

ผลของปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารสารฟลาโวนอยด์ในกระชายดำ
EFFECTS OF MANURE ON THE GROWTH AND FLAVONOIDS CONTENT OF
***KAWMPFERIA PARVIFLORA* WALLICH. EX BAKER.**

ปภากร สุทธิภาศิริ^{1,*} และ เท็ดศักดิ์ โทณลักษณ²
Paphakorn Suthiphasilp^{1,*} and Therdsak Thonnalak²

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹Faculty of Agricultural Technology, Chiangmai Rajabhat University

²Faculty of Agricultural, Production, Maejo Universit

Received: 20 April 2021

Accepted: 28 November 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและอัตราของปุ๋ยคอกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของกระชายดำ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของปุ๋ยคอก จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยมูลโค มูลไก่ มูลสุกรและปัจจัยที่ 2 คือปริมาณของปุ๋ยคอกที่ใส่ จำนวน 2 อัตรา ได้แก่ จำนวน 500 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่าชนิดและปริมาณของปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างใบ ขนาดของลำต้นเทียม จำนวนหน่อสะสม น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้งของกระชายดำ ส่วนปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในเหง้ากระชายดำ พบว่าการไม้ใส่ปุ๋ยมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุดเท่ากับ 3.04 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ: กระชายดำ, ปุ๋ยคอก, สารฟลาโวนอยด์

* ผู้ประสานงาน: ปภากร สุทธิภาศิริ*

อีเมล: Ractchaneeporn_sut@cmru.ac.th

Abstract

This experiment was aimed to investigate the growth and flavonoid contents of Krachai-Dam (*Kaempferia parviflora* Wallich. ex Baker) with types and rate of animal manures. This experiment was conducted with Factorial in Randomized Complete Design with two factors, those were types and application rates of animal manure. Animal manure treatment had 4 types, those are without manure, cattle manure, chicken manure and swine manure. Rate of manures 2 levels treatment had, those are 500 kg/rai and 800 kg/rai. The result of this experiment shows that chicken manure dosage increase the development of leaves length, pseudostem size, shoot, plant's fresh weight and plant's dry weight. The amount of flavonoids in the shoot, It was found that without manure, treatments show the highest amount of flavonoids substance was 3.04 mg/g dry weight

Keywords: *Kaempferia parviflora*, Manures, Flavonoid

บทนำ

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการทำเกษตร ซึ่งเป็นวัสดุที่เกิดจากการสะสมของมูลสัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ ที่มีการย่อยสลายแล้วบางส่วนในคอกสัตว์ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่เป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลเป็ด เป็นต้น มูลสัตว์เหล่านี้ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืชและซากสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยของสัตว์ ส่วนปัสสาวะจะมีส่วนประกอบของเกลือและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยคอกส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์และอาหารที่สัตว์กินเข้าไป (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2560)

กระชายดำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Kaempferia parviflora* Wallich. ex Baker จัดเป็นพืชวงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, 2554) และเป็นพืชสมุนไพรที่มีสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารสำคัญหลักที่มีสรรพคุณต่างๆ เช่น ด้านการเกิดผลในกระเพาะอาหาร และเพิ่มการ

ไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงอวัยวะสืบพันธุ์ กระจายดำเป็นพืชที่มีลำต้นอยู่ใต้ดินชนิด rhizome หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าหัวหรือเหง้า หัวหรือเหง้ากระจายดำประกอบด้วยสารสำคัญต่างๆ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย แอนโทไซยานิน (anthocyanins) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) กลุ่ม ฟลาโวน (flavones) เป็นต้น ส่วนใหญ่แล้ว พันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าสีเข้มจะมีปริมาณสาร ฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์สูงกว่า พันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าอ่อน ส่วนพันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าสีอ่อนจะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่า พันธุ์ที่มีเนื้อสีเข้ม (อรัญญา ศรีบุศราคม, 2558) ซึ่งการปลูกกระจายดำเพื่อให้เหง้ากระจายดำ มีปริมาณสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในปริมาณมากและมีคุณภาพได้มาตรฐานจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและประชาชนทั่วไป ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกและผู้จำหน่ายกระจายดำได้ใช้สีเนื้อในเหง้ากระจายดำเป็นเกณฑ์ในการคัดเกรด (pojangaroon & Kaewrak, 2003) เนื่องจากในปัจจุบัน มีการนำสารกลุ่มฟลาโวนอยด์จากกระจายดำมาใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคต่างๆ ซึ่งผลผลิตที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน จากวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพ และมาตรฐานเป็นหัวใจสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรมีคุณภาพดีและมีคุณสมบัติคงที่ การปนเปื้อนสารพิษจากสารเคมี การเกษตรโดยในกลุ่มวัตถุดิบสมุนไพร อาทิ สารหนู โลหะหนัก อย่างไรก็ตาม แนวโน้มความต้องการวัตถุดิบที่ได้มาตรฐานมีมากขึ้น เนื่องจากภาวะเยียบการค้า การใช้วัตถุดิบสมุนไพรที่ดี จะส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และความเชื่อมั่นของผู้บริโภค แต่ยังมีเกษตรกรจำนวนมากที่ต้องปรับปรุงการผลิตวัตถุดิบสมุนไพรให้มีคุณภาพกล่าวคือ มีสารสำคัญออกฤทธิ์ปริมาณมาก ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เชื้อรา โลหะหนัก และสิ่งเจือปนอื่นเกินมาตรฐาน เพื่อนำไปสู่การผลิตสมุนไพรอินทรีย์ (กระทรวงสาธารณสุข, 2559) ดังนั้นจึงเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยเพื่อให้มีกระบวนการผลิตกระจายดำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสำหรับการแข่งขันในตลาดโลกต่อไป โดยศึกษาชนิดและอัตราของปุ๋ยคอกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์ของกระจายดำ

วิธีดำเนินการวิจัย

ดินที่ใช้เป็นแปลงวิจัยเพื่อประสิทธิภาพของปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในกระจายดำ เป็นชุดดินแมร์ิม (Mr) เป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรด (pH 5.5) ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีกรวดและหินปะปนอยู่

อย่างหนาแน่น ตั้งแต่ 50 ซม. จากผิวดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ 4 X 2 factorial experiment in Randomized Complete Design ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 ปุ๋ยคอก 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ใส่ปุ๋ย มูลโค มูลไก่ และ มูลสุกร และปริมาณของปุ๋ยคอก จำนวน 2 อัตรา ได้แก่ 500 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแต่ละสิ่งทดลองมี 3 บล็อกๆละ 10 ต้น ปลูกลงในแปลงปลูกขนาด 1 x 2.5 เมตร ระยะปลูก 30 x 30 เซนติเมตร ฝังหัวพันธุ์กระชายดำในดิน ปลูกลึกประมาณ 10 เซนติเมตร บันทึกรการเจริญเติบโต และผลผลิตของกระชายดำ โดยทำการวัดขนาดลำต้น ความกว้างใบ จำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักเหง้าแห้ง โดยทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อปลูกได้ 32 สัปดาห์ นำเหง้าไปวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยเตรียมตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจำนวน 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer (Shimadzu 1700, Japan) ที่ช่วงความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร นำผลที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นปริมาณฟลาโวนอยด์เทียบกับกราฟมาตรฐาน เคอร์ซีติน (Quercetin) และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ใช้วิธีสกัดลิโอนาร์ไคด์ด้วยน้ำยา Bray-II และวิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่นที่ 420 nm. โพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยย่อยตัวอย่างด้วยกรด HNO_3 : HClO_4 และวิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu รุ่น AA-6200) ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สภาพพื้นที่และปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยคอก

ส่วนปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยคอกที่ใช้ในการทดลองได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ทั้งหมดไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่ประโยชน์ โพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ

ชนิดของปุ๋ยคอก	ธาตุอาหาร				
	N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Total K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
มูลโค	1.72	0.30	0.64	1.26	0.76
มูลไก่	2.28	1.25	1.78	3.05	0.78
มูลสุกร	0.61	3.20	0.37	12.53	1.00

2. อิทธิพลของชนิดปุ๋ยคอกและปริมาณการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์

2.1 ความกว้างใบ

ผลของการใส่ปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างใบในสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูกพบว่า การใส่มูลสุกรอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนความกว้างใบสูงสุดแตกต่างการไม่ใส่ปุ๋ยคอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยคอกและปริมาณการใส่ปุ๋ยต่อความกว้างใบของต้นกระชายดำ (เซนติเมตร)

กรรมวิธี	อายุหลังปลูก (สัปดาห์)							
	6	8	10	12	14	16	18	20
1	7.57 ^e	8.81 ^d	8.99 ^e	8.64 ^d	10.00 ^c	10.82 ^e	11.34 ^b	11.35 ^d
2	8.08 ^d	9.06 ^{cd}	10.15 ^{ab}	10.35 ^a	10.50 ^b	11.21 ^{bc}	11.60 ^a	11.65 ^{ab}
3	8.23 ^d	9.52 ^b	9.67 ^d	9.87 ^{bc}	10.63 ^{ab}	11.33 ^b	11.59 ^a	11.62 ^{abc}
4	8.37 ^d	9.73 ^{ab}	9.77 ^{cd}	9.89 ^{bc}	10.59 ^{ab}	11.25 ^b	11.61 ^a	11.63 ^{abc}
5	9.47 ^c	9.11 ^{cd}	9.76 ^{cd}	9.78 ^c	10.51 ^b	11.06 ^{cd}	11.44 ^{ab}	11.45 ^{bcd}
6	10.37 ^b	9.83 ^a	10.39 ^a	10.50 ^a	10.57 ^b	10.91 ^{de}	11.35 ^b	11.43 ^{cd}
7	11.61 ^a	9.59 ^{ab}	10.01 ^{bc}	10.05 ^b	10.77 ^a	11.16 ^a	11.49 ^{ab}	11.75 ^a
p-value	0.0321	0.0399	0.0464	0.0471	0.0451	0.0417	0.0740	0.0900
F-est _{0.05}	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	12.38	19.33	16.34	16.53	19.37	15.19	19.31	17.39

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

1 = ไม่ใส่ปุ๋ยคอก, 2 = ใส่ปุ๋ยมูลโค 500 kg, 3 = ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 500 kg, 4 = ใส่ปุ๋ยมูลสุกร 500 kg, 5 = ใส่ปุ๋ยมูลโค 800 kg, 6 = ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 800 kg, 7 = ใส่ปุ๋ยมูลสุกร 800 kg

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของความกว้างใบของต้นกระชายดำเมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ชนิดปุ๋ย	0 kg	500 kg	800 kg	เฉลี่ย
ไม่ใส่ปุ๋ย	11.35 ^d			11.35 ^C
มูลโค		11.65 ^{ab}	11.45 ^{bcd}	11.55 ^{AB}
มูลไก่		11.62 ^{abc}	11.43 ^{cd}	11.52 ^B
มูลสุกร		11.63 ^{abc}	11.75 ^a	11.69 ^B
เฉลี่ย		11.56^A	11.49^A	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์ที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกัน และค่าปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปุ๋ยคอกและอัตราการใส่ที่ อักษรพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

2.2 ขนาดลำต้นเทียม

ผลของการใส่ปุ๋ยคอกต่อขนาดลำต้นเทียมในสัปดาห์ที่ 6 จนถึงสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูกนั้น การใส่ปุ๋ยคอกตามกรรมวิธีในอัตรา 500 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยคอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติยกเว้นการใส่มูลโค 800 กิโลกรัมต่อไร่ให้ขนาดลำต้นน้อยที่สุด (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 4 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยคอกและอัตราการใส่ปุ๋ยขนาดลำต้นเทียมของต้นกระชายดำ (เซนติเมตร)

กรรมวิธี	อายุหลังปลูก (สัปดาห์)							
	6	8	10	12	14	16	18	20
1	3.77 ^e	5.87 ^e	7.08 ^{cd}	7.05 ^d	7.17 ^c	7.37 ^b	7.72 ^{ab}	7.77 ^a
2	3.98 ^d	6.14 ^d	7.22 ^{bc}	7.27 ^{cd}	7.41 ^b	7.48 ^b	7.58 ^b	7.88 ^a
3	4.01 ^d	6.54 ^a	7.32 ^{ab}	7.65 ^a	7.59 ^a	7.68 ^a	7.71 ^{ab}	7.76 ^a
4	4.23 ^c	6.32 ^{bc}	7.48 ^a	7.59 ^{ab}	7.63 ^a	7.72 ^a	7.75 ^a	7.86 ^a
5	6.03 ^{ab}	6.23 ^{cd}	6.97 ^d	7.12 ^d	7.17 ^c	7.18 ^c	7.26 ^c	7.36 ^b
6	6.09 ^a	6.12 ^d	7.12 ^{cd}	7.20 ^{cd}	7.55 ^a	7.75 ^a	7.82 ^a	7.72 ^a
7	5.93 ^b	6.38 ^b	7.24 ^{bc}	7.38 ^{bc}	7.65 ^a	7.74 ^a	7.74 ^a	7.76 ^a
p-value	0.0230 [*]	0.0359 [*]	0.0414 [*]	0.0025 [*]	0.0406 [*]	0.0442 [*]	0.0367 [*]	0.0267 [*]
C.V. (%)	19.02	11.13	10.90	15.76	20.15	20.38	12.03	12.55

หมายเหตุ: * คือค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของขนาดลำต้นเทียมของต้นกระชายดำเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ (เซนติเมตร)

ชนิดปุ๋ย	0 kg	500 kg	800 kg	เฉลี่ย
ไม่ใส่ปุ๋ย	7.77 ^a			7.77 ^{AB}
มูลโค		7.88 ^a	7.36 ^b	7.62 ^B
มูลไก่		7.76 ^a	7.72 ^a	7.74 ^{AB}
มูลสุกร		7.86 ^a	7.76 ^a	7.81 ^A
เฉลี่ย		7.82^A	7.65^B	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์ที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกัน และค่าปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปุ๋ยคอกและอัตราการใส่ที่ อักษรพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

2.3 จำนวนหน่อสะสม

หลังจากปลูกกระชายดำโดยใช้เหง้าและให้ปุ๋ยคอกอัตราต่างๆ ตามกรรมวิธี เมื่ออายุ 20 สัปดาห์หลังปลูก ต้นกระชายดำมีจำนวนหน่อสะสมแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยต้นกระชายดำที่ได้รับปุ๋ยคอกจะมีจำนวนหน่อสะสมมากกว่าต้นกระชายดำที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอก ซึ่งในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลสุกรอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนหน่อสะสมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ มูลโค และมูลสุกรอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และจำนวนหน่อสะสมจะเพิ่มขึ้นตามอายุของกระชายดำจนถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่าจำนวนหน่อสะสมของกระชายในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนหน่อสะสมมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ มูลโคและมูลสุกรอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ และมูลโคอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6 และ 7)

ตารางที่ 6 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยคอกและอัตราการใช้ปุ๋ยต่อจำนวนหน่อสะสมของต้นกระชายดำ(หน่อ)

กรรมวิธี	อายุหลังปลูก (สัปดาห์)							
	6	8	10	12	14	16	18	20
1	0.37 ^{cd}	2.17 ^c	2.70 ^d	6.27 ^c	7.88 ^d	11.73 ^c	13.57 ^{de}	16.07 ^e
2	0.25 ^e	1.90 ^d	2.93 ^c	5.93 ^d	7.97 ^d	11.40 ^d	13.60 ^d	16.05 ^e
3	0.31 ^{de}	2.23 ^{bc}	2.89 ^c	6.01 ^d	7.93 ^d	11.23 ^e	13.47 ^e	16.87 ^c
4	0.43 ^{bc}	2.39 ^b	3.01 ^{bc}	6.17 ^c	8.01 ^{cd}	11.51 ^d	13.79 ^{ab}	17.13 ^b
5	0.41 ^{bc}	2.38 ^b	2.99 ^{bc}	6.29 ^c	8.16 ^{bc}	11.72 ^c	13.64 ^{cd}	16.62 ^c
6	0.48 ^{ab}	2.77 ^a	3.13 ^b	6.71 ^b	8.23 ^b	11.91 ^b	13.73 ^{bc}	17.03 ^b
7	0.53 ^a	2.93 ^a	3.33 ^a	6.90 ^a	8.51 ^a	12.10 ^a	13.87 ^a	17.27 ^a
p-value	0.0241 [*]	0.0424 [*]	0.0109 [*]	0.0000 [*]	0.0152 [*]	0.0132 [*]	0.0000 [*]	0.0000 [*]
C.V. (%)	16.45	12.89	11.73	11.68	12.87	10.07	19.12	11.58

หมายเหตุ: * คือค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

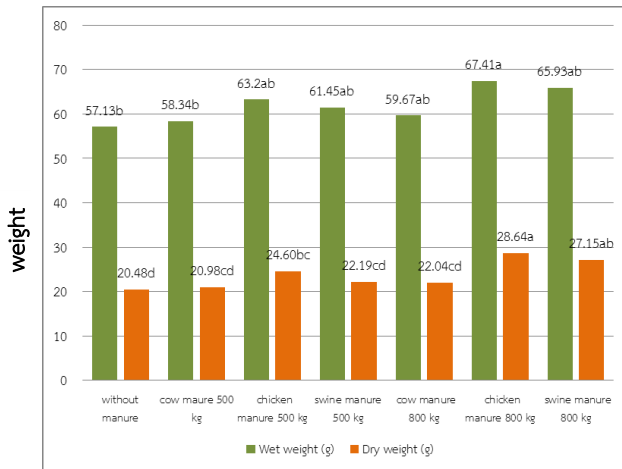
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของจำนวนหน่อสะสมของต้นกระชายดำเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ (เซนติเมตร)

ชนิดปุ๋ย	0 kg	500 kg	800 kg	เฉลี่ย
ไม่ใส่ปุ๋ย	16.07 ^e			16.07 ^D
มูลโค		16.05 ^e	16.62 ^c	16.32 ^C
มูลไก่		16.87 ^c	17.03 ^b	16.95 ^B
มูลสุกร		17.13 ^b	17.27 ^a	17.20 ^A
เฉลี่ย		16.53^B	16.74^A	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวและคอลัมน์ที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกัน และค่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปุ๋ยคอกและอัตราการใช้ที่ อักษรพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

2.4 น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้ง

เมื่อระยะเวลาปลูกกระชายดำครบ 32 สัปดาห์ ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเหง้ากระชายดำที่ใส่มูลไก่อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงที่สุด 67.41 กรัมและน้ำหนักแห้งสูงที่สุดที่ 28.64 กรัม ซึ่งแตกต่างกับต้นกระชายดำที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป1)



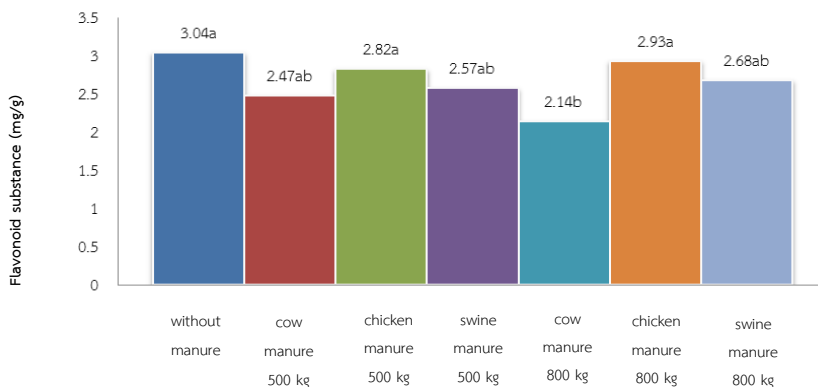
หมายเหตุ: อักษรพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

รูป 1 น้ำหนักเหง้าสดและน้ำหนักเหง้าแห้ง

2.4 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ในเหง้ากระชายดำ พบว่าเหง้ากระชายดำที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกและใส่มูลไก่ อัตรา 500 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุด 3.04, 2.82 และ 2.93 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ แตกต่างกับต้นกระชายดำที่ใส่มูลโคอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 2)



หมายเหตุ: อักษรพิมพ์เล็กต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

รูป 2 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การอภิปรายผล

การใส่ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ มีศักยภาพในการให้การเจริญเติบโต ด้านความกว้างใบ ขนาดลำต้นเทียมและจำนวนหน่อสะสมมากที่สุด ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด เนื่องจากมูลไก่มีปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดสูงถึง 2.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าปุ๋ยมูลวัว และมูลสุกร ซึ่งธาตุไนโตรเจนที่มีปริมาณมากในมูลไก่สามารถกระตุ้นการเติบโตของมวลชีวภาพของพืชได้ (Plaster, 2003) ส่วน (Riyana et al., 2018) พบว่าการใช้มูลไก่ในอัตรา 0.31 ตัน/ไร่ สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตด้านความยาวของใบ เส้นผ่านศูนย์กลางของหัว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของพืชได้ดีที่สุด โดยปริมาณธาตุอาหารในดินอาจเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการในการเจริญเติบโตของพืชได้โดยเฉพาะแหล่งที่มาไนโตรเจนและมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อผลผลิตของพืช (Fageria & Baligar, 2005) ซึ่งปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยคอกอินทรีย์ยังมีผลอย่างมากต่อความสมดุลของไนโตรเจนในดินด้วย (Hati et al., 2008) ทำนองเดียวกับ (Hazra, 2007) ที่กล่าวถึงอิทธิพลของไนโตรเจนส่งผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต ส่วนปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากเหง้าของกระชายดำ เมื่อพบว่าไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุด ทั้งนี้การสร้างสารสำคัญในพืชมักสร้างในปริมาณสูงเมื่อพืชได้รับความเครียด ซึ่งการได้รับแร่ธาตุอาหารที่พอเพียงจึงไม่เป็นการก่อให้เกิดความเครียดแก่พืช ซึ่งความเครียดในความหมายที่เกี่ยวข้องกับพืช เป็นสภาวะความเครียดที่เกิดจากปัจจัยภายนอก ได้แก่ สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติไปจากเดิม โดยสภาวะแวดล้อมนั้นประกอบด้วยสิ่งที่ไม่มีชีวิต (abiotic) เช่น น้ำ อุณหภูมิ และสิ่งมีชีวิต (biotic) เช่น แมลงศัตรูพืช โดยทุกปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดในพืช ท้ายที่สุดจะชักนำให้เกิดอนุมูลอิสระในพืชเกิดเป็น oxidative stress (ตุลาพร แก้วแก่น และ วัฒนาพัฒนากุล, 2549) ทำนองเดียวกับ (บุหรัน พันธุ์สุวรรณ, 2556) ที่กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างสารในพืชคือระยะเวลา อายุ ชนิดเซลล์ ปริมาณ ความเข้มข้นของสิ่งเร้า และ สารทุติภูมิในพืชจะถูกสร้างขึ้นเมื่อพืชเกิดความเครียด ซึ่งความเครียดสามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ส่วนการใช้มูลวัวอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้ปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์ลด ซึ่ง (ตันหยง เอมอยู่ และ วินัย แสงแก้ว, 2564) ได้ศึกษาการสกัดสารฟลาโวนอยด์จากส่วนใบและหัวของต้นว่านพญาอากาศโดยใช้ปุ๋ยมูลวัวและไม่ใส่ปุ๋ย สิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณสารมากที่สุดคือ 15.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่อัตราปุ๋ย 200, 400

และ 600 กรัมต่อต้นมีปริมาณ 9.82, 6.86 และ 7.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงอัตราปุ๋ยมูลวัวที่ให้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นต่อต้นไม่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในส่วนของใบ เนื่องจากพืชอยู่ในสภาพที่ได้รับผลปุ๋ยน้อยส่งผลให้พืชเข้าสู่สภาวะเครียดจะไปชักนำให้เกิดการสร้างสารทุติยภูมิในกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenol)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ยคอกส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระชายดำพบว่าชนิดและอัตราของปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตทั้งความกว้างใบ ขนาดลำต้นเทียม และจำนวนหน่อสะสมของกระชายดำ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์พบว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยจะมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 800 และ 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2.93 และ 2.82 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2559). *แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564*. บจก.ทีเอส อินเทอร์เน็ต.
- มุกดา สุขสวัสดิ์.(2560). *ปุ๋ยอินทรีย์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้านและสวน.
- ตุลาพร แก้วแก่น และ วัฒนา พัฒนากุล. (2549). ผลของสภาวะขาดน้ำจากความแล้งและความเครียดเกลือต่อลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการและเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในข้าวระยะต้นกล้า. *วารสารวิจัย มช.*, 11(4), 260-268.
- ต้นหยง เอมอยู่ และ วินัย แสงแก้ว. (2564). ผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของต้นว่านพญาอากาศ (Leea macrophylla Roxb. ex Hornem.) *วารสารผลิตกรรมการเกษตร*, 2(2). 75-83.

- บุหรัน พันธุ์สุวรรณค์. (2556). อนุมูลอิสระสารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 21(3): 275-286.
- ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. (2554). *ว่านกระชายดำ*. โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร, ปราจีนบุรี.
- อรัญญา ศรีบุศราคม. (2558). กระชายดำกับสมรรถภาพทางเพศชาย. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 32(4), 2-5.
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Adv. Agron*, 88, 97–185.
- Hati, K. M., Swarup, A., Mishra, B., Manna, M. C., Waniari, R. H., Mandal, K.G., & Misra, A. K. (2008). Impact of long-term application of fertilizer, manure and lime under intensive cropping on physical properties and organic carbon content of an Alfisol. *Geoderma*, 148, 173–179.
- Hazra, C. R. (2007). Organic manures for sustainable agriculture. *J. Agric*, 12(1), 1–10.
- Plaster E.J. (2003). *Soil science and management*. Inc.4th ed United States. Delmar Learning.
- Plaster, E. J. (2003). *Soil science and management*. 4th ed. United States: Delmar Learning.
- Pojanagaroon, S., & Kaewrak, C. (2003). *Varietal selection of collected Krachai-Dam rhizomes by using the preference of Keachai-Dam product distributors and sellers*. 402-406. In: Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Bioaction Compounds. 17–19 July 2003, Pattaya.
- Riyana, D., Widiyastuti, Y., Widodo, H., Purwanto, E., & Samanhudi. (2018). Effect of manure and plants spacing on yield and flavonoid content of *Elephantopus scaber* L. *Earth and Environmental Science*, 142, Doi :10.1088/1755-1315/142/1/012038.