

อิทธิพลของปุ๋ยมูลวัวและลีโอนาร์ไตต์ต่อการเจริญเติบโตและ สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ของกระเจียวแดง

Effect of Cow Manure and Leonardite on Growth and Total Phenolic and Flavonoid Content of Kajeawdang (*Curcuma sessilis* Gage)

สมหมาย ปะติตังโข^{1*} ครูปกรณ์ ละเอียดอ่อน² และ กิ่งแก้ว ปะติตังโข³
Sommai Patitungkho^{1*} Karupakorn Laead-on² and Kingkaew Patitungkho³

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

¹ Department of Chemistry, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

² Department of General Science, Faculty of Education, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

³ สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

³ Department of Library and Information, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajabhat Buriram
University, Buriram 31000

* Corresponding author: sommai.pt@bru.ac.th

(Received: 19 December 2022; Revised: 1 February 2023; Accepted: 21 February 2023)

Abstract

Kajeawdang (*Curcuma sessilis* Gage) is a wild plant belonging to the Zingiberaceae family. This research was aimed to study the effect of cow manure and leonardite on growth, phenolic and flavonoid compounds content of Kajeawdang. The experimental design was a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 treatments and 3 replications. The result found that plants supplied with cow manure and leonardite ratio 1:1 have the highest result on the number of new shoots per clump 1.86, plant height 38.06 centimeters and number of leaves per plant 9.66 respectively. The leonardite and control treatment gave plant height, the number of new shoots and leaves was the lowest. The highest total phenolic compounds were found in plants supplied with cow manure mixed with leonardite ratio 1:1 treatment of 117.33 mg GAE/g of extract whose flavonoid contents were 396.33 mg catechin/g of extract. The lowest phenolic and flavonoid contents were found when plants were supplied with 100% leonardite and control treatment (sandy loam clay). Therefore, organic fertilizer of cow manure mixed with leonardite 1:1 by weight was the best growth promotion, increasing of phenolic compounds and useful for agriculture to grow Kajeawdang.

Keywords: Cow manure, leonardite, *Curcuma sessilis* Gage, phenolic compound

บทคัดย่อ

กระเจียวแดงเป็นพืชป่าที่อยู่ในวงศ์ขิง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของมูลวัวและลีโอนาร์ไต์ต่อการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ของกระเจียวแดงในแปลงปลูกธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่า กรรมวิธีการทดลองมูลวัวผสมกับลีโอนาร์ไต์ที่อัตรา 1:1 มีการแตกกอมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 1.86 หน่อ/กอ ความสูง 38.06 เซนติเมตร และจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 9.66 ใบ/ต้น ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ลีโอนาร์ไต์และชุดควบคุมมีจำนวนหน่อ ความสูงและจำนวนใบน้อยที่สุดสำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า กรรมวิธีที่ใส่มูลวัวผสมกับลีโอนาร์ไต์อัตราส่วน 1:1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 117.33 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 396.33 มิลลิกรัมของคาเทชินต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ส่วนปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่น้อยที่สุด คือ กรรมวิธีที่ใส่ลีโอนาร์ไต์ 100% และชุดควบคุม (ดินร่วนปนทราย) ดังนั้น ปุ๋ยมูลวัวผสมลีโอนาร์ไต์อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต รวมถึงการสร้างสารฟีนอลิกและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ปลูกกระเจียวแดง

คำสำคัญ: มูลวัว ลีโอนาร์ไต์ กระเจียวแดง สารฟีนอลิก

คำนำ

กระเจียวแดง (*Curcuma sessilis* Gage) เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดิน จัดเป็นพืชในวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ในประเทศไทยพบมากกว่า 34 ชนิด พบได้ในป่าธรรมชาติของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถ้าแบ่งตามการใช้ประโยชน์มีสองสายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ไม้ประดับ เช่น ปทุมมา หรือเรียกกันว่า สยามทิวลิป เกษตรกรจะปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ และอีกสายพันธุ์หนึ่งเป็นสายพันธุ์เพื่อการบริโภค เช่น กระเจียวแดง มีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 115.3±16.0 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม และมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 386.6±23.6 มิลลิกรัมคาเทชินต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (Srichumrean, 2017) จากงานวิจัยของ Wonwattanasathien *et al.* (2010) พบว่าในกระเจียวแดงยังมีสารในกลุ่มเซสควิเทอร์พีนเช่นเดียวกับที่พบในขมิ้นชัน และงานวิจัยของ Krup *et al.* (2013) พบว่ากระเจียวแดงมีฤทธิ์ป้องกันการอักเสบและช่วยลดการอักเสบของเซลล์ตับ มีสรรพคุณบรรเทาอาการท้องอืด ขับยั้งเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวและต้านอนุมูลอิสระ เกษตรกรส่วนใหญ่ นำกระเจียวแดงจากป่ามาปลูกในแปลงใกล้บ้านเพื่อบริโภคและจำหน่ายในชุมชน ประกอบกับปัจจุบันการบริโภคของประชาชนจะเน้นอาหารอินทรีย์ เพราะเชื่อว่าจะมีความปลอดภัยและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ดังนั้น การปลูกพืชแบบอินทรีย์จึงมีความสำคัญต่อผู้บริโภคที่เน้นการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่นมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี

ลีโอนาร์ไต์ (Leonardite) หรือ low rank coal เป็นชั้นดินปนถ่านหินที่ถูกออกซิไดซ์ตามธรรมชาติ มีลักษณะนุ่มไม่แข็งตัว มีสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากการย่อยสลายของถ่านหินลิกไนต์ตามธรรมชาติ และการแปรสภาพของถ่านหินลิกไนต์เป็นมูลแร่ลีโอนาร์ไต์ ประเทศไทยพบได้ที่แหล่งถ่านหินลิกไนต์ อำเภอมะเขาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากการทำเหมือง มีปริมาณค่อนข้างมากยากต่อการจัดการและกำจัด แต่ในปัจจุบันเริ่มมีการนำลีโอนาร์ไต์มาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร โดยใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของลีโอนาร์ไต์เป็นสารฮิวมิก (Humic substances; HS) ที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูง โดยคุณสมบัติของกรดฮิวมิกจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช รักษาโครงสร้างของดินให้อุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดี จึงมีการนำเอาลีโอนาร์ไต์ไปผสมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับพืชหลายชนิด เช่น ช่วยเพิ่มตาดอกใน *Amica montana* L. (Sugier *et al.*, 2013) เพิ่มผลผลิตคาโนลา (Akinremi *et al.*, 2000) เพิ่มความสูง น้ำหนักสดของต้นและรากมะเขือเทศ (Pertuit *et al.*, 2001) เพิ่มผลผลิตข้าวและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของ *Rhodiola rosea* L. รวมทั้งทำให้ดินมีความพรุน ส่งผลให้รากพืชมีการเจริญเติบโตที่ดีและเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์แอซิดฟอสฟาเทส (acid phosphatases; ACP) ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) ยูรีเอส (urease) และโพรทีเอส (protease) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปลูกในดินทราย (Kolodziej *et al.*, 2013)

นอกจากนี้ยังพบว่า ลิโอนาร์ไดต์เป็นสารประกอบที่ไม่มีขี้ผึ้งไม่ชอบน้ำ รวมถึงภายในโครงสร้างหลักของลิโอนาร์ไดต์ มีลักษณะเป็นแอมโรแมติกพอลิเมอร์ของสารประกอบฟีนอล ซึ่งจากงานวิจัยของ Ausavasukhi *et al.* (2016) พบว่า ลิโอนาร์ไดต์จัดเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ และมีวงแหวนแอมโรแมติกเป็นส่วนประกอบ สามารถนำมาดูดซับสารอินทรีย์ได้ นอกจากนี้จะนิยมนำลิโอนาร์ไดต์มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินแล้ว ยังนำมาใช้ในการดูดซับสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์อีกด้วย ในปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากกระเจียวกำลังเป็นที่ได้รับความสนใจต่อผู้บริโภค เนื่องจากเป็นพืชที่ให้อาหารต้านอนุมูลอิสระ ที่ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ ในมนุษย์ ส่งผลดีต่อผู้บริโภคและยังสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่ายและทนสภาพแห้งแล้งได้ดี ในงานวิจัยนี้จึงนำเอาลิโอนาร์ไดต์มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยมาผสมกับปุ๋ยมูลวัว ที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง สามารถหาได้ง่าย เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต การสร้างสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ของกระเจียวแดง เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมการปลูกกระเจียวแบบอินทรีย์เพื่อการบริโภคและการแปรรูปเป็นอาหารสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลองและการจัดการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ที่ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยมูลวัว (Cow manure, CM) กรรมวิธีที่ 2 ลิโอนาร์ไดต์ (Leonadite, LD) กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไดต์ อัตราส่วน 1:1 (CM:LD = 1:1) กรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไดต์ อัตราส่วน 5:1 (CM:LD = 5:1) กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไดต์ อัตราส่วน 1:5 (CM:LD = 1:5) และกรรมวิธีที่ 6 ดินร่วนปนทราย (ชุดควบคุม) พื้นที่ที่ใช้ดำเนินการทดลองใช้แปลงของเกษตรกร บ้านกัณฑ์ หมู่ 10 ตำบลกระสัง อำเภอมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ใช้ในการทดลองไปผึ่งให้แห้งในร่ม นำเศษซากพืชออกจากดิน ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรดต่างของดิน (pH)

วัดด้วยเครื่อง pH meter (JXBS-3001-TR, China) ใช้อัตราส่วนระหว่างสารตัวอย่างต่อน้ำที่ 1:5 สำหรับสภาพการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) วัดในสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิมตัวด้วยน้ำโดยใช้เครื่อง Electrical conductivity bridge (BAS CV-27, USA) คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) โดยวิธี Walkley-Black Method (Chan *et al.*, 2001) ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) สกัดโดยใช้น้ำยา Bray II แล้ววัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Lambda 25, USA) ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) สกัดด้วยวิธี 1 M NH₄OAc (pH 7) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (ZA3000, Japan)

เตรียมแปลงโดยการขุดยกร่อง สูง 20 เซนติเมตร กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 2.50 เมตร จากนั้นใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมลิโอนาร์ไดต์ที่อัตรา 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ และคลุกเคล้าลงในดิน ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ก่อนทำการปลูกกระเจียวแดง

การคัดเลือกหัวกระเจียว โดยนำหัวกระเจียวแดงมาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนักน้อยกว่า 20 กรัม กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 21-44 กรัม และกลุ่มที่ 3 น้ำหนัก 45-60 กรัม แล้วสุ่มมาละหัวกระเจียวให้ได้สัดส่วนกัน ก่อนนำไปปลูกเมื่อเตรียมแปลงเสร็จ จึงนำหัวของกระเจียวแดงไปปลูก โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 25×25 เซนติเมตร แล้วนำฟางมาปิดหน้าดินให้หนา เพื่อรักษาความชื้นในดินและรดน้ำให้ชุ่ม เมื่อกระเจียวแดงแทงหน่อ เริ่มวัดขนาดของต้นกระเจียวแดงโดยจะวัดความสูงต้นกระเจียวแดง ความกว้างใบ ความยาวใบ และนับจำนวนใบ โดยแต่ละกรรมวิธีจะทำการวัดทุกใบเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย

เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน นำปุ๋ยคอกและลิโอนาร์ไดต์ที่จะใส่ตามอัตรา 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่รอบโคนต้นเป็นครั้งที่ 2 แล้วคลุมด้วยฟางข้าวอีกครั้งหนึ่ง เมื่อออกดอกจึงเก็บรวบรวมไปอบด้วยความร้อนเพื่อใช้สกัดสารในลำดับถัดไป

การสกัดสารจากดอกกระเจียวแดง

การสกัดสารจากดอกกระเจียวแดงใช้วิธีการของ Azawanida (2015) โดยเริ่มจากการนำกลีบดอกของกระเจียวแดงไปล้างน้ำสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปทำให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven UN110,

Memmert, Germany) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง แล้วปั่นให้เป็นผงละเอียด จากนั้นร่อนผ่านตะแกรง ซั่งตัวอย่าง 5 กรัม นำมาละลายด้วยเมทานอล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert GmbH, Germany) 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยระบบสูญญากาศ (Buchi Rotavapor R-124, Switzerland) อบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

ทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกจากส่วนของดอกกระเจียวโดยใช้คุณสมบัติ reducing property ของสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่าง ไปรีดิวซ์สารประกอบใน Folin-Ciocalteu reagent นำสารสกัดปริมาณ 23 มิลลิลิตร เติมน้ำ Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติมน้ำ Na_2CO_3 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวางไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร รายงานสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วยของ Gallic Acid Equivalent (GAE) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของกรดแกลลิก ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Srichamroen, 2017)

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

นำสารตัวอย่าง 1 กรัม ผสมในน้ำกลั่นปรับปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วผสมกับ Na_2NO_2 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำละลาย AlCl_3 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้

เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที เติมน้ำละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ใช้ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร รายงานผลในหน่วยของมิลลิกรัมของ คาเทชินต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Zhishen *et al.*, 1999)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจำนวนการแตกกอ ความสูงลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารฟลาโวนอยด์มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance; ANOVA) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PASW (Predictive Analytical Software) Statistics รุ่น 18 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษา

ดินในพื้นที่ที่ใช้ศึกษาเป็นชุดดินสติ๊ก (Satuak series) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam Clay) เมื่อสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ไปวิเคราะห์ พบว่า มีความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.24-7.85 สภาพการนำไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 0.72-4.84 เดซิซีเมนตต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่าระหว่าง 25.60-68.50 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนรวมมีค่าระหว่าง 0.54-2.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าระหว่าง 4.68-56.32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าระหว่าง 11.24-346.62 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Physico-chemical properties of soil amendments used for experimentation

Treatment	Properties					
	pH (1:5)	EC (ds/m)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (mg/kg)	Available K (mg/kg)
1. CM	7.85	2.42	42.40	1.84	8.32	11.24
2. LD	5.24	4.30	25.60	0.54	32.43	286.40
3. CM:LD = 1:1	6.50	4.60	53.20	2.34	45.60	298.50
4. CM:LD = 5:1	6.65	4.84	68.50	2.65	56.32	302.03
5. CM:LD = 1:5	6.45	4.63	46.40	2.36	50.01	346.62
6. Sandy loam clay (control)	6.80	0.72	12.56	0.18	4.68	12.54

การเจริญเติบโตของกระเจียวแดง

จากการศึกษาผลของปุ๋ยมูลวัวและลีโอนาร์โดต์ต่อการเจริญเติบโตของกระเจียวแดงในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแตกกอ ความสูงของลำต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ และจำนวนใบต่อกอของกระเจียวแดงได้ผลดังแสดงใน Table 2 เมื่อใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมลีโอนาร์โดต์อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ทำให้กระเจียวแดงมีการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ดีที่สุดและมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวหรือลีโอนาร์โดต์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด 1.36 เปอร์เซ็นต์ที่มีผลต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (chlorophyll synthesis) ค่าการชักนำของปากใบ (stomatal conductance) รวมทั้งมีผลต่อการสังเคราะห์แสง (photosynthetic efficiency) (Anuradha *et al.*, 2022) จึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของกระเจียวแดง ลีโอนาร์โดต์มีปริมาณอินทรียวต์สูงถึง 24.4 เปอร์เซ็นต์ มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่หลายชนิดและบางธาตุมีปริมาณสูง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน (Ratanaprommanee *et al.*, 2017) นอกจากนี้ยังมีสารฮิวมิกที่ทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนพืช (hormone-like activity) และทำหน้าที่เป็นตัวพาแร่ธาตุ (siderophore) ไปให้กับพืช (Chen *et al.*, 2004) เมื่อนำปุ๋ยมูลวัวผสมกับลีโอนาร์โดต์ในสัดส่วนที่พอเหมาะจึงทำให้กระเจียวแดงเจริญเติบโตได้ดีและดีกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในดินร่วนปนทราย โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อใส่ลีโอนาร์โดต์เพียงอย่างเดียว พบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านของการเพิ่มส่วนสูง โดยทำให้ต้น

กระเจียวแดงที่ปลูกด้วยลีโอนาร์โดต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงเฉลี่ยของลำต้นใกล้เคียงกับกระเจียวแดงที่ปลูกด้วยปุ๋ยมูลวัวผสมลีโอนาร์โดต์อัตราส่วน 1:1 และ 5:1 โดยน้ำหนัก ส่วนการปลูกด้วยปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยของความสูงน้อยและใกล้เคียงกับการปลูกด้วยปุ๋ยมูลวัวผสมลีโอนาร์โดต์อัตราส่วน 1:5 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักและมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม (ดินร่วนปนทราย) การใส่ลีโอนาร์โดต์เพียงอย่างเดียวไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกระเจียวแดง เพราะลีโอนาร์โดต์มีความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 4 ซึ่งมีความเป็นกรดที่รุนแรง (Pochadom *et al.*, 2013) นอกจากนี้สารฮิวมิกหากมีมากเกินไปจะขัดขวางการลำเลียงธาตุสังกะสี (Zn) ของพืช (Chen *et al.*, 2004) ทำให้กระเจียวแดงหยุดการเจริญเติบโต

นอกจากนี้ ผลยังพบอีกว่า การปลูกกระเจียวแดงด้วยปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการเจริญเติบโตในส่วนของ การเพิ่มจำนวนใบเฉลี่ยและใกล้เคียงกับการปลูกด้วยปุ๋ยมูลวัวผสมลีโอนาร์โดต์อัตราส่วน 1:1 และ 1:5 โดยน้ำหนักและมีค่าสูงกว่าการปลูกด้วยลีโอนาร์โดต์เพียงอย่างเดียว แต่การเจริญเติบโตในด้านอื่น ๆ มีค่าน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตจำเป็นต้องอาศัยแร่ธาตุอื่นร่วมด้วย โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (Anuradha *et al.*, 2022) และการมีไนโตรเจนมากเกินไปจะขัดขวางหรือทำลายกระบวนการต่าง ๆ ของพืช เช่น เกิดการสะสมโปรตีน ลดปริมาณน้ำตาลและน้ำมันรวมทั้งลดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ (Bhatla, 2018)

Table 2 The shoots/clump, plant height, leaf length, leaf width and leaf number/plant of Kajeawdang after fertilizer applications for 4 months

Treatment	Shoots/ clump	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	leaf number/ plant
1. CM	1.66 ^b	32.53 ^b	31.06 ^b	24.80 ^{bc}	8.46 ^{ab}
2. LD	1.53 ^b	33.40 ^{ab}	29.06 ^c	25.83 ^b	7.26 ^b
3. CM:LD = 1:1	1.86 ^a	38.06 ^a	33.26 ^a	27.30 ^a	9.66 ^a
4. CM:LD = 5:1	1.66 ^b	33.00 ^{ab}	30.13 ^{bc}	24.63 ^{bc}	7.46 ^b
5. CM:LD = 1:5	1.60 ^b	31.46 ^b	30.80 ^b	24.30 ^c	8.26 ^{ab}
6. Sandy loam clay (control)	1.53 ^b	31.46 ^b	29.60 ^{bc}	24.43 ^c	7.46 ^b
C.V. (%)	12.19	8.42	2.74	2.50	10.18

Remarks: Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของดอกกระเจียวแดง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกระเจียวแดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3) ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไต์ อัตราส่วน 5:1 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 148.16 กรัม/กอ ขณะที่การทดลองชุดควบคุม

มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 124.16 กรัม/กอ ส่วนน้ำหนักแห้งพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไต์ที่อัตราส่วน 1:5 มีน้ำหนักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 35.16 กรัม/กอ ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ลิโอนาร์ไต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 30.83 กรัม/กอ (Table 3)

Table 3 Fresh and dry flower weights of Kajeawdang at 150 days after planting

Treatment	Total fresh weight (g)	Total dry weight (g)
1. CM	144.83 ^c	34.83 ^a
2. LD	125.66 ^d	30.83 ^b
3. CM:LD = 1:1	148.00 ^{ab}	35.00 ^a
4. CM:LD = 5:1	148.16 ^a	34.83 ^a
5. CM:LD = 1:5	146.66 ^b	35.16 ^a
6. Sandy loam clay (control)	124.16 ^e	31.50 ^b
C.V. (%)	14.18	10.14

Remarks: Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05

สำหรับการใช้ปุ๋ยมูลวัวผสมลิโอนาร์ไต์ พบว่า มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของกระเจียวแดง โดยกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไต์ในอัตราส่วน 1:1 5:1 และ 1:5 มีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อกอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 6 (ชุดควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับ Anuradha *et al.* (2022) ที่เมื่อนำไปใช้ปลูกขมิ้น

(Turmeric; *Curcuma longa* L.) ทำให้ได้ปริมาณสารเคอร์คูมินเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Raizada *et al.* (2018) ที่แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยอินทรีย์และอินทรีย์มีผลต่อการเจริญเติบโตของขมิ้น โดยส่งผลให้เกิดการเพิ่มของจำนวนใบ ความสูง จำนวนหน่อ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อกอของเหง้าขมิ้น (rhizome) และเมื่อ

ใช้ลิโอนาร์ไต์ในผักกาดฝรั่ง (Sugar Beet, *Beta vulgaris* L.) ผ่านการให้ทางใบ พบว่า มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล (Lucia *et al.*, 2021) นอกจากนี้ สารฮิวมิก ยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของมันเทศ (Akimbekov *et al.*, 2020) อีกด้วย

ผลที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์

จากผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างของดอกกระเจียวแดงที่ได้จากการปลูกในกรรมวิธีทั้ง 6 ดอกกระเจียวที่ได้จากการปลูกในสภาพดินปลูกต่างกันให้ผลผลิตที่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติ ($p < 0.05$) กรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไต์ อัตราส่วน 1:1 มีสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ยเท่ากับ 117.33 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ของตัวอย่าง (Table 4) และกรรมวิธีที่ใส่ลิโอนาร์ไต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 110.66 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ส่วนปริมาณสารฟลาโวนอยด์นั้น พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมกับลิโอนาร์ไต์ อัตราส่วน 1:1 เฉลี่ยเท่ากับ 396.33 มิลลิกรัมของคาเทชินต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง และกรรมวิธีชุดควบคุมเฉลี่ยเท่ากับ 325.33 มิลลิกรัมของคาเทชินต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (Table 4)

Table 4 Total phenolic and flavonoid contents from flowers of Kajeawdang in the difference treatments at 150 days after planting

Treatment	Total Phenolic (mg GAE/g of extract)	Total Flavonoid (mg Catechin/g of extract)
1. CM	115.30 ^b	360.66 ^{bc}
2. LD	110.66 ^c	354.66 ^{bc}
3. CM:LD = 1:1	117.33 ^a	396.33 ^a
4. CM:LD = 5:1	114.73 ^b	370.66 ^b
5. CM:LD = 1:5	111.66 ^c	347.33 ^c
6. Sandy loam clay (control)	111.00 ^c	325.33 ^d
C.V. (%)	4.15	11.45

Remarks: Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT at 0.05

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารประกอบฟลาโวนอยด์ในดอกกระเจียวแดง พบว่าการปลูกกระเจียวด้วยวัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกันส่งผลให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยมูลวัวผสมลิโอนาร์ไต์อัตราส่วน 1:1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงสุดซึ่งเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช และกระบวนการชีวสังเคราะห์สารฟีนอลิกของพืช สอดคล้องกับผลงานของนักวิจัยท่านอื่น ๆ ที่พบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content; TPC) ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (total flavonoid content; TFC)

และฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน (antioxidant activity; AOA) ของข้าวสาลี (Ma *et al.*, 2014) นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในหัวหอมของเวลส์ (Welsh onion; *Allium fistulosum*) (Zhao *et al.*, 2021) และมีผลต่อปริมาณกรดแควเฟอิก (caffeic acid) ที่เพิ่มขึ้นในโหระพา (*Ocimum basilicum* L.) (Nguyen and Niemeyer, 2008) โดยปริมาณสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับสารอาหารที่พืชได้รับแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก ได้แก่ สายพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อม สภาพการปลูกและความเครียดที่เกิดจากแมลง อุณหภูมิ โอโซนและระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Alamgir, 2018) แต่ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มของสารประกอบ

ทุติยภูมิที่สุดคือปุ๋ยไนโตรเจนและไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืช โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยที่มีไนโตรเจนในระดับสูงมีแนวโน้มในการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ชีวสังเคราะห์ของสารฟีนอลิก (Amarowicz *et al.*, 2020) ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของสารชีวมวล (Ravazzolo *et al.*, 2020) ส่วนลีโอนาร์ไดต์เป็นอินทรีย์วัตถุเหลือใช้จากการทำเหมืองถ่านหิน มีองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อการเกษตรค่อนข้างมาก ปัจจุบันนิยมนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารปรับปรุงดินและฟื้นฟูพื้นที่ทางการเกษตร เนื่องจากลีโอนาร์ไดต์มีสารประกอบของฮิวมัส (Humus) หรือสารฮิวมิก (Humic substances; HS) เป็นองค์ประกอบประมาณ 30-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบไปด้วยกรดฟุลวิก (Fulvic acid; FA) กรดฮิวมิก (Humic acid; HA) และฮิวมิน (Humine) เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arif *et al.* (2013) พบว่าลีโอนาร์ไดต์ช่วยเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในดิน ช่วยปรับปรุงสมบัติของดินและช่วยเพิ่มผลผลิตมะเขือเทศได้ เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอและสามารถกักเก็บธาตุอาหารไว้แล้ว ดูดไปใช้ทีละน้อยจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี มีกระบวนการที่สามารถสร้างสารทุติยภูมิได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์พบในพืชที่มีสีแดงหรือสีม่วง ดังนั้นในดอกกระเจียวแดงที่มีสีแดงแสดงว่ามีสารประกอบเหล่านี้อยู่ในปริมาณมาก

สรุปผลการวิจัย

อิทธิพลของมูลวัวและลีโอนาร์ไดต์ต่อการเจริญเติบโตในกระเจียวแดงมีความแตกต่างกัน คือ กรรมวิธีที่ใส่มูลวัวผสมกับลีโอนาร์ไดต์ในอัตราส่วน 1:1 5:1 และ 1:5 มีผลทำให้การแตกกอ ความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อกอมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกรรมวิธีชุดควบคุม (ดินร่วนปนทราย) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่ากรรมวิธีที่ใส่มูลวัวผสมกับลีโอนาร์ไดต์อัตราส่วน 1:1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 117.33 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 396.33 มิลลิกรัมของคาเทชินต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ลีโอนาร์ไดต์ 100 เปอร์เซ็นต์ จะไม่แตกต่างจากชุดควบคุม เฉลี่ยเท่ากับ 110.66 และ 111.00 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์กรรมวิธีชุดควบคุม (ดินร่วนปนทราย) มีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ย

เท่ากับ 325.33 มิลลิกรัมของคาเทชินต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า มูลวัวผสมกับลีโอนาร์ไดต์ ที่อัตรา 1:1 มีความเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตและการให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเกษตรได้

เอกสารอ้างอิง

- Akimbekov, N., X. Qiao, I. Digel, G. Abdieva, P. Ualieva and A. Zhubanova. 2020. The effect of leonardite-derived amendments on soil microbiome structure and potato yield. *Agriculture* 10: 147. Available: doi: 10.3390/agriculture10050147.
- Akinremi, O.O., H.H. Janzen, R.L. Lemke and F.J. Larney. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. *Can. Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 80(3): 437-443.
- Alamgir, A.N.M. 2018. *Therapeutic use of Medicinal plants and their extracts: volume 2*. Springer, New York.
- Amarowicz, R., B. Cwalina-Ambroziak, M.A. Janiak and B. Bogucka. 2020. Effect of N fertilization on the content of phenolic compounds in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers and their antioxidant capacity. *Agronomy* 10: 1215.
- Anuradha, U.B., S.S. Patil, A.R. Kurubar, G. Ramesh and S. Hiregoudar. 2022. Influence of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. Salem. *Biological Forum* 14(3): 1218-1221.
- Arif, S., K. Tahsin and M. Tonguc. 2013. Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) *Turk. Plant Biotechnology Journal* 18(1): 20-26.
- Ausavasukhi, A., C. Kamposoen and O. Kengnok. 2016. Adsorption characteristics of Congo

- red on carbonized leonardite. *Journal of Cleaner Production* 143(50): 6-514.
- Azawanida, N.N. 2015. A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 4(3): 1-6.
- Bhatla, C.S. 2018. Secondary metabolites: in Plant Physiology, Development and Metabolism, Springer Nature Singapore Pte Ltd. Gateway East, Singapore.
- Chan, K.Y., A. Bowman and A. Oates. 2001. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture leys. *Soil Science* 166(1): 61-67.
- Chen, Y., C.E. Clapp and H. Magen. 2004. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 50(7): 1089-1095.
- Kolodziej, B., D. Sugier and E. Bielinska. 2013. The effect of leonardite application and various plantation modalities on yielding and quality of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) and soil enzymatic activity. *Journal of Geochemical Exploration* 129: 64-69.
- Krup, V., L.H. Prakash and A. Harini. 2013. Pharmacological activities of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Journal of Ayurveda Medical Sciences* 2(2): 2-4.
- Lucia, M., C. Bertoldo, B. Della, M. Giovanni, S. Chiara, F. Ravi, L. Marinello, G. Sartori, A. Marsilio, A. Baglieri, M. Romano, M. Colombo, C. Francesco, C. Giovanni, G. Concheri, A. Squartini and P. Stevanato. 2021. Novel effects of leonardite-based applications on sugar beet. *Frontiers in Plant Science* Available: doi: 10.3389/fpls.2021.646025.
- Ma, D., S. Dexiang, L.W. Yaoguang, X.Y. Chenyang and T. Guo. 2014. Effect of nitrogen fertilization and irrigation on phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of winter wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95: 1039-1046.
- Nguyen, P. and E.D. Niemeyer. 2008. Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 8685-8691.
- Pertuit, A.J., J.B. Jerry, J. Dudley and J.E. Toler. 2001. Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. *Journal of Horticultural Sciences* 5: 913-915.
- Pochadom, S., S. Khaokaew, P. Sooksamiti, K. Jutamane and G. Landrot. 2013. Chemical characterizations of leonardite from lignite mine for agricultural applications. *Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Science, Natural Resources and Environment*. Kasetsart University, Bangkok. pp. 243-249.
- Raizada, S., A. Kumar, N.K. Kumar and P. Kumar. 2018. Effect of organic and inorganic nutrient on growth, yield and profitability of turmeric (*Curcuma longa* L.). *J. Pharmacogn. Phytochem SP1*: 3096-3098.
- Ratanaprommanee, C., K. Chinachanta and F. Chaiwan. 2017. Chemical characterization of leonardite and its potential use as a soil conditioner for plant growth enhancement. *Asia Pac. Plant Biotechnology Journal* 22(4): available: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/index>.
- Ravazzolo, L., S. Trevisan, C. Forestan, S. Varotto, S. Sut, S. Dall'Acqua, M. Malagoli and S. Quaggiotti. 2020. Nitrate and ammonium affect the overall maize response to nitrogen

- availability by triggering specific and common transcriptional signatures in roots. *International Journal of Molecular Sciences*. 21(2): 868. Available: doi.10.3390/ijms21020686.
- Srichamroen, A. 2017. Extractions of *Curuma sessilis* Gage and its Antioxidant Determinations Compare between before and after in vitro Simulated Digestion. *KKU Science Journal* 45(4): 844-857.
- Sugier, D., B. Kolodziej and E. Bielinska. 2013. The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *Journal of Geochemical Exploration* 129: 76-81.
- Wongwattanasathien, O., K. Kangsdahlampai and L. Tongyonk. 2010. Antimutagenicity of some flowers grown in Thailand. *Food and Chemical Toxicology* 48: 1045-1051.
- Zhao, C., C. Wang, S. Zhongjian, L. Rongzong, X. Sun, L. Borrás-Hidalgo, W.K. Orlando, Y.Q. Jianlin and L. Zhao. 2021. Effect of nitrogen application on phytochemical component levels and anticancer and antioxidant activities of *Allium fistulosum*. *Peer J*. 9: e11706. Available: DOI 10.7717/peerj.11706.
- Zhishen, J., T. Mengcheng and W. Jianming. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64: 555-559.