

ผลของวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด
และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกระชายแดง

Effect of Organic Growing Media on Growth, Total Phenolic Content and
Antioxidants Activity of *Boesenbergia pandurata*

สมหมาย ปะติตังโข^{1*} และ ครูปกรณ์ ละเอียดอ่อน²

Somma Patitungkho^{1*} and Karupakorn La-aedon²

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 31000

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

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 31000

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

*E-mail: dr.somma@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ปริมาณสารฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของกระชายแดงที่ปลูกในวัสดุอินทรีย์ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 2 ดินร่วนปนทราย : มูลวัว : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 3 ดินร่วนปนทราย : มูลสุกร : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 4 ดินร่วนปนทราย : ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา 2:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 5 ดินร่วนปนทราย : แกลบ อัตรา 2:1 โดยปริมาตร และกรรมวิธีที่ 6 ดินร่วนปนทราย (ชุดควบคุม) ผลการศึกษาพบว่า กระชายแดงมีความสูงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ความสูงของกระชายระยะ 15 วัน และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อระยะเวลา 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกรรมวิธีที่ปลูกในมูลสุกรผสมแกลบอัตราส่วน 1:1 จะมีความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 17.50 ซม. ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกในดินร่วนปนทรายมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 ซม. จำนวนหน่อต่อกอไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กรรมวิธีที่ปลูก ดินร่วนปนทราย มูลวัวและแกลบ อัตรา 2:1:1 มีจำนวนหน่อมากที่สุดเท่ากับ 3.66 หน่อและมีน้ำหนักหลังปลูกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 49.03 กรัมต่อกระถาง ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกรรมวิธีที่ปลูกในมูลไก่ผสมแกลบอัตราส่วน 1:1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 8,749.00 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด 82% ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกในดินร่วนปนทรายผสมแกลบอัตรา 1:1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 5,599.07 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และเมื่อปลูกในดินร่วนปนทราย ทำให้พืชมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดเท่ากับ 71.73% ถ้าต้องการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์นั้นควรใช้วัสดุปลูกจากมูลไก่ผสมดินร่วนปนทราย อัตราส่วน 2:1:1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด

คำสำคัญ : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก กระชายแดง วัสดุปลูกอินทรีย์

Abstract

This research aimed to study on growth, total phenolic contents, and antioxidant activity of red fingerroot (Krachai-Dang) grown in different organic materials. The experimental design was completely randomized design. Treatments consisted of: treatment 1 sandy loam soil : chicken manure : rice husk at the ratio of 2:1:1 by volume, treatment 2 sandy loam : cow dung : rice husk at

the ratio of 2:1:1 by volume, treatment 3 loam sand : pig manure : rice husk at the ratio of 2:1:1 by volume, treatment 4 loam sand : granular organic fertilizer at the ratio of 2:1 by volume, treatment 5 sandy loam : rice husk at the ratio of 2:1 by volume, and treatment 6 sandy loam soil (control). The results showed that there was no statistically significant difference for plant height at 15 and 30 days after planting (DAP) ($p > 0.05$) but at 90 DAP plant height was statistically different ($p < 0.05$). The treatment of pig manure mixed with rice husk at the ratio of 1:1 had the highest average height of 17.50 cm. The treatment that was grown in sandy loam had the lowest average height of 12.66 cm. The number of shoots per bunch was not statistically different ($p > 0.05$). Sandy loam: cow dung: rice husk at the ratio of 2:1:1 gave the highest number of shoots (3.66 shoots) and average shoot weight of 49.03 grams per pot. The total phenolic compounds and their antioxidant capacity were statistically different ($p < 0.05$). Plants grow in chicken manure mixed with rice husk at the ratio of 1:1 had the highest total phenolic content of 8749.00 mgGAE/g DW and the best antioxidant activity of 82.05%. While planting in sandy loam mixed with rice husk at the ratio of 1:1 gave the least total phenolic content of 5599.07 mgGAE/g DW. The least of antioxidant activity was the treatment planted in sandy loam soil at 71.73%. In case of cultivation for use, the planting material from chicken manure mixed with sandy loam at the ratio of 2:1:1 should be used because it gave the highest total phenolic compound content and had the best antioxidant activity.

Keywords : antioxidant activity, total phenolic compounds, Krachai-Dang, organic substrate

1. บทนำ

กระชายแดงหรือกระชายป่าเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Boesenbergia pandurata* Roxb. เป็นพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่พบในพื้นที่ป่า อาจมีชื่ออื่นอีกคือ กระชายป่า ขิงแคลง ขิงแดง ขิงทราย (ภาคอีสาน) ขิงละแอน (ภาคเหนือ) เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดิน รูปร่างกลมรี รากเรียวยาวออกเป็นกระจุก เนื้อในของรากจะมีสีส้ม กลิ่นหอมเฉพาะตัว เจริญเติบโตได้ดีในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินเดีย ศรีลังกา จีนตอนใต้ (Eng-Chong et al., 2012) มีลำต้นสั้น ลักษณะผิวเหง้าของกระชายจะมีลักษณะเป็นผิวด้าน สีน้ำตาลอ่อน เหง้าจะมีกลิ่นหอม (Delin and Larsen, 2000) โดยทั่วไปจะนำไปใช้ประโยชน์ในการปรุงอาหารและส่วนประกอบยาสมุนไพรหรือเภสัชวิทยา เหง้ากระชายนี้จะมีน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด เช่น terpinene geraniol camphor β -ocimene 1, 8-cineole myrcene borneol terpineol geranial (Miksusanti, et al., 2008) และพบมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ชาลโคน (Chalcone) ฟลาวันอน (flavanon) และ ฟลาโวน (flavones) (Chayadi et al., 2014) สรรพคุณกระชายที่ได้รับความสนใจว่าต่างอื่นคือ เป็นยาบำรุงกำลังและมีฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์โดยมีผลต่อน้ำหนักของอวัยวะและเส้นผ่านศูนย์กลางของ seminiferous tubule เพิ่มขึ้น (Sudwan et al., 2007) นอกจากนี้กระชายยังมีฤทธิ์ต้านเภสัชวิทยาในการต้านเชื้อแบคทีเรีย (Chiang et al., 2017; Nurrachma et al., 2018) และยังมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Shindo et al., 2006) มีฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสเอดส์หรือภาวะภูมิบกพร่อง (Pongpaichit et al., 2005; Cheenpracha et al., 2006) มีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสารกลุ่มชาลโคนที่แยกได้จากรากกระชาย (Isa et al., 2012; Chiang et al., 2017) และมีฤทธิ์แก้ปวดมวนในท้อง สามารถแก้ท้องอืดเฟ้อและแก้มจุกเสียด สามารถนำไปทำน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์บรรเทาอาการหวัดของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อของระบบทางเดินอาหาร

การปลูกกระชายในวัสดุอินทรีย์เป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตอาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค และวัสดุอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่นหลายชนิด ได้แก่ ปุ๋ยคอก ใบอ้อย ฟางข้าว แกลบ ทะลายปาล์ม เป็นต้น สามารถส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตหรือองค์ประกอบทางเคมี ซึ่ง Kowwilaisang and Aninbon (2018) วิจัยพบว่าชนิดปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพล

ต่อองค์ประกอบผลผลิต และสารฟีนอลิกรวมในถั่วลิสง โดยปุ๋ยมูลค่างคาวหมักทำให้สารฟีนอลิกในเมล็ดสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยมูลค่างคาวหมักสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตในถั่วลิสง อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถช่วยเพิ่มสารฟีนอลิกในเมล็ดได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lesing (2015) พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 31.95 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด อีกทั้งยังทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงขึ้น ดังนั้นการปลูกกระชายจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปลูกในวัสดุอินทรีย์ ซึ่งการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ที่เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจาก ปุ๋ยอินทรีย์สามารถปรับปรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นระยะเวลานาน ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยทำให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำ ระบายอากาศดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถหาได้จากท้องถิ่นจะช่วยลดต้นทุนในการผลิต ช่วยให้ดินมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังรายงานการพัฒนาปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม ที่เหลือทิ้งจากการแกะเนื้อมะขามไปใช้ในการแปรรูป พบว่า ปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติทางเคมี และค่าอินทรีย์วัตถุในดินที่ดี (Chattrakul, 2012) เช่นเดียวกันกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงในดินชุดชุมพวง ทำให้ผลผลิตค่น้ำต่อไร่สูงขึ้น (Srihabun et al., 2013) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากทะเลสาบเปเล่ป่าลัมน์มัน และปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่าอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Hemwong and Vityakon (2019) พบว่าการใส่สารอินทรีย์พร้อมปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี และ Ratneetoo (2009) พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกติดต่อกันจะทำให้คุณภาพของดินดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพธาตุอาหารพืชในดินเนื่องจากปุ๋ยคอกเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนและกำมะถัน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยคอกอย่างต่อเนื่องจะทำให้ดินมีค่า CEC เพิ่มขึ้น และทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนด้านชีวภาพของดิน ปุ๋ยคอกเป็นแหล่งพลังงานและสารอาหาร ของจุลินทรีย์ สอดคล้องกับ Li et al (2008) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้การสังเคราะห์สารฟีนอลิกสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะในปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุไนโตรเจนต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยปริมาณไนโตรเจนที่พืช ได้รับจะมีความสัมพันธ์กับการสร้างสารฟีนอลิกในพืช การสังเคราะห์สารฟีนอลิกจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น และยังเป็นการช่วยปรับปรุงสภาพดินให้มีคุณภาพและรักษาสภาพแวดล้อมดินในระยะยาว (Kesan, 2007) ดังนั้นการปลูกกระชายแดงในวัสดุอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่นเพื่อศึกษาเจริญเติบโตและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระชายแดง ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการเพาะปลูกกระชายแดงเพื่อเป็นอาหารสุขภาพหรือพัฒนาเป็นพืชสมุนไพรเศรษฐกิจต่อไป

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 การเตรียมวัสดุปลูกและการปลูกกระชาย

การทดลองนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยนำวัสดุปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้มากองรวมกันในบริเวณร่ม แล้วรดน้ำผสมสารเร่งซูเปอร์ พด 1 ของกรมพัฒนาที่ดิน รดน้ำให้ชุ่มแล้วใช้ผ้าพลาสติกคลุม หมักทิ้งไว้เป็นเวลา หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน แล้วจึงตวงใส่กระถางปลูกขนาด 12 นิ้ว ให้เหลือขอบกระถาง 1 นิ้ว แล้วเลือกต้นพันธุ์ที่มีตายน้อย 3 ตา หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเหง้ากระชายแดงแบบคละกัน มาปักลงในในกระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว โดยปักลึก 1 นิ้ว กระถางละ 20 กรัม แล้วจึงกลบด้วยวัสดุเพาะ นำกระถางไปจัดวางเรียงให้ห่างกัน 30 เซนติเมตร แล้วรดน้ำให้ชุ่มตลอดอายุการเก็บเกี่ยว โดยนำแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มี 6 กรรมวิธี สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 กระถาง กรรมวิธีที่ 1 ดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 2 ดินร่วนปนทราย : มูลวัว : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 3 ดินร่วนปนทราย : มูลสุกร : แกลบ อัตรา 2:1:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 4 ดินร่วนปนทราย : ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา 2:1 โดยปริมาตร กรรมวิธีที่ 5 ดินร่วนปนทราย : แกลบ อัตรา 2:1 โดยปริมาตร และ กรรมวิธีที่ 6 ดินร่วนปนทราย (ชุดควบคุม)

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุปลูก

วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้สัดส่วนปุ๋ยต่อน้ำเท่ากับ 5:10 โดยน้ำหนัก แล้ววัดด้วย pH meter ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black method (Walkley and Black, 1937) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) วิเคราะห์โดยวิธีการย่อยด้วย conc. H_2SO_4 แล้วกลั่นด้วยวิธี Kjeldahl ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (Available P) วิเคราะห์โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) วิเคราะห์โดยการสกัดด้วย 1.0 M NH_4OAc pH 7 (Jackson, 1958)

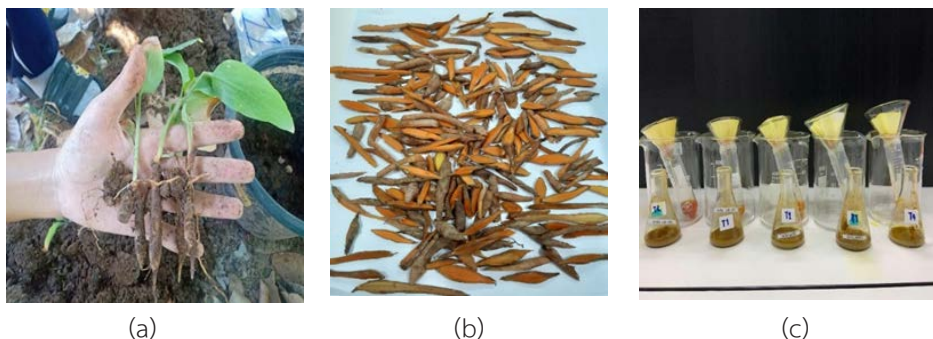


Figure 1 Planting in a pot and preparation for extraction (a) Krachai root collection for analysis (b) cutting krachai for heat treatment (c) Extraction of Krachai with ethyl alcohol

2.3 การเตรียมสารสกัดกระชายแดง

ชั่งน้ำหนักนำเหง้าของกระชายแดงที่แห้งแล้วมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อเตรียมทำการเข้าตู้อบ ทำการอบให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน (ประมาณ 12 ชั่วโมง) เมื่ออบเสร็จแล้วนำเหง้าของกระชายมาทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

นำชิ้นส่วนของเหง้ากระชายแดงที่อบเสร็จมาทำการปั่นให้ละเอียดให้เป็นผง แล้วนำผงของกระชายแดงมาสกัดโดยใช้ปริมาณ 5 กรัม ทุก ๆ สิ่งทดลองสำหรับการทดลอง นำไปแช่เอทานอล ปริมาณเอทานอลที่ใช้ 20 มิลลิลิตร นำเข้าตู้มีดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบ 48 ชั่วโมง นำสารสกัดกระชายแดงมาทำการกรองสาร แล้วนำสารสกัดกระชายแดงที่ผ่านการกรองเข้าตู้แช่เพื่อเตรียมทำการวิเคราะห์

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในกระชายแดงโดยใช้คุณสมบัติ reducing property ของสารประกอบฟีนอลิก ตามวิธีของ Loypimai et al. (2009) โดยดูดตัวอย่างสารสกัดกระชายแดงมา 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลละลาย Forlin- Ciocalteu ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 25 นาที จนปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) แล้วค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด

2.5 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging activity assay ตามวิธีของ Loypimai et al. (2009) โดยการเตรียมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมล หลีกเลียงการถูกแสง ดูดสารละลายตัวอย่างที่สกัดจากกระชายแดงมา 1 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลละลาย DPPH ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร

เขย่าให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิห้องนาน 30 นาที หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย microplate reader ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ วัดซ้ำ 3 ครั้ง ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารละลายมาตรฐาน รายงานผลเป็นค่า %radical scavenging คำนวณด้วยสมการ

$$\text{Scavenging (activity \%)} = \frac{(Ac - As)}{Ac} \times 100$$

Ac = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

As = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.6 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกความสูงของต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการทดลอง

3.1 องค์ประกอบทางเคมีวัสดุปลูก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีวัสดุปลูกพบว่า ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 6.36-7.86 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ระหว่าง 9.20-51.08% ไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.54-3.16% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 112.10-193.76 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 66.06-98.86 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Some chemical properties of substrates

Treatment	pH	OM (%)	Total N (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
Sandy loam : Chicken manure : Husk (2:1:1)	6.36 ^c	38.50 ^c	2.46 ^c	146.86 ^c	81.06 ^c
Sandy loam : Cow manure : Husk (2:1:1)	7.63 ^a	31.00 ^d	2.00 ^d	166.40 ^b	89.20 ^b
Sandy loam : Pig manure : Husk rice (2:1:1)	6.93 ^b	41.60 ^b	2.72 ^b	166.70 ^b	88.63 ^b
Sandy loam : Organic pellet (2:1)	7.86 ^a	51.08 ^a	3.16 ^a	193.76 ^a	93.86 ^a
Sandy loam : Husk rice (2:1)	7.56 ^a	9.20 ^d	.54 ^e	112.93 ^d	66.60 ^d
Sandy loam	7.16 ^b	9.82 ^e	.57 ^e	112.10 ^d	66.06 ^d
C.V. (%)	2.85	3.05	5.23	1.92	2.56

Means in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT 95%

3.2 ความสูงของต้นกระชายแดง

จากการศึกษาความสูงของต้นกระชายแดงโดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา โดยพบว่าความสูงต้นกระชายระยะ 15 วัน และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อระยะเวลา 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกรรมวิธีที่ 3 ดินร่วนปนทราย มูลสุกรผสมแกลบอัตราส่วน 2:1:1 จะมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 17.50 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ 6 ปลูกในดินร่วนปนทรายมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 12.66 เซนติเมตร (Table 2)

Table 2 Effect of substrate on plant height of Krachai-Dang evaluated at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 Days

Treatment	Plant heights (cm)					
	15 Day	30 Day	45 Day	60 Day	75 Day	90 Day
Sandy loam : Chicken manure : Husk (2:1:1)	1.23	3.50	6.36 ^a	11.33 ^a	15.00 ^a	17.16 ^a
Sandy loam : Cow manure : Husk (2:1:1)	1.13	3.50	5.16 ^b	9.00 ^b	12.83 ^b	15.23 ^b
Sandy loam : Pig manure : Husk rice (2:1:1)	1.36	3.33	6.30 ^a	11.66 ^a	15.66 ^a	17.50 ^a
Sandy loam : Organic pellet (2:1)	1.36	3.50	5.16 ^b	8.66 ^b	13.16 ^b	16.13 ^b
Sandy loam : Husk rice (2:1)	1.43	3.33	4.33 ^c	7.33 ^c	11.83 ^c	12.83 ^c
Sandy loam	1.13	3.63	4.66 ^{bc}	7.66 ^c	12.66 ^c	12.66 ^c
C.V. (%)	11.67	8.52	6.65	6.09	3.29	3.65

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT 95%

3.3 จำนวนหน่อตอก

จำนวนหน่อตอกของกระชายแดงในช่วงระยะเวลา 45 วันแรก พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จำนวนหน่อเฉลี่ยระหว่าง 2.33-3.00 หน่อตอก ช่วงระยะเวลา 60-90 วัน พบว่า จำนวนหน่อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อครบเวลา 90 วัน มีจำนวนหน่อเฉลี่ยระหว่าง 3.00-3.66 หน่อตอก (Table 3)

Table 3 Effect of substrate on number of shoots per tiller evaluated at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days

Treatment	Number of shoots/tiller					
	15 Day	30 Day	45 Day	60 Day	75 Day	90 Day
Sandy loam : Chicken manure : Husk (2:1:1)	0.80 ^a	1.46 ^a	2.33 ^b	3.00	3.00	3.00
Sandy loam : Cow manure : Husk (2:1:1)	0.76 ^a	1.53 ^a	3.00 ^a	3.33	3.66	3.66
Sandy loam : Pig manure : Husk rice (2:1:1)	0.76 ^a	1.36 ^a	2.66 ^b	3.00	3.00	3.00
Sandy loam : Organic pellet (2:1)	0.80 ^a	1.00 ^b	3.00 ^b	3.33	3.33	3.33
Sandy loam : Husk rice (2:1)	0.56 ^b	1.00 ^b	2.66 ^b	3.00	3.00	3.00
Sandy loam	0.53 ^b	1.00 ^b	2.33 ^b	3.00	3.00	3.33
C.V. (%)	6.38	7.01	10.07	12.93	10.54	12.69

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT 95%

3.4 น้ำหนักสดของหัวพันธุ์กระชายแดงก่อนและหลังปลูก

ก่อนปลูกนำกระชายแดงไปชั่งน้ำหนักรวม 20 กรัม แล้วนำไปปลูกลงในกระถาง เมื่อเวลาผ่านไป 90 วัน พบว่า กระชายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ กรรมวิธีที่ 2 ปลูกในดินร่วนปนทราย มูลวัวผสมแกลบ จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 49.03 กรัมต่อกระถาง ส่วนกรรมวิธีที่ 6 ปลูกในดินร่วนปนทรายจะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 33.70 กรัมต่อกระถาง (Table 4)

Table 4 Fresh weight before and after planting of Krachai-Dang

Treatment	Fresh weight before planting (g/pot)	Fresh weight after planting (g/pot)
Sandy loam : Chicken manure : Husk (2:1:1)	20	37.50 ^c
Sandy loam : Cow manure : Husk (2:1:1)	20	49.03 ^a
Sandy loam : Pig manure : Husk rice (2:1:1)	20	35.63 ^{cd}
Sandy loam : Organic pellet (2:1)	20	41.73 ^b
Sandy loam : Husk rice (2:1)	20	34.43 ^d
Sandy loam	20	33.70 ^d
F-test	-	*
C.V. (%)	-	4.00

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT 95%

3.5 สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อนำกระชายแดงไปวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 8749.00 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ส่วนร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 82.05 ส่วนที่พบน้อยที่สุดในกรรมวิธีที่ปลูกในดินร่วนปนทราย มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 5633.60 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 71.73 (Table 5)

Table 5 Effect of substrate on antioxidant and phenolic compound at 90 days

Treatment	Total Phenolic compound (mg GAE/g DW)	%Scavenging activity
Sandy loam : Chicken manure : Husk (2:1:1)	8749.00 ^a	82.05 ^a
Sandy loam : Cow manure : Husk (2:1:1)	6770.54 ^b	77.32 ^{ab}
Sandy loam : Pig manure : Husk rice (2:1:1)	6551.00 ^b	81.61 ^a
Sandy loam : Organic pellet (2:1)	6821.59 ^b	80.09 ^a
Sandy loam : Husk rice (2:1)	5599.07 ^c	72.90 ^c
Sandy loam	5633.60 ^c	71.73 ^c
C.V. (%)	5.76	3.21

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by DMRT 95%

4. อภิปรายผล

จากการทดลองปลูกกระชายแดงในวัสดุอินทรีย์ที่ต่างกัน ที่ระยะเวลา 90 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ดินร่วนปนทราย : มูลสุกร : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 มีความสูงมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 17.50 เซนติเมตร รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 ดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 จะมีความสูงเท่ากับ 17.16 เซนติเมตร ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้มีผลต่อความสูงไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมูลสุกรและมูลไก่ เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัมและคลอรีน นอกจากนี้ยังมีฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง (Naruchit et al., 2015) เช่น ฮอร์โมนออกซินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการพัฒนาคุณภาพของเนื้อเยื่อโดยเฉพาะการกระตุ้นการเกิดราก ยับยั้งการเกิดตาข้าง ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินช่วยกระตุ้นการออกดอกและการงอกของเมล็ด ฮอร์โมนไซโตไคนิน

กระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเจริญตาข้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pojanagaroon (2006) เมื่อใช้มูลไกรงกันหลุม ก่อนปลูกกระชายดำ มีผลทำให้กระชายดำมีการเจริญเติบโตดีและ สีสันมีความเข้มสม่ำเสมอ เหมาะที่จะนำไปใช้ในการแปรรูป ซึ่งส่วน Innunchai and Kurima (2020) ได้

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic compound) ที่ปลูกในวัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 มีปริมาณมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 8749.00 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 ดินร่วนปนทราย : มูลวัว : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 มีปริมาณเท่ากับ 7,364.53 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ซึ่งปริมาณจะสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.05% และ 81.61% ตามลำดับ กล่าวคือ เมื่อมีปริมาณฟีนอลิกมาก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็จะมากขึ้นตามด้วย เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Kim et al., 2005) นอกจากนี้ในกระชายยังมีสารพินิเซมบริน (Pinocembrin) พินอสโตรบิน (Pinostrobin) และ (Cardamonin) ซึ่งเป็นสารอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี (Tewrakul et al., 2009) และยังมีความสามารถในการต้านไวรัสที่เป็นสาเหตุภาวะภูมิบกพร่อง (HIV) ได้อีกด้วย (Kait et al., 2006) ดังนั้นการปลูกกระชายแดงในวัสดุอินทรีย์มีแนวโน้มที่สามารถเพิ่มสารประกอบฟีนอลิกได้ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณสารฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในมะเขือเทศ (Sereme et al., 2016) สำหรับการทดลองในพืชผัก พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มสารฟีนอลิกได้เช่นเดียวกัน (El-Moniem et al., 2012) เนื่องจากปุ๋ยเหล่านี้จะช่วยให้อาหารพืชเจริญเติบโตได้ดี และส่งผลต่อโครงสร้างดิน โดยเพิ่มคาร์บอนและไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น 25-31% (Dayegamiye et al., 2010) เมื่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลง จะเกิดกระบวนการมินอรัลไรเซชันของไนโตรเจนได้ดี เหมาะสำหรับการช่วยส่งเสริมการเจริญของพืช (Cordovil et al., 2005) ทำให้เกิดการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกได้ดี สอดคล้องกับ Taokaenchan et al. (2018) พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกในพืชหลายชนิด เช่น การใช้ปุ๋ยมูลวัวทำให้จึงจุล่ายสังเคราะห์สารฟีนอลิกเพิ่มมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่และมูลค่างควา ส่วนปุ๋ยมูลไก่จะมีการผลต่อเจริญเติบโตและน้ำหนักผลผลิตสดมากที่สุด สอดคล้องกับ Lesing (2015) พบว่า การใส่มูลไก่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกมีค่าเพิ่มขึ้น และยังทำให้คุณภาพผลผลิตและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของจึงจุล่ายเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ Kowwilaisang and Aninbon (2018) พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลค่างควาหมักมีแนวโน้มว่าทำให้สารฟีนอลิกในเมล็ดสูงที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยเคมีและการไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยมูลค่างควาหมักสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตในถั่วลิสง อีกทั้งมีแนวโน้มว่าจะสามารถช่วยเพิ่มสารฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดได้ หรือ การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินทำให้เกิดการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน อีกทั้งยังช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช ส่งผลให้เพิ่มผลผลิต และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตด้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้สูงขึ้น ช่วยกระตุ้นการสร้างสารประกอบฟีนอลิกได้ เช่น แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ (Theunissen et al., 2010) แต่การที่พืชจะสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกได้ดีหรือไม่ขึ้น ยังขึ้นกับความสัมพันธ์ของธาตุอาหารด้วย สอดคล้องกับ Ibrahim et al. (2011) พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ phenyl alanine lyase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก จะมีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกับปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับ กล่าวคือ หากพืชได้รับปริมาณไนโตรเจนที่สูงจะทำให้การสังเคราะห์สารฟีนอลิกลดลง ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่าปุ๋ยเคมี จะช่วยทำให้พืชสร้างสารฟีนอลิกได้สูงกว่า ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านเภสัชวิทยาที่มีต่อมนุษย์ในอนาคตต่อไปได้

5. สรุปผล

เมื่อพิจารณาความสูงของต้นกระชายแดง พบว่า ต้นกระชายมีความสูงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา คือ ระยะ 15 วัน และ 30 วัน แต่เมื่อระยะเวลา 90 วัน พบว่า (1) กรรมวิธีที่ปลูกในมูลสุกรผสมแกลบ อัตราส่วน 1:1 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 17.50 เซนติเมตร (2) จำนวนหน่อตอก พบว่า กรรมวิธีที่ปลูก ดินร่วนปนทราย มูลวัวและแกลบ อัตรา 2:1:1 มีจำนวนหน่อมากที่สุดเท่ากับ 3.66 หน่อและมีน้ำหนักหลังปลูกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 49.03 กรัมต่อกระถาง (3) ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในกระชายแดง พบว่ากระชายแดงปลูกในดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 จะมีสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดเท่ากับ 8749.00 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 82.05% ดังนั้น ถ้าต้องการปลูกกระชายแดงควรปลูกในกรรมวิธีดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2:1:1 จะมีความเหมาะสมที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

- Bray, R. H. and L.T, Kurtz. 1945. **Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil.** Soil Science. 9: 39-45.
- Chahyadi, A., Hartati, R., Wirasutisna, K. R. and Elfahmi. 2014. **Boesenbergia pandurata Roxb., An Indonesian Medicinal Plant : Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology.** Procendia Chem. 13: 13-37.
- Chattrakul, A. 2012. **Research report of development of compost products from Tamarind waste.** Faculty of Agricultural Technology. Petchabun Rajabhat University, Petchabun.
- Cheenpracha, S., Kararai, C., Ponglimanont, C., Subhadhirasakul, S. and S. Tewtrakul. 2006. **Anti-HIV-1 protease activity of comounds from Boesenbergia pandurata.** Bioorganic and Medicinal Chemistry. 14(6): 1710-1714.
- Chiang, M., Kurmoo, Y. and T. J. Khoo, 2017. **Chemical and Cell Based Antioxidant Capacity of Methanolic Extracts of Three Commonly Edible Plants from Zingiberaceas Family, Free Radic, Antioxidant.** 7(1): 57-62.
- Cordovil, C. M. D. S., Coutinho, J., Goss, M. and F. Cabral 2005. **Potentially mineralizable nitrogen from organic materials applied to a sandy soil: fitting the one pool exponential model.** Soil Use Manage. 21: 65-72.
- Dayegamiye, A., Drapeau, A. and C. Nduwamungu. 2010. **Fresh and composted paper sludges sustain soil productivity.** International Journal Agronomy. 2010: 1-10.
- El-Moniem, A., Naguib, M., El-Baz, F. K., Salama, Z. A., Hanaa, H. A. E. B., Ali, H. F. and A. A. Gaafar, 2012. **Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea*, var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers,** Journal Saudi Soc. Agricultural Science. 11: 135-142.
- Eng-Chong, T., Yean-Kee, L., C, Chin-Fei, H., Choon-Han, W., Sher-Ming, C. T., Li-Ping, F., Gen-Teck, N., Khalid, N. A., Rahman, S. A., Karsani, S., Othman, R., and R. Yusof. 2012. **Review Article *Boesenbergia rotunda* : From Ethnomedicine to Drug Discovery.** Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine. 25p. Hindawi Publishing Corporation.
- Hemwong, S. and P. Vityakon. 2019. **Effects of Organic Materials Managements on Soil Fertility, Growth and Yield of Sugarcane.** Prawarun Agriculture Journal. 16(2): 361-373

- Ibrahim M.H., Jaafar. H. Z., Rahmat, A. and Z. A. Rahman. 2011. **Effects of nitrogen fertilization on synthesis of primary and secondary metabolites in three varieties of Kacip Fatimah (*Labisia pumila* Blume).** International. Journal Molecules Science. 12: 52-54.
- Jackson, M. L. 1958. **Soil chemical analysis.** Prentice Hall, New Jersey.
- Jones, J. B. Jr., 2001. **Laboratory Guide for Conducting Soil tests and Plant Analysis.** Boca Raton : CRC Press.
- Kesan, J. P. 2007. **Agricultural Biotechnology and Intellectual Property Seeds of Change.** CAB International, Wallingford.
- Kiat, S., Richad, P., Rohana, Y., Halijah, I., Norzulaani. K. and A. Noorsaadah, 2006. **Inhibitory activity of Cyclo hexrnyl Chacone derivatives and flavonoids of fingerroot, *Boesenbergia rotunda* (L.) towards dengue-2 virus NS3 protease,** Bioorganic Medical Chemistry Letters. 16: 3337-3340.
- Kim, J. H., Chen, F., Wang, X., Chung, H. Y. and Z. Jan. 2005. **Evaluation of antioxidant activity of vetiver (*Vetiveria zizaniodes* L.) oil and identification of its antioxidant constituents,** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(20): 7691-7695.
- Kowwilaisang, N. and C. Aninbon, 2018. **Influence of Organic Fertilizer Types on Yield Components and Total Phenolic Compounds in Peanut.** Thai Science and Technology Journal (TSTJ). 28(2): 265-273.
- Lesing, S. 2015. **Effect of Organic Fertilizer on Growth and Yield Quality of White Mugwort.** Master of Science, Thammasat University.
- Li, J., Zhu, Z. and J. Gerendas, 2008. **Effects of nitrogen and sulfur on total phenolics and antioxidant activity in two genotypes of leaf mustard,** Journal Plant Nutrition. 31: 1642-1655.
- Loypimai, P., Moongngam, A. and P. Chottanom. 2009. **Effects of Ohmic Heating on Lipase Activity, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Rice Bran.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3(4): 3642-3652.
- Nurrachma, M. Y., Fadliyah, H. and E. Meiyanto. 2018. **Fingerroot *Boesenbergia pandurata* : A Prospective Anticancer Therapy.** Indonesia Journal Cancer Chemoprevent. 9(2): 102-109.
- Pongpaichit, S., Subhadhirassakul., S. and C. Wattanapiromsakul. 2005. **Antifungal activities of extracts from Thai medicinal plants against opportunistic fulgal pathogens associated with AIDS patients.** Mycoses. 48(5): 333-338.
- Pojangaroon, S. 2006. **Possibility for Krachai-Dam (*Kaempferia parviflora* W. ex Baker) Commercial Production.** Thai Agricultural Research Journal. 24(3): 263-287. (in Thai)
- Ratneetoo, B. 2009. **Organic Fertilizer Improves Deteriorated Soil.** Princces of Naradhivas University Journal. 1(2): 1-15. (in Thai)
- Shindo, K., Kato, M., Kinoshita, A., Kobayashi, A. and Y. Koike. 2006. **Analysis of antioxidant activities contained in the *Boesenbergia rotunda*. Schult. Rhizome.** Bioscience Biotechnol Biochem. 70(9): 2281-2284.

- Srihabun, P., S. Saelim, S., Potinam, P. and S. Teamthaisong. 2013. **High quality organic fertilizer for vegetable growing on Chum Phuang soil series, case study of Chinese kale.** Available : <http://www.r05.ldd.go.th>. Accessed March 28, 2013.
- Sereme, A., Dabire, C., Koala, M., Somda, M. K. and A. S. Raore. 2016. **Influence of organic and mineral fertilizers on the antioxidants and total phenolic compounds level in tomato (*Solanum lycopersicum*) var. mongal F1.** Journal Experimental Biology Agricultural Science. 4: 414-420.
- Sudwan, P., Saenpet, K., Aritajat, S., and N. Sitasuwan. 2007. **Effect of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. On sexual behavior of male rats.** Asian Journal Androl. 9(6): 849-855.
- Supinrach, S., Supinrach, I. and R. Sriwanchai. 2016. **Effect of Media on Growth and Flowering of China Pink (*Dianthus chinensis*).** Songklanakarin journal. 3 (Suppl.II): 77-82. (in Thai)
- Taokaenchan, N., Areesrisom, P., Suthon, W. and W. Manoonya. 2018. **Effect of organic fertilizers on growth and total phenolic content of *Artemisia lactiflora*.** Agricultural Science Journal, 49: 132-138. (in Thai)
- Tewtrakul, S., Sana, S., Chatchanok, K., Chanita, P. and C, Sarot. 2009. **Anti-inflammatory effects of compounds from *Kaempferia parviflora* and *Boesenbergia pandurata*.** Food Chemistry. 115: 534-538.
- Theunissen, P., Ndakidemi, A. and C. P. Laubscher. 2010. **Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production.** International Journal of Physical Science. 5(13): 1964-1973.
- Walkley, A. J. and I. A. Black. 1937. **Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method.** Soil Science. 37, 29-38.

(Received: x/Xxx/20xx, Revised: x/Xxx/20xx, Accepted: x/Xxx/20xx)