ผลของการใช้ลีโอนาร์ไดต์และปุ๋ยมูลโคต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของดอกดาวเรือง และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินหลังปลูก

Effects of leonardite and cow manure on growth and yield of marigold (*Tagetes erecta* L.) and change of soil properties after harvesting

ภาสินี สืบสวน [1], ศรัณย์ สืบกระแสร์ [1], ศตวรรษ บุญมี [1] และ สุกัญญา แย้มประชา [1*]

Phasini Supsuan [1], Sarun Seubkrasair [1], Sattawat Boonmee [1] and Sukunya Yampracha [1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ลีโอนาร์ไดต์และมูลโคที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินหลังปลูก โดยทำการทดลองในกระถาง ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นชุดดินกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ได้แก่ ตำรับควบคุม (Control) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลโค (Cow manure) ตำรับที่ใส่ลีโอนาร์ไดต์ (Leonardite) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย (N) ตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียร่วมกับปุ๋ยมูลโค (N+Cow manure) และตำรับที่ใส่ปุ๋ยยูเรียร่วมกับลีโอนาร์ไดต์ (N+Leonardite) โดยทุกตำรับการทดลองได้รับไนโตรเจนเท่ากันที่ 370 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม ยกเว้นตำรับควบคุม ปลูกดาวเรืองพันธุ์ทอรีดอร์เป็นเวลา 75 วัน ผลการทดลองพบว่า ความสูงของดาวเรืองในตำรับ N, N+Cow manure และ N+Leonardite แตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้นและดอกดาวเรืองในทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ย N+Cow manure มีแนวโน้มทำให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตและให้จำนวนดอกสูงที่สุด เมื่อวิเคราะห์ดินหลังปลูกพบว่า ในตำรับ Leonardite และ N+Leonardite มีค่า pH ต่ำ แต่ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) สูง เพราะลีโอนาร์ไดต์เป็นกรดจัดมาก (pH = 2.2) และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 5.68 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร นอกจากนี้การใช้ลีโอนาร์ไดต์ยังช่วยเพิ่มปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณธาตุกำมะถันที่สกัดได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of leonardite and cattle manure on growth and yield

คำสำคัญ : ลีโอนาร์ไดต์, มูลโค, ดาวเรือง

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1] Plant Production Technology Department, Faculty of Agriculture, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

[*] Corresponding author: sukunya.ya@kmitl.ac.th

and change of soil properties after harvesting. The pot experiment was conducted in greenhouse. Marigold, Teeredor cultivar, was cultivated on Kamphaengsaen series for 75 days. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) consists of 6 treatments with 4 replications as following: 1) Control, 2) Cow manure, 3) Leonardite, 4) N, 5) N+Cow manure and, 6) N + Leonardite. All treatments were received 370 mg N/kg except control. The result showed that N, N+Cow manure and N+Leonardite treatment caused the height of marigold significant with other treatments. Although, flower diameter, the number of flowers, fresh and dry weight had no significant differences. N+Cow manure treatment trend to increase marigold yield and number of flower. The soil after harvesting shown that Leonardite and N+Leonardite application enhanced decreasing of soil pH and increasing of electrical conductivity (EC) due to high acidity (pH = 2.2) and electrical conductivity (5.68 mS/cm) of leonardite. Moreover, application of leonardite also increased organic matter, extractable sulfur and exchangeable magnesium.

Key words : Leonardite, Cow manure, Marigold

บทนำ

ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่คนไทยนิยมปลูกกันมาก เป็นพืชอายุสั้น ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ของประเทศไทย นิยมนำมาใช้เป็นไม้ตัดดอก ไม้เด็ดดอก และปลูกประดับแปลง สำหรับไม้ดอกกระถาง นอกจากเป็นไม้ประดับแล้วยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อีก เช่น รากดาวเรืองฝรั่งเศสบางพันธุ์สามารถลดปริมาณไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืชได้ ดาวเรืองยังสามารถไล่แมลงหวี่ขาว (รัตนาภรณ์ และคณะ, 2544) ดอกมีลักษณะกลมสวยงาม กลีบดอกจัดเรียงเป็นระเบียบ ยึดแน่นกับฐานดอก ไม่หลุดง่าย อายุการใช้งานนานประมาณ 7-10 วัน นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 60-70 วัน สามารถตัดจำหน่ายได้ รวมทั้งดาวเรืองยังเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีทุกสภาพพื้นที่และทุกฤดูกาลของประเทศและเป็นไม้ดอกที่สามารถทำรายได้สูงให้กับผู้ปลูก (สุภาพร และคณะ, 2556) เกษตรกรในอำเภอเมืองและอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมบางส่วนปลูกดาวเรืองตัดดอก ซึ่งชุดดินกำแพงแสนเป็นชุดดินที่พบในจังหวัดนครปฐม มีการระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงช้า สภาพซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง หรือดินร่วน สีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นด่างอ่อน (pH 8.0) ดินบนตอนล่างเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินร่วน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน (pH 7.0-8.0) ดินล่างตอนล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2560)

ไนโตรเจนมีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน กรดนิวคลีอิค หรือนิวคลีโอไทด์ คลอโรฟิลล์และเอนไซม์ในเซลล์ มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ไนโตรเจนช่วยเร่งให้ดาวเรืองเจริญเติบโตและแตกกิ่งก้านได้รวดเร็ว การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของดาวเรืองยังทำได้โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนทีละน้อย ตลอดระยะเวลาที่ดาวเรืองเจริญเติบโต การปลูกไม้ดอกนิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ตลอดจนเศษซากพืชในการปรับปรุงดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยคอกจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินและเครื่องปลูก ตลอดจนเป็นผลทางอ้อมในการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสให้กับต้นพืช ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้เติมปุ๋ยคอกลงในดินหรือเครื่องปลูกทุกครั้ง ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักลงในดินนอกจากช่วยเพิ่มธาตุอาหารแล้ว ยังช่วยปรับโครงสร้างดินให้โปร่ง (สุภาพร และคณะ, 2556) และยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายของปุ๋ยเคมีลงอีกด้วย

ลีโอนาร์ไดต์ (Leonardite) เป็นชั้นดินปนถ่านหินที่ถูกออกซิไดส์ตามธรรมชาติ มีลักษณะนุ่ม ไม่แข็งตัว ปกติพบอยู่ในแหล่งถ่านหินที่มีความลึกไม่มาก ประกอบด้วย "กรดฮิวมิก" และกรดอินทรีย์อื่นๆ ดินปนถ่านหินนี้เกิดจากการผุพังสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ ด้วยกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ (วิวัฒน์ และคณะ, 2552) ฮิวมิกสามารถป้องกันไม่ให้น้ำระเหยไปจากดิน ซึ่งเป็นผลดีสำหรับดินที่มีความเป็นดินเหนียวต่ำ ดินทราย และดินในพื้นที่แห้งแล้ง ที่ไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ เมื่อดินที่มีลักษณะดังกล่าวมีน้ำผ่านเข้ามา น้ำก็จะระเหยออกจากดินน้อยลงหรือสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น และมีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารและปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นให้แก่พืชอย่างช้าๆ เพื่อให้พืชได้นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเจริญเติบโต การออกดอกออกผล ข้อเสียคือมีค่า pH เป็นกรดจัด จึงอาจส่งผลให้ดินมีสภาพความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและทำให้พืชไม่เจริญเติบโต หากมีการใช้ในปริมาณที่มากและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงสภาพดินที่จะทำการเพาะปลูกด้วย (สุรินทร์ และคณะ, 2559) นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการนำลีโอนาร์ไดต์มาจำหน่ายเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดินมากขึ้น ด้วยเหตุนี้การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ลีโอนาร์ไดต์และมูลโคต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง และการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินหลังปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองในโรงเรือนวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ปลูกดาวเรืองในกระถางทดลอง มีทั้งหมด 6 ตำรับการทดลอง (Table 1) ดังนี้ ตำรับควบคุม (Control), ตำรับใส่ปุ๋ยมูลโค (Cow manure), ตำรับใส่ลีโอนาร์ไดต์ (Leonardite), ตำรับใส่ปุ๋ยยูเรีย (N), ตำรับใส่ปุ๋ยยูเรียร่วมกับปุ๋ยมูลโค (N+Cow manure) และตำรับใส่ปุ๋ยยูเรียร่วมกับลีโอนาร์ไดต์ (N+Leonardite) โดยแต่ละตำรับการทดลองจะได้รับปุ๋ยตามอัตราใน Table 1 โดยอัตราปุ๋ยที่ใช้มาจากอัตราปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่แนะนำสำหรับการปลูกดาวเรืองเท่ากับ 23 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ประมาณ 370 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม)

Table 1 Treatment and total nitrogen in the experiment

Treatment	Organic fertilizer (mg N/kg soil)	Chemical fertilizer (mg N/kg soil)
Control	-	-
Cow manure	370	-
Leonardite	370	-
N	-	370
N+Cow manure	300	70
N+Leonardite	300	70

2. การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นชุดดินกำแพงแสน เก็บจากตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วัสดุอินทรีย์ที่ใช้คือปุ๋ยมูลโคและลีโอนาไดต์ ซึ่งลีโอนาร์ไดต์นำมาจากแหล่งแม่ทาน อ.สบปราบ จ.ลำปาง นำตัวอย่างดินร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และชั่งดินใส่กระถางปริมาณ 5 กิโลกรัม ใส่ลีโอนาร์ไดต์และปุ๋ยมูลโครองพื้นตามอัตราที่กำหนด (Table 1) จากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนจะนำดินไปใส่ในแต่ละกระถาง สำหรับตำรับ N ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 300 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม เมื่อครบกำหนด 25 วันหลังการย้ายปลูก จะใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 70 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัม ในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย โดยทุกตำรับยกเว้นตำรับ Control จะได้รับไนโตรเจน อัตรา 370 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมของดิน

3. การจัดการการเพาะปลูก

เพาะเมล็ดดอกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ มีการจัดการโดยการให้น้ำทุกวันให้วัสดุปลูกมีความชื้นและนำไปไว้บริเวณที่ได้รับแสงแดดดี ย้ายกล้าเมื่ออายุ 20 วัน ลงกระถางทดลอง โดยแต่ละกระถางจะทำการปลูก 5 ต้น หลังจากย้ายกล้าลงกระถาง ถอนแยกให้ดาวเรืองเหลือ 2 ต้นต่อกระถาง หลังจากย้ายกล้าลงกระถาง ทำการรดน้ำบริเวณถาดรองกระถาง เพื่อป้องกันการชะล้างของธาตุอาหาร และใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (ฟูราดาน) ปริมาณ 1 กรัม โรยลงบนผิวดินในแต่ละกระถาง และใช้สารกำจัดไรแดง (ไดโคโฟล) ในอัตรา 1 กรัม : น้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นไปตามลำต้นและใบ จากนั้นใช้ตาข่ายที่ใช้สำหรับขึงไม้ตัดดอกทั่วไปที่มีขนาดตาประมาณ 10-15 เซนติเมตรมาขึงต้นดาวเรืองในช่วงนี้ เพื่อป้องกันการหักล้มของต้น (เอเอฟเอ็ม ฟลาวเวอร์ ซีดส์ (ไทยแลนด์) จำกัด, 2560)

4. การเก็บข้อมูล

วัดความสูงเมื่ออายุ 40, 47, 54 และ 61 วัน โดยความสูงของต้นดาวเรืองนั้นจะวัดตั้งแต่ส่วนของลำต้นที่โผล่พ้นพื้นดิน ไปจนถึงปลายยอดของต้นดาวเรือง บันทึกจำนวนดอกดาวเรืองในแต่ละต้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกที่สมบูรณ์และเก็บตัวอย่างดอกหลังจากดอกบานเต็มที่ ตั้งแต่ดาวเรืองอายุประมาณ 60-75 วัน เมื่อดาวเรืองอายุ 75 วัน ตัดต้นส่วนเหนือดินของดาวเรือง

บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของดอกและต้น วัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดอกและต้นดาวเรืองด้วยวิธี Kjeldahl method และคำนวณการดูดใช้ไนโตรเจน เก็บตัวอย่างดินหลังปลูกจากทุกกระถาง นำไปผึ่งลมให้แห้ง นำไปวิเคราะห์ค่า pH, Electrical Conductivity (EC) อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5, Organic matter ด้วยวิธี Loss of Ignition method, Available P สกัดด้วย BrayII วัดโดย Spectrophotometer, Extractable S สกัดด้วย $Ca(H_2PO_4)_2$ เข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Spectrophotometer วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดด้วย NH_4OAc pH 7.0 วัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (กรมวิชาการเกษตร, 2544) วิเคราะห์คาร์บอนทั้งหมด ไนโตรเจนทั้งหมด และซัลเฟอร์ทั้งหมดในวัสดุอินทรีย์ด้วยเครื่อง dry combustion รุ่น CNS Trumax โดยเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 1,350 องศาเซลเซียส และวัดปริมาณก๊าซที่ได้

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) ประเมินความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตำรับการทดลองโดยวิธีของ Duncan's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ $p \leq 0.05$

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติดินและวัสดุอินทรีย์ก่อนการทดลอง

ดินก่อนปลูกมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.43 เป็นด่างเล็กน้อย มีค่าการนำไฟฟ้า 0.42 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่มีความเค็ม มีไนโตรเจนอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 0.60 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าเท่ากับ 101.37, 123.67 และ 3,330 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับที่สูง และแมกนีเซียม 181.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง (Table 2)

มูลโคเป็นกรดปานกลาง (pH = 6.01) มีค่าการนำไฟฟ้า 3.32 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อยู่ในระดับเค็มเล็กน้อย ไนโตรเจน แคลเซียมและแมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 9.50, 3.66 และ 0.80 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 42.14 กรัม P_2O_5 ต่อกิโลกรัม และ 47.30 กรัม K_2O ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 3)

ลีโอนาร์ไดต์มีค่าพีเอชเท่ากับ 2.2 ซึ่งเป็นกรดรุนแรง ค่าการนำไฟฟ้า 5.68 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อยู่ในระดับความเค็มปานกลาง ไนโตรเจน 4.10 กรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง และจะเห็นได้ว่ามูลโคมีโพแทสเซียมสูงกว่าลีโอนาร์ไดต์มาก ในขณะที่ลีโอนาร์ไดต์มี

Table 2 Soil chemical properties before planting

Sample	pH	EC (mS/cm)	OM (%)	Total N (g/kg)	Avai.P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Extr. S (mg/kg)
Soil	7.43	0.42	29.80	0.60	101.37	123.67	3,330.00	181.67	610.00

Table 3 Cow manure and Leonardite chemical properties

Sample	pH	EC (mS/cm)	Total C (g/kg)	Total N (g/kg)	Total P_2O_5 (g/kg)	Total K_2O (g/kg)	Total Ca (g/kg)	Total Mg (g/kg)	Total S (g/kg)
Cow Manure	6.01	3.32	122.90	9.50	42.14	47.30	3.66	0.80	1.88
Leonardite	2.20	5.68	107.00	4.10	90.00	10.48	5.97	1.76	35.30

หมายเหตุ : ไม่พบโลหะหนักใน leonardite ยกเว้นอาร์เซนิก (As) มีค่าเท่ากับ 28.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

แคลเซียม แมกนีเซียมและซัลเฟอร์ทั้งหมดสูงกว่ามูลโคมาก โดยเฉพาะซัลเฟอร์ (Table 3)

2. การเจริญเติบโตของดาวเรือง

2.1 ความสูง

จากการทดลองพบว่าความสูงของต้นดาวเรืองในทุกตำรับการทดลอง มีความสูงเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์แรกที่ปลูก โดยพบว่า 40 วันหลังปลูก ตำรับ N+Cow manure (28.31 เซนติเมตร) และตำรับ N (26.73 เซนติเมตร) มีความสูงของต้นดาวเรืองมากกว่าตำรับอื่น และแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ Leonardite ที่มีความสูงต่ำที่สุด (18.86 เซนติเมตร) ในขณะที่ 47 วันหลังปลูก พบว่าตำรับที่มีการใส่ N+Cow manure ทำให้ความสูงของดาวเรืองสูงสุด (49.56 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N (44.15 เซนติเมตร) ส่วน 54 วันหลังปลูกและ 61 วันหลังปลูก พบว่าทุกตำรับการทดลองยกเว้นตำรับ Leonardite แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับ N+Cow manure (64.00 เซนติเมตร) และตำรับ N (72.56 เซนติเมตร) มีความสูงแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ Leonardite ซึ่งมีความสูงของต้นดาวเรืองเท่ากับ 48.46 และ 55.13 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของสายชลและคณะ (2555) ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลโค อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ผักบุ้งจีนมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงมากที่สุดหลังจากปลูก 25 วัน เมื่อเทียบกับตำรับใส่ปุ๋ยหมักจากพืช และใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักและมูลโคในอัตราอื่น (Table 4)

2.2 น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของลำต้นและดอก

พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ย N มีน้ำหนักสดและแห้งของดอกสูงที่สุด (45.38 และ 6.48 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ) แต่ทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) นอกจากนี้ตำรับใส่ปุ๋ย N มีแนวโน้มให้น้ำหนักสดและแห้งของต้นสูงสุด (53.67 และ 8.30 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ) จึงทำให้น้ำหนักสดและแห้งทั้งหมดของตำรับ N มีน้ำหนักสดและแห้งทั้งหมดสูงสุด (99.05 และ 14.79 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ)

2.3 ผลผลิต

จากการทดลองพบว่าผลผลิตดอกของดาวเรืองไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง (Table 6) โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี N+Cow manure มีแนวโน้มให้ผลผลิตดอกสูงที่สุด (14.50 ดอกต่อกระถาง) โดยเมื่ออายุ 76 วันหลังปลูก รองลงมาคือตำรับ N, Leonardite,

Table 4 Effect of N fertilizer and organic materials on marigold height (cm) at 40, 47, 54 and 61 days after transplanting (DAT)

Treatment	Height (cm)			
	40 DAT	47 DAT	54 DAT	61 DAT
Control	22.85 bcd	38.14 bc	58.00 ab	71.50 a
Cow manure	23.33 bc	39.04 bc	54.04 ab	66.75 ab
Leonardite	18.86 d	34.99 c	48.46 b	55.13 b
N	26.73 ab	44.15 ab	61.58 a	72.56 a
N+Cow manure	28.31 a	49.56 a	64.00 a	70.68 a
N+Leonardite	19.94 cd	37.39 bc	54.98 ab	67.06 ab
F-test	*	*	*	*
CV (%)	11.01	11.82	11.75	11.46

*Significant at $p \leq 0.05$, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

Table 5 Fresh and dry weight of flower, stalk, total fresh and dry weight (g/pot) of marigold

Treatment	Flower		Stalk		Total Fresh weight (g/pot)	Total Dry weight (g/pot)
	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)		
Control	34.01	4.50	47.00	7.13	81.01	12.07
Cow manure	32.15	4.66	49.03	8.07	81.18	12.73
Leonardite	38.32	5.61	45.01	7.48	83.33	13.10
N	45.38	6.48	53.67	8.30	99.05	14.79
N+Cow manure	42.07	6.47	49.31	6.86	91.39	13.33
N+Leonardite	43.59	6.04	51.09	7.58	94.68	13.62
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	27.87	27.62	24.42	24.60	18.66	17.37

ns = not significant, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

N+Leonardite, Cow manure และ Control มีค่าเท่ากับ 14.25, 13.25, 12.50, 9.50 และ 9.50 ดอกต่อกระถาง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ahimad *et al*., 2011 ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต จำนวนดอกต่อต้นและขนาดของดอกดาวเรืองได้ เนื่องจากไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนอ่อนในพืชซึ่งเป็นส่วนที่กำลังเจริญเติบโต จึงช่วยเพิ่มและขยายขนาดของเซลล์ เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะส่งผลต่อดอก ส่วนขนาดของดอก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตาม ตำรับ N+Leonardite มีแนวโน้มว่าจะมีขนาดดอกใหญ่ที่สุด โดยมีขนาดเฉลี่ยอยู่ที่ 5.07 เซนติเมตร (Table 6) แต่ในตำรับ Leonardite กลับมีแนวโน้มที่จะมีขนาดดอกเล็กที่สุด โดยมีขนาดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 เซนติเมตร

Table 6 Effect of N fertilizer and organic materials on yield (flower/pot) and flower diameter (cm)

Treatment	Yield (Flower/pot)	Diameter (cm)
Control	9.50	4.80
Cow manure	9.50	4.90
Leonardite	13.25	4.63
N	14.25	4.84
N+Cow manure	14.50	5.01
N+leonardite	12.50	5.07
F-test	ns	ns
CV (%)	31.70	5.71

ns = not significant, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

3. ความเข้มข้นและการดูดใช้ไนโตรเจน

จากการทดลองพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ย N ส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด ทั้งในดอกและลำต้น (22.10 และ 11.50 กรัมต่อกิโลกรัม) และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N+Cow manure แต่ในตำรับที่ใส่ปุ๋ย Cow manure จะให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดอกต่ำสุด (16.50 กรัมต่อกิโลกรัม) และแตกต่างทางสถิติกับในตำรับ N ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้น พบว่าทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ ตำรับ N ส่งผลต่ออัตราการดูดใช้ไนโตรเจนสูงสุด (0.14 กรัมต่อกระถาง) และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N+Cow manure (0.13 กรัมต่อกระถาง) (Table 7) แต่ในตำรับ Cow manure มีการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนต่ำกว่าตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.07 กรัมต่อกระถาง)

Table 7 Total nitrogen, nitrogen uptake and total nitrogen uptake of marigold flower and stalk

Treatment	Total N (g/kg)		Nitrogen Uptake (g/pot)		Total nitrogen
	Flower	Stalk	Flower	Stalk	Uptake (g/pot)
Control	17.10 bc	9.60	0.08 bc	0.09	0.17 b
Cow manure	16.50 c	10.40	0.07 c	0.08	0.16 b
Leonardite	18.40 bc	10.30	0.10 abc	0.07	0.18 b
N	22.10 a	11.50	0.14 a	0.10	0.24 a
N+Cow manure	19.80 ab	10.90	0.13 ab	0.70	0.20 ab
N+leonardite	17.60 bc	10.80	0.11 abc	0.08	0.19 ab
F-test	*	ns	*	ns	*
CV (%)	9.18	16.82	29.42	19.73	19.30

*Significant at $p \leq 0.05$, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนของต้นดาวเรือง พบว่าทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในตำรับ N มีแนวโน้มการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนได้สูงกว่าตำรับอื่น (0.10 กรัมต่อกระถาง) และพบว่าการดูดใช้ธาตุอาหารในดอกดาวเรืองสูงกว่าการดูดใช้โดยลำต้น ส่วนการดูดใช้ไนโตรเจนทั้งหมด พบว่าตำรับ N, N+Cow manure และ N+Leonardite มีการดูดใช้ไนโตรเจนสูงและแตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตำรับ Cow manure มีการดูดใช้ไนโตรเจนต่ำที่สุด (0.16 กรัมต่อกระถาง) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับควบคุมและตำรับ Leonardite (Table 7)

4. ผลการวิเคราะห์ดินหลังปลูก

พบว่า ค่า pH ในดินลดลงอยู่ที่ 6.0-6.9 ซึ่งดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง โดยตำรับที่มีการใส่ N+Cow manure และ N เพียงอย่างเดียวทำให้ดินมีค่า pH เป็นกลาง ส่วนตำรับที่มีการใส่ Leonardite มี pH เป็นกรดเล็กน้อย ส่วนค่า EC พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.49–0.86 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร คือไม่มีความเค็ม ตำรับที่ใส่ Leonardite มีค่า EC สูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ใส่ N+Leonardite ในขณะที่การใส่ N เพียงอย่างเดียว มีค่า EC ต่ำสุด ในตำรับที่มีการใส่ N+Leonardite มีแนวโน้มว่ามีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่สูงที่สุดอยู่ที่ 14 กรัมต่อกิโลกรัม และในตำรับ Control และ N เพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มว่าจะมีไนโตรเจนทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 11 กรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 8)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า ทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ในตำรับ N+Cow manure มีแนวโน้มว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (23.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

Table 8 Chemical properties of the experimental soil after planting

Treatment	pH (mS/cm)	EC (g/kg)	Total N (mg/kg)	Available P (---------- g/kg ----------)	OM
Control	6.60 c	0.56 bc	11.00	21.38	27.60 c
Cow manure	6.70 bc	0.55 bc	13.00	21.33	29.10 bc
Leonardite	6.00 d	0.86 a	13.00	19.99	31.50 a
N	6.90 ab	0.49 c	11.00	21.62	27.20 c
N+Cow manure	6.90 a	0.51 c	12.00	23.58	28.90 bc
N+leonardite	6.50 c	0.75 ab	14.00	21.97	29.70 ab
F-test	**	*	ns	ns	*
CV (%)	2.22	23.26	14.84	9.03	4.34

*Significant at $p \leq 0.05$, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.2-31.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินปานกลาง โดยตำรับที่ใส่ Leonardite มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด (31.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N+Leonardite (29.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อย่างไรก็ตาม ในตำรับที่มีการใส่ N เพียงอย่างเดียว มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำสุด (Table 8) สอดคล้องกับรายงานของสุชาดา และคณะ (2556) ทำการศึกษาลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ลิกไนต์ ประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึงร้อยละ 24.4 จึงเหมาะสำหรับใช้ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์มีสารประกอบฮิวมิกเป็นองค์ประกอบอยู่สูง และมีบทบาทในการเพิ่มค่าอินทรียวัตถุและไนโตรเจนให้กับดินที่ใส่

โพแทสเซียม ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน พบว่า ในตำรับการทดลอง Cow manure มีโพแทสเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 104.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N+Cow manure โดยมีโพแทสเซียมเท่ากับ 91.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตำรับ N พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดเท่ากับ 74.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) เนื่องจากสมบัติวัสดุอินทรีย์ที่เป็นมูลโคมีปริมาณโพแทสเซียมสูงถึง 42.14 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) ทำให้ในตำรับการทดลอง Cow manure และ N+Cow manure ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลโค มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น

แคลเซียม ผลการวิเคราะห์แคลเซียมในดิน พบว่าในตำรับการทดลอง Leonardite มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 3,599.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในตำรับ N+Cow manure มีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุด เท่ากับ 3,355.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) และพบว่าทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ

แมกนีเซียม ผลการวิเคราะห์แมกนีเซียมในดิน พบว่า ในตำรับการทดลอง Leonardite มีปริมาณแมกนีเซียมสูงที่สุด เท่ากับ 279.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณแมกนีเซียมสูงเท่ากับ 1.76 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) รองลงมาคือตำรับ N+Leonardite, N+Cow manure, Cow manure, N และ Control มีค่าเท่ากับ 245.43, 231.05, 225.33, 221.63 และ 216.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

กำมะถัน พบว่าตำรับการทดลองลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณกำมะถันสูงสุดเท่ากับ 939.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) และไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับ N+Leonardite โดยมีปริมาณกำมะถันเท่ากับ 731.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 9) รองลงมาคือ ตำรับ Control, N+Cow manure, Cow manure และ N มีค่าเท่ากับ 585.70, 524.20, 504.90 และ 453.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยตำรับ Leonardite และ N+Leonardite พบว่า มีปริมาณกำมะถันสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Table 3 ลีโอนาร์ไดต์มีปริมาณซัลเฟอร์สูงถึง 35.30 กรัมต่อกิโลกรัม

สรุป

จากการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยมูลโคทำให้ต้นดาวเรืองมีความสูงมากที่สุด แต่การใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้ดาวเรืองมีปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมด ผลผลิตดอกดาวเรือง ความเข้มข้นของไนโตรเจน ความเข้มข้นโพแทสเซียมและการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนในดอกดาวเรือง

Table 9 Exchangeable K, Ca, Mg and Extractable S (mg/kg) of the experimental soil after planting

Treatment	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Extr. S (mg/kg)
Control	79.37 bc	3,497.95	216.71 c	585.70 bc
Cow manure	104.18 a	3,515.94	225.33 bc	504.90 bc
leonardite	81.97 bc	3,599.26	279.94 a	939.60 a
N	74.01 c	3,456.32	221.63 c	453.10 c
N+Cow manure	91.25 ab	3,355.89	231.05 bc	524.20 bc
N+leonardite	81.20 bc	3,570.38	245.43 b	731.50 ab
F-test	**	ns	**	**
CV (%)	11.96	3.59	5.91	23.84

*Significant at $p \leq 0.05$, values followed by the same lowercase letter in column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

สูงที่สุด นอกจากนี้ การใส่ลีโอนาร์ไดต์เพียงอย่างเดียว และการใส่ลีโอนาร์ไดต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ไม่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยมูลโคเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน แต่ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณธาตุกำมะถันสูงกว่าตำรับการทดลองอื่นอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังมีธาตุแมกนีเซียมที่สูง และทำให้มีอินทรียวัตถุในดินสูงเนื่องจากเป็นแหล่งของกรดฮิวมิก แต่การใช้ลีโอนาร์ไดต์ยังส่งผลโดยตรงต่อค่า pH และ EC เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก และค่าการนำไฟฟ้าสูง ส่งผลให้ดินมีค่า pH ต่ำลง มี EC สูงขึ้น จึงควรเลือกใช้ลีโอนาร์ไดต์ในดินที่เป็นด่าง เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์ส่งผลดีและผลเสียแก่ดินหลังปลูก จึงควรมีการศึกษาความเหมาะสมของคุณสมบัติและพืชที่สามารถนำลีโอนาร์ไดต์ไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุดและไม่ส่งผลกระทบต่อพืชและสิ่งแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณสุรินทร์ รินณรงค์ ที่สนับสนุนลีโอนาร์ไดต์ จากแหล่งแม่ทาน อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2560. ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคกลาง ชุดดินกำแพงแสน. เข้าถึงได้จาก : http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/central/Ks.htm (เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2560)

กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, มัณฑนา มิลน์ และอารมณ์ แสงวนิชย์. 2544. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดาวเรือง น. 404-409. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิวัฒน์ โตธิรกุล, พลยุทธ ศุขสมิต, และจินดารัตน์ โตกมลธรรม. 2552. เอกสารงานวิจัยการเตรียมสารประกอบเกลือฮิวเมตจากดินปนถ่านหินจากเหมืองลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.

สายชล พรมีอยู่, อัจฉรา จิตตลดากร และหฤษฎี ภัทรดิลก. 2555. ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี ต่อการผลิตผักบุ้งจีน, หน้า 1-12. *ใน* การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี

สุชาดา โภชาดม, แสงดาว เขาแก้ว, พลยุทธ สุขสมิติ, คณพล จุฑามณี และ Gautier Landrot. 2556. การศึกษาลักษณะทางเคมีของลิโอนาร์ไดต์จากเหมืองแร่ลิกไนต์ เพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพร รัตนาพันธุ์, ปราโมทย์ ทิมขำ, เผดิมศิลป์ รามศิริ, แสงแก้ว คำกวน, นพรัตน์ จันทร์ไชย และนันทนา เตชนันท์. 2556. การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยมูลหนอนด้วงกว่างชน. แก่นเกษตร. 41(3) : 269-274

สุรินทร์ รินณรงค์, อัจฉรา จิตตลดากร และพงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ. 2559. ผลของสีโอนาร์ไดต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้ง น.1-13. *ใน* การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี

เอเอฟเอ็ม ฟลาวเวอร์ ซีดส์ (ไทยแลนด์) จำกัด. 2560. คำแนะนำการผลิตดาวเรืองไม้ตัดดอก. เข้าถึงได้จาก: https://th-th.facebook.com/notes/afm-flower-seeds/คำแนะนำการผลิตดาวเรืองไม้ตัดดอก/322348287856045/ (เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2560)

Ahimad, I., M. Asif, A. Amjad and S. Ahmad. 2011. Fertilization enhances growth, yield and xanthophyll contents of marigold. Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 35(6) : 641-648.