil stabilizer using effective microorganisms (EM), which is characterized by two distinct levels: the first process involves the fermentation of soil stabilizer with EM, whereas the second process pertains to the non-fermentation of soil stabilizer. Factor B represents the rate of application, which consists of two distinct levels. The first level involves the application of 200 g of soil stabilizer per 5 kg of mixed soil, while the second level involves the application of 400 g of soil stabilizer per 5 kg of mixed soil. The experimental group consists of a control treatment with a quantity of 5 kg of soil that has been mixed. The findings indicated that there were comparable characteristics observed in the soil stabilizers derived from the mechanical and biological waste treatment

conducted by the Udon Thani Municipality, as well as those obtained from organic fertilizers. The composition of the soil stabilizer exhibited a significant concentration of organic matter and macronutrients, aligning with the organic fertilizer guidelines set by the Land Development Department. The utilization of soil stabilizer derived from mechanical and biological waste treatment in Udon Thani Municipality has the potential to be employed in the development of marigold plants. The marigold plant, when treated with a soil stabilizer, exhibited increased plant height, plant canopy, number of branches, number of flowers per plant, size of flowers, as well as average fresh and dry weight per flower, compared to the control treatment. The utilization of soil stabilizers in marigold production, without the need for fermentation, presents potential applications. The recommended treatment rate for optimal results is 200 g per 5 kg of mixed soil or approximately 2,000 kg per rai. This dosage has been found to effectively stimulate growth and enhance production in marigold plants.

Keywords: soil stabilizer, growth, yield, marigold

บทนำ

สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพ (Soil Stabilizer from Mechanical and Biological Treatment) ของเทศบาลนครอุดรธานี เป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายของวัสดุหรืออินทรีย์สารที่ได้จากกระบวนการกำจัดขยะโดยอาศัยกระบวนการทางกลและทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ ทำให้เปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในขยะไปเป็นสารที่มีประโยชน์ในการบำรุงดิน หรือเรียกว่า “วัสดุปรับปรุงดิน (humus-like material)” ซึ่งเป็นวัสดุที่มีลักษณะคงรูป สีค่อนข้างดำ มีความชื้นเล็กน้อยและไม่มีกลิ่นเหม็น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) สารปรับปรุงดิน หรือวัสดุปรับปรุงดิน มีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมีเพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นเหมาะแก่การปลูกพืชทุกชนิด (กรีนเอิร์ธ, ม.ป.ป.) และมีความคล้ายคลึงกับปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยหมัก

ที่เกิดจากการสลายตัวของเศษซากพืช ซากสัตว์ และมูลฝอยหลายชนิดแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ ซึ่งเปลี่ยนรูปอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพดินได้ (ยงยุทธ โอสดสภา, 2543) สำหรับปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนเหมาะสำหรับชุมชนที่มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นวันละ 5-7 ตัน การหมักปุ๋ยจากขยะ ช่วยลดปริมาณขยะ ประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ หญ้าแห้ง ฟางข้าว กิ่งไม้และเศษไม้ หญ้าและใบไม้สด เศษอาหาร ผักและเปลือกผลไม้ เปลือกไข่ และดอกไม้ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

โรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานี เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครอุดรธานี ตั้งอยู่ที่บ้านโคกหนองหาด ตำบลหนองนาคำ อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี มีหน่วยงานเข้าร่วมกำจัดขยะมูลฝอย 48 แห่ง มีปริมาณขยะเข้าสู่ระบบกำจัดขยะ เฉลี่ย 298.69 ตันต่อวัน สารปรับปรุงดินเป็นผลพลอยได้จากการบำบัดขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารด้วยวิธีกลและชีวภาพ มีประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน มีลักษณะเหมือนปุ๋ยอินทรีย์ ที่ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน มีธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากองค์ประกอบของขยะที่เข้าสู่ระบบกำจัดขยะของเทศบาลนครอุดรธานี ส่วนใหญ่เป็นขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหาร ร้อยละ 41.08 ซึ่งเป็นเศษผัก เศษเนื้อ กระดูก เปลือกผลไม้ และเศษอาหาร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (อุดรธานี), 2565) สารอินทรีย์เหล่านี้ เมื่อผ่านการบำบัดทางชีวภาพจะมีการย่อยสลายจนกระทั่งมีลักษณะคล้ายปุ๋ยอินทรีย์ สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อการปลูกพืชได้หลายชนิด โดยเฉพาะพืชประเภทไม้ดอกไม้ประดับ ที่เน้นการใช้ประโยชน์ในด้านความสวยงาม

ดาวเรืองเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่เกษตรกรในจังหวัดอุดรธานีนิยมปลูก ดาวเรือง (Marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes erecta* L. อยู่ในวงศ์ Compositae (Asteraceae) ดาวเรืองเป็นไม้ดอกไม้ประดับล้มลุกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นพืชปลูกง่าย สามารถขึ้นได้ในทุกสภาพพื้นที่ โตเร็ว ปลูกได้ตลอดปี อายุเก็บเกี่ยวสั้น สามารถตัดดอกจำหน่ายได้ใน 60-70 วัน ดอกมีสีส้มสวยงาม อายุใช้งานได้หลายวัน นิยมปลูกเพื่อตัดดอกขายเพื่อร้อยมาลัย และปลูกเป็นดาวเรืองกระถางหรือดาวเรืองถุงเพื่อประดับในการเทศกาลต่างๆ สถานที่ราชการ นิยมนำดาวเรืองกระถางไปประดับตกแต่งสถานที่ราชการ ดาวเรืองจึงเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ธุรกิจขายต้นกล้าดาวเรือง ดาวเรืองกระถาง

ดาวเรืองตัดดอก กลีบดอกเรืองแห้งสำหรับในการผลิตอาหารสัตว์ (ทวีพงศ์ สุวรรณโร และคณะ, 2545) ในงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมเทวี

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาผลของการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมเทวี ซึ่งมีลักษณะดอกสีทองเข้ม ดอกใหญ่ เหมาะสำหรับประดับบ้าน หรือนำมาทำมาลัยถวายพระ ระยะเก็บเกี่ยว 45-60 วัน ทำการวิจัยที่แปลงทดลองพืชศาสตร์ของสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2564 ถึงเดือนตุลาคม 2564 เนื่องจากสถานที่ทดลองเป็นแปลงผลิตพืชที่เปิดโล่ง มีความแปรปรวนจากสภาพแวดล้อม จึงวางแผนการทดลองแบบ $2 \times 2 + 1$ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ มีหน่วยทดลอง คือ ดาวเรืองปลูกในกระถางจำนวน 1 ต้นต่อกระถาง และกำหนดให้ ปัจจัย A คือ การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM มี 2 ระดับ ได้แก่ 1) การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำอัตรา 1.0% (v/v) และกากน้ำตาลอัตรา 1.5% (v/v) นาน 30 วัน และ 2) การไม่หมักสารปรับปรุงดิน ปัจจัย B คือ อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน มี 2 ระดับ ได้แก่ 1) อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน 200 ก.ต่อดินผสม 5 กก. และ 2) อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน 400 ก.ต่อดินผสม 5 กก. และทรีตเมนต์ควบคุม คือ ดินผสม 5 กก.

การเตรียมทรีตเมนต์ตามแผนการทดลอง โดยเตรียมดินผสมจากดินแปลงทดลองพืชศาสตร์ ตากไว้ในโรงผสมดิน นาน 7 วัน จากนั้นจึงนำมาผสมกับ แกลบดำ ในอัตรา ดิน : แกลบดำ คือ 1:2 (v/v) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักสารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานี ด้วยจุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำอัตรา 1.0% (v/v) และกากน้ำตาลอัตรา 1.5% (v/v) ทำโดยเตรียมน้ำสะอาด 20 ล. เติมหากน้ำตาล 300 มล. และน้ำหมัก EM 200 มล. จากนั้นรดใส่กอง สารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ปริมาณ 100 กก. ในระหว่างการรดน้ำ ก็ใช้พลั่วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่วและมีความชื้นประมาณ

60% จากนั้นแต่งกองให้สูงประมาณ 20 ซม. แล้วคลุมด้วยผ้าสแลนสีดำเพื่อควบคุมความชื้น เป็นระยะเวลานาน 30 วัน กลับกองทุก 2-3 วัน วิธีการใส่สารปรับปรุงดิน ผสมสารปรับปรุงดินในอัตราตามแผนการทดลองกับดินผสม 5 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาใส่ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว บรรจุให้ดินผสมอยู่ระดับ 1 นิ้วจากขอบกระถาง

เตรียมต้นดาวเรือง โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเทวี F1 ในวัสดุเพาะกล้าพีทมอส ในถาดเพาะกล้าขนาด 105 หลุม ใช้เมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 1-2 เมล็ด ต่อ 1 หลุม รดน้ำเพื่อให้มีความชื้น เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 2-3 ใบ นำต้นกล้าดาวเรืองที่เตรียมไว้ย้ายมาปลูกในกระถางที่เตรียมไว้ตามแผนการทดลอง จำนวน 1 ต้น ต่อกระถาง ควบคุมวัชพืชโดยใช้ผ้าใบคลุม วัชพืชคลุมให้ทั่วแปลงจากนั้นนำตะแกรงเหล็กสูง 30 ซม. มาตั้งบนผ้าใบคลุมวัชพืชเพื่อวางกระถางดาวเรือง ดูแลรักษาต้นดาวเรืองโดยรดน้ำวันละ 2 ครั้ง กำจัดวัชพืชในกระถางทุก 3-7 วัน โดยใช้วัชชีกล เมื่อดาวเรืองอายุ 7 และ 14 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 0.5 กรัม ต่อ 1 กระถาง เมื่อดาวเรืองอายุ 45 วันหลังย้ายปลูก นำไม้มาปกรอบต้นดาวเรืองเพื่อพวงลำต้น

บันทึกผลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นดาวเรือง ที่ระยะอายุ 40 วัน หลังย้ายปลูก ได้แก่ ความสูงของต้นดาวเรืองจากโคนต้นจนถึงยอด ความกว้างของทรงพุ่ม จากปลายใบด้านที่กว้างที่สุดจากด้านหนึ่งไปยังปลายใบอีกด้านหนึ่ง นับจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น ที่ระยะอายุ 90 วันหลังย้ายปลูก เก็บเกี่ยวดอกดาวเรืองที่บานเต็มที่และมีก้านติดยาว 10 ซม. โดยตัด 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จากนั้นบันทึกข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ นับจำนวนดอกที่เก็บเกี่ยวได้ต่อต้น ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว วัดขนาดดอกทุกดอกที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละรอบการเก็บเกี่ยว โดยวัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง นำดอกดาวเรืองทุกดอกที่วัดขนาดของดอกเรียบร้อยแล้วไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งสองตำแหน่งและบันทึกน้ำหนักสดของแต่ละดอก จากนั้นคำนวณน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอกในแต่ละรอบของการเก็บเกี่ยวโดยการสุ่มเลือกดอกจำนวน 6 ดอก และนำไปคำนวณน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อดอกของตลอดอายุการเก็บเกี่ยว ผลรวมของน้ำหนักสดของดอกต่อต้นตลอดอายุการเก็บเกี่ยว บันทึกน้ำหนักสดของต้น ทำการตัดต้นดาวเรืองหลังจากเก็บเกี่ยวดอกหมดแล้ว ตัดชิดโคนต้น บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก บันทึกอายุการปักแจกันของดอกดาวเรือง โดยตัดดอกดาวเรืองที่บานเต็มที่ และมีก้านยาว 10 ซม. ปักในแก้วที่บรรจุน้ำสะอาด จากนั้นสังเกต

ว่าดอกดาวเรืองมีลักษณะกลีบดอกเหี่ยว ให้ถือว่าเป็นการสิ้นสุดอายุการใช้งานของดอก แล้วให้นับจำนวนวันจากวันที่เริ่มต้นปักแจกันไปจนถึงวันที่หมดอายุการใช้งาน บันทึกน้ำหนักแห้งของดอกดาวเรืองที่ถูกนำไปตากแดดนาน 7 วัน วิเคราะห์ผลการทดลอง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละลักษณะ ตามแผนการทดลอง Factorial in RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference (LSD)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สมบัติของสารปรับปรุงดินเพื่อใช้ในการปลูกพืช

จากการผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของสารปรับปรุงดินเพื่อใช้ในการปลูกพืช ชี้ให้เห็นว่า สารปรับปรุงดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ 8.1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 3.9 dS/m อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) 11.5:1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ที่ร้อยละ 33 มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ร้อยละ 1.7 ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ร้อยละ 1.3 และโปแตสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ร้อยละ 0.6 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1) แต่อย่างไรก็ตาม สารปรับปรุงดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 8.1 ซึ่งมีความเป็นด่างปานกลาง หากใส่ในปริมาณที่มาก อาจส่งผลกระทบต่อความประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และแมงกานีส เป็นต้น (รัตนชาติ ช่วยบุตดา และ บุศรินทร์ แสงวงลาภ, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของสารปรับปรุงดินเพื่อใช้ในการปลูกพืช

สมบัติบางประการ	ระดับ	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของ กรมพัฒนาที่ดิน ¹	การประเมิน
pH	8.1	อยู่ระหว่าง 5.5-8.5	เป็นไปตามมาตรฐาน
EC (dS/m)	3.9	ไม่เกิน 10	เป็นไปตามมาตรฐาน
C/N Ratio	11.5:1	ไม่เกิน 20:1	เป็นไปตามมาตรฐาน
OM (%)	33	ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30	เป็นไปตามมาตรฐาน
Total N (%)	1.7	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0	เป็นไปตามมาตรฐาน
Total P_2O_5 (%)	1.3	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5	เป็นไปตามมาตรฐาน
Total K_2O (%)	0.6	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5	เป็นไปตามมาตรฐาน

¹ กรมพัฒนาที่ดิน (ม.ป.ป.)

2. ผลของการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมพันธุ์เหวี่

จากการศึกษาผลการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองมีดังนี้

การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM มีผลให้ความสูงของต้นและขนาดของทรงพุ่มที่อายุ 40 วันหลังย้ายปลูก น้ำหนักสดของต้น น้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักสดของราก และน้ำหนักแห้งของรากที่อายุ 90 วันหลังย้ายปลูก ไม่แตกต่างกับการไม่หมักสารปรับปรุงดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่การหมักสารปรับปรุงดินมีผลทำให้จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นที่อายุ 90 วันหลังย้ายปลูกมากกว่าการไม่หมักสารปรับปรุงดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้ ยังพบว่าอัตราการใส่สารปรับปรุงดินที่ระดับ 200 ก.ต่อดินผสม 5 กก. มีผลให้ความสูงของต้นและขนาดของทรงพุ่มที่อายุ 40 วันหลังย้ายปลูก น้ำหนักสดของต้น น้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักสดของราก และน้ำหนักแห้งของรากที่อายุ 90 วันหลังย้ายปลูก ไม่แตกต่างกับอัตราการใส่สารปรับปรุงดินระดับ 400 ก.ต่อดินผสม 5 กก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่อัตราการใส่สารปรับปรุงดินที่ระดับ 200 ก. ต่อดินผสม 5 กก. มีผลทำให้จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นที่อายุ 40 วันหลังย้ายปลูกมากกว่าอัตราการใส่สารปรับปรุงดินระดับ 400 ก. ต่อดินผสม 5 กก.อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างระหว่างการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และอัตราการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่สารปรับปรุงดินทุกอัตราที่มีผลทำให้ความสูงของต้นและขนาดของทรงพุ่มที่อายุ 40 วันหลังย้ายปลูก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากที่อายุ 90 วันหลังย้ายปลูก มากกว่าพรีดิคเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ตารางที่ 3)

การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM มีผลให้จำนวนดอกต่อต้น ขนาดดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อดอก น้ำหนักสดของดอกทั้งหมดต่อต้น และอายุการปักแจกัน ไม่แตกต่างกับการไม่หมักสารปรับปรุงดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้ ยังพบว่าอัตราการใส่สารปรับปรุงดินที่ระดับ ต่อ200 ก. ต่อดินผสม 5 กก. มีผลให้จำนวนดอกต่อต้น ขนาดดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งดอก น้ำหนักสดของดอกทั้งหมดต่อต้น และอายุการปักแจกัน ไม่แตกต่างกับอัตราการใส่สารปรับปรุงดินระดับ 400 ก.

ต่อดินผสม 5 กก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และอัตราการใส่สารปรับปรุงดินต่อผลผลิตดอกดาวเรือง (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่สารปรับปรุงดินทุกทรีตเมนต์ที่มีผลทำให้จำนวนดอกต่อต้น ขนาดดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อดอก น้ำหนักสดของดอกทั้งหมดต่อต้น และอายุการปักแจกัน มากกว่าทรีตเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ตารางที่ 5)

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใส่สารปรับปรุงดินทั้งแบบหมักด้วยจุลินทรีย์ EM และแบบไม่หมัก ในอัตรา 200 และ 400 ก.ต่อดินผสม 5 กก. มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองสูงกว่าทรีตเมนต์ควบคุมที่ใช้ดินผสมเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำสารปรับปรุงดินไปใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรือง ช่วยส่งเสริมให้ต้นดาวเรืองมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับที่ Owen et al. (2017) ได้รายงานว่า ดาวเรืองมีความต้องการธาตุอาหารในระดับต่ำถึงปานกลาง มีความต้องการไนโตรเจนที่ระดับ 100-200 ppm N ต่อ กก.ดิน หรือ 0.1-0.2 ก. N ต่อ กก.ดิน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในตารางที่ 1 สารปรับปรุงดินมีธาตุไนโตรเจนร้อยละ 1.7 หรือ 17 ก. N ต่อ กก.สารปรับปรุงดิน ในการวิจัยนี้ศึกษาระดับการใส่สารปรับปรุงดินในอัตรา 200 และ 400 ก.ต่อดินผสม 5 กก. ซึ่งสามารถให้ไนโตรเจนกับดาวเรืองได้ในปริมาณ 3.4 และ 6.8 ก. N ต่อดินผสม 5 กก. หรือ 0.68 และ 1.36 ก. N ต่อ กก.ดินผสม จึงมีปริมาณไนโตรเจนที่เพียงพอต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง แตกต่างจากพัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และคณะ (2561) ที่รายงานว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองดีกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเดิมอากาศ ในอัตราตั้งแต่ 300-1,200 กก.ต่อไร่ การใช้ปุ๋ยหมักเดิมอากาศ มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตและผลผลิตที่สูงเช่นกันแต่ไม่ดีเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นรายงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรืองได้ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง ทำให้จำนวนดอกต่อต้นมากขึ้นและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่ผลต่อความทนทานในการใช้งานของดอกดาวเรือง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีมีลักษณะคล้ายคลึงกับปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง มีปริมาณธาตุอาหารหลักเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นต้องหมักสารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีด้วยจุลินทรีย์ EM เนื่องจากสารปรับปรุงดินนี้ผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว มีปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ *Bacillus* sp. และ Lactic Acid Bacteria (LAB) สารปรับปรุงดินนี้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเช่นเดียวกับปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้โดยตรงและมีอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช กระบวนการย่อยสลายของอินทรีย์สารที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์นั้นสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืชด้วยการทำงานจุลินทรีย์ในดิน พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง โดยปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชระยะยาว (ธงชัย มาลา, 2546) ทั้งนี้อัตราการใส่สารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับต้นดาวเรือง คือ อัตรา 200 ก.ต่อดินผสม 5 กก. หรือประมาณ 2,000 กก.ต่อไร่ เป็นระดับที่เพียงพอต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง เช่นเดียวกับการศึกษาของ ศิราณี วงศ์กระจ่าง (2560) โดยทำการทดลองใช้ปุ๋ยหมักจากวัสดุอินทรีย์ป่าพรุต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก ในอัตรา 40% โดยน้ำหนัก ทำให้ต้นดาวเรืองมีการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดีกว่าสิ่งทดลองควบคุม อีกทั้งยังทำให้ต้นดาวเรืองมีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและจำนวนดอกสูงกว่าดาวเรืองที่ปลูกในดินผสมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ในงานวิจัยนี้มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 0.5 ก.ต่อกระถาง เมื่อดาวเรืองอายุ 7 และ 14 วันหลังย้ายปลูก ในทุกพรีตเมนต์ ทั้งนี้การใส่สารปรับปรุงดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง และมีธาตุอาหารหลักเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้น มีผลให้จำนวนดอกเพิ่มขึ้น ขนาดดอกใหญ่ขึ้น และน้ำหนักสดของดอกต่อต้นเพิ่มขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์มีผลต่อโครงสร้างของดิน ทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินดีขึ้น สอดคล้องกับ นวลปรานค์ ไชยตะขบ และ ธงชัย มาลา (2548) รายงานว่าหากใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวทำให้ขนาดดอกและความสูงของดาวเรืองไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีแนวโน้มที่จะให้ดอกขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ อรรถนพ คณาเจริญพงษ์ และคณะ (2546) ซึ่งรายงานผลการศึกษาอัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมโดยใช้วัสดุหลัก 3 ส่วนคือ ดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ และถ่านกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1, 1.2:1 และ 1:3:1 เปรียบเทียบกับการปลูกในดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตรา

แนะนำของการปลูกดาวเรืองคือ ปุ๋ยเคมีสูตร 5-15-15 อัตรา 15 ก. ต่อกระถาง ผลการทดลองพบว่าวัสดุปลูกทั้ง 3 อัตราส่วน ทำให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตดอกดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี กล่าวคือวัสดุผสมอัตราส่วน 1:2:1 และ 1:3:1 ทำให้ต้นดาวเรือง มีความสูงมวลชีวภาพแห้ง และขนาดทรงพุ่มดีที่สุด และมีจำนวนดอก ขนาดดอก และน้ำหนักแห้งรวมของดอกมากกว่า ยิ่งไปกว่านั้นดาวเรืองยังออกดอกเร็วขึ้นโดยมีดอกบานเต็มที่ในเวลา 40 วัน ในขณะที่การใช้ดินและใส่ปุ๋ยใช้เวลา 60 วัน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของพนมาศ นามแดง และคณะ (2565) ที่รายงานถึงปลูกดาวเรืองโดยใช้วัสดุปลูก + ปุ๋ยมูลม้า 80 ก. ต่อต้น + ปุ๋ยเคมี อัตรา 10 ก. ต่อต้น และวัสดุปลูก + ปุ๋ยมูลม้า 120 ก. ต่อต้น + ปุ๋ยเคมี 7.5 ก. ต่อต้น เหมาะสมที่สุด เพราะทำให้ต้นดาวเรืองเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตดอกดาวเรืองสูงที่สุด เนื่องจากการใส่ปุ๋ยมูลม้าซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์จากระบบการเลี้ยงม้าเชิงพาณิชย์สามารถนำมาใช้ผสมกับวัสดุปลูกและใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราน้อยกว่าอัตราแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวได้ ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารปรับปรุงดินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีมีประโยชน์ในการบำรุงดินเพื่อการปลูกดาวเรือง ทำให้ดาวเรืองเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมากขึ้น และเป็นแนวทางในการนำสารปรับปรุงดินไปใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ ต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

พรีดิเมนต์	อายุ 40 DAT ^{1/}			อายุ 90 DAT			
	ความสูง	ขนาดทรง	จำนวน	นน.	นน.	นน.	นน.
	ต้น	พุ่ม	กิ่งแขนง	สดต้น	แห้งต้น	สดราก	แห้งราก
	(ซม.)	(ซม.)		(กรัมต่อต้น)	(กรัมต่อต้น)	(กรัมต่อต้น)	(กรัมต่อต้น)
ปัจจัย A การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM							
การหมัก	64.12	37.06	18.78	95.44	23.70	11.87	4.98
การไม่หมัก	67.64	38.39	16.69	100.42	22.65	17.48	6.39
F-test A	ns	ns	*	ns	ns	*	ns
ปัจจัย B อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน							
200 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	65.27	36.75	17.05	95.69	22.76	15.58	6.03
400 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	66.50	38.70	18.42	100.17	23.59	13.77	5.34
F-test B	ns	ns	*	ns	ns	Ns	ns
F-test A × B	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
C.V. (%)	4.6	5.3	5.03	8.69	11.74	25.65	58.59

^{1/}DAT = Day after transplanting (จำนวนวันหลังย้ายปลูก) ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์ควบคุมกับการใส่สารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

ทรีตเมนต์	อายุ 40 DAT ^{1/}			อายุ 90 DAT			
	ความสูง ต้น (ซม.)	ขนาด ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน กิ่งแขนง	นน.สดต้น (กรัมต่อ ต้น)	นน.แห้งต้น (กรัมต่อ ต้น)	นน.สดราก (กรัมต่อ ต้น)	นน.แห้ง ราก (กรัมต่อต้น)
ควบคุม	58.19b ^{2/}	28.61b	12.50c	65.40b	13.72b	8.93b	3.22b
การหมัก+200 ก.ต่อ ดินผสม 5 กก.	63.03ab	35.83a	17.99ab	95.50a	23.85a	13.42ab	5.75ab
การหมัก+400 ก.ต่อ ดินผสม 5 กก.	65.21a	38.28a	19.55a	95.37a	23.55a	10.31b	4.21ab
การไม่หมัก+200 ก.ต่อ ดินผสม 5 กก.	67.50a	37.67a	16.11b	95.87a	21.65a	17.74a	6.31a
การไม่หมัก+400 ก.ต่อ ดินผสม 5 กก.	67.78a	39.11a	17.28ab	140.96a	23.64a	17.22a	6.46a
F-test	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.58	5.15	8.99	10.78	11.75	22.92	28.51

^{1/}DAT = Day after transplanting (จำนวนวันหลังย้ายปลูก) ^{2/}ตัวอักษรที่ต่างกันกำกับตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ผลการหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM และระดับการใส่สารปรับปรุงดินต่อผลผลิตดาวเรือง

ทรีตเมนต์	จำนวนดอก ต่อต้น	ขนาดดอก (ซม.)	นน.สดดอก (กรัม)	นน.แห้งดอก (กรัม)	นน.สดดอก ต่อต้น (กรัม)	อายุการปัก แจกัน (วัน)
ปัจจัย A การหมักสารปรับปรุงดินด้วยจุลินทรีย์ EM						
การหมัก	11.92	7.68	10.98	1.23	99.73	4.63
การไม่หมัก	11.17	7.35	11.09	1.29	99.77	4.64
F-test A	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัย B อัตราการใส่สารปรับปรุงดิน						
200 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	11.58	7.31	11.01	1.28	100.07	4.57
400 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	11.50	7.72	11.06	1.24	99.44	4.71
F-test B	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test AxB	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
C.V. (%)	9.67	5.72	12.41	11.13	13.71	4.31

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระหว่างทรีตเมนต์ควบคุมกับการใส่สารปรับปรุงดินต่อผลผลิตของดาวเรือง

ทรีตเมนต์	จำนวนดอก ต่อต้น	ขนาดดอก (ซม.)	น.น.สดดอก (กรัม)	น.น.แห้ง ดอก (กรัม)	น.น.สดดอก ต่อต้น (กรัม)	อายุการปัก แจกัน (วัน)
ควบคุม	6.83b ^{1/}	6.13c	6.67b	0.90b	43.00b	4.82
การหมัก+200 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	11.83a	7.41ab	10.97a	1.19a	96.84a	4.59
การหมัก+400 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	12.00a	7.95a	10.99a	1.27a	102.61a	4.66
การไม่หมัก+200 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	11.33a	7.22b	11.05a	1.21a	103.29a	4.54
การไม่หมัก+400 ก.ต่อดินผสม 5 กก.	10.99a	7.48ab	11.13a	1.21a	96.26a	4.75
F-test	*	*	*	*	*	ns
C.V. (%)	10.38	4.97	10.92	10.11	12.95	5.35

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันกำกับตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัย

สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีมีลักษณะคล้ายคลึงกับปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง มีปริมาณธาตุอาหารหลักเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน สารปรับปรุงดินจากโรงบำบัดขยะทางกลและชีวภาพของเทศบาลนครอุดรธานีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรืองได้ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง ทำให้ต้นสูง ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น มีจำนวนกิ่งแขนงเพิ่มขึ้น และเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง ทำให้จำนวนดอกต่อต้นมากขึ้นและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น การนำสารปรับปรุงดินมาใช้ประโยชน์ในการปลูกดาวเรืองนั้นไม่จำเป็นต้องหมักสามารถนำไปใช้ได้เลย อัตราการใส่สารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับต้นดาวเรือง คือ อัตรา 200 ก.ต่อดินผสม 5 กก. หรือประมาณ 2,000 กก.ต่อไร่ เป็นระดับที่เพียงพอต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับดาวเรือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทไทยโซลิด รีนิวเอเบิล เอ็นเนอร์ยี จำกัด สำหรับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย และสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *คู่มือการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 16 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2552*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 4, 268 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.). *มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2566, จาก http://www1.ddd.go.th/ddd/Fertilizer/organic_Fertilizer.pdf.
- กรีนเอิร์ธ. (ม.ป.ป.). *สารปรับปรุงดิน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.greenearthinnovation.com>.
- ทวีพงศ์ สุวรรณโร, เอกวัฒน์ จันทรวงศ์ และ เรณู ดอกไม้หอม. (2545). *การปลูกดาวเรือง*. กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 19 หน้า.
- ธงชัย มาลา. (2546). *ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ*. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- นพมาศ นามแดง, เลิศพงษ์ มั่นวงศ์, ธิติมา มั่นวงศ์ และ อาริรัตน์ ลุนผา. (2565). *อิทธิพลของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลม้า และปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลม้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดอกดาวเรือง*. น. 54-64. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มอภ.วิจัย ครั้งที่ 16. 11-12 กรกฎาคม 2565. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2566, จาก https://www.ubu.ac.th/web/files_up/00008f2022090117165337.pdf.
- นวลปรางค์ ไชยตะขบ และ ธงชัย มาลา. (2548). *ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานผงชูรสที่มีต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง*. น. 507-515. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43, สาขาพืช, วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548, กรุงเทพฯ.

- พัชรี สิริตระกุลศักดิ์, กาญแก้ว แซ่จ้าว, สุกุลกานต์ สิมลา, มงคล วงศ์สวัสดิ์, และ สำเร็จ สีเครือดง. (2561). ผลของปุ๋ยหมักเติมอากาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง. *แก่นเกษตร*, 46(ฉบับพิเศษ 1), 1211-1216.
- ยงยุทธ โอสดสภา. (2543). *ธาตุอาหารพืช*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตนชาติ ช่วยบุตดา และ บุศรินทร์ แสงวลาภ. (ม.ป.ป.). *คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมีเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. เอกสารวิชาการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://e-library.ldd.go.th/library/Ebook/bib10134.pdf>.
- ศิราณี วงศ์กระจ่าง. (2560). ผลของการใช้ปุ๋ยหมักวัสดุอินทรีย์จากป่าพรุต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง. *การเกษตรราชภัฏ*, 16(1), 54-59.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (อุดรธานี). (2565). *รายงานผลการศึกษาการคัดแยกขยะมูลฝอยสถานที่กำจัดขยะเทศบาลนครอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี*. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.mnre.go.th/reo09/th/information/more/425>.
- อรรณพ คณาเจริญพงษ์, อรรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง, สุรเทพ เทพลิขิตกุล, ใจศิลป์ ก้อนใจ และ สมพร ชุนห์ลือชานนท์. (2546). ผลของวัสดุปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของดอกดาวเรือง. *วารสารเกษตร*, 19(2), 153-159.
- Owen, W. G., Henry, J., and Whipker, B. E. (2019). *Nutritional Monitoring: Marigolds (Tagetes erecta & T. patula)*. *e-GRO Alert*, Retrieved November 13, 2023 from https://www.e-gro.org/pdf/2017_641.pdf.