



บทความวิจัย

ผลของการใช้ปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมของกะลากาแฟสูตรต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง*

EFFECT OF USING FERMENTED FERTILIZER WITH COFFEE PARCHMENT IN DIFFERENT MIXTURES ON THE GROWTH OF PAK CHOI

สมภาพร เรืองสังข์

Samaporn Ruangsanka

วรวุฒิ พิษพรหม

Worawoot Phatphom

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, Thailand

E-mail: samaporn@vru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักกะลากาแฟ และ 2) เพื่อศึกษาผลของส่วนผสมปุ๋ยหมักกะลากาแฟต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ดำเนินการวิจัยที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งเป็น 8 กรรมวิธี (8 สูตรปุ๋ย) ทำการหมักกะลากาแฟเป็นเวลา 1 เดือนในถุงปุ๋ย โดยมีการกลับถุงปุ๋ยและรดน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง แล้วนำมาปลูกกวางตุ้งสูตรละ 3 ซ้ำเป็นเวลา 1 เดือน ผลการวิจัย พบว่า วัสดุปลูกทั้ง 8 สูตร มีลักษณะทางกายภาพและเคมีได้แก่ ค่า pH อยู่ระหว่าง 6.4-6.8 และมีอุณหภูมิ 17.77-18.33 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง โดยกรรมวิธีที่ 1 (ดิน + กะลากาแฟ + พด.1) มีค่า pH สูงที่สุด กรรมวิธีที่ 3 4 5 7 มีอุณหภูมิเท่ากันและสูงกว่ากรรมวิธีที่เหลือ คือ 18.33 องศาเซลเซียส สำหรับการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง พบว่าปุ๋ยหมักกรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 (ดิน+กะลากาแฟ+พด.1+กากน้ำตาล 100 กรัม) และกรรมวิธีที่ 3 (ดิน + กะลากาแฟ + พด.1 + กากน้ำตาล 300 กรัม) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในด้านความสูงต้น ความยาวก้านใบแท้ จำนวนใบแท้ และน้ำหนักสดน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นที่เหลือ ส่วนกรรมวิธีที่ 5 (ดิน+กะลากาแฟ+อีเอ็ม+กากน้ำตาล) และ กรรมวิธีที่ 8 (ดิน) ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นได้แก่ความสูงต้น ความยาวก้านใบแท้ จำนวนใบแท้ และ

* Received August 9, 2022; Revised September 6, 2022; Accepted October 10, 2022

น้ำหนักสด ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลการวิจัยพบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: กวางตุ้ง, กะลากาแฟ, ปุ๋ยหมัก

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the physical and chemical characteristics of coffee parchment fermented fertilizer and 2) to study the effect of coffee parchment fermented fertilizer on the growth of pak choi. The experiment was conducted at the Royal Agricultural Station Inthanon, Ban Luang Subdistrict, Chom Thong District, Chiang Mai Province. It was designed as a completely randomized design, divided into 8 treatments (8 fertilizer formulas). The coffee parchments were fermented for a month in a bag of fertilizer. The fertilizer bags were reversed and watered once a week, and then used for growing pak choi as 3 replicates per fertilizer formula for 1 month. The results showed that the planting medium for all 8 treatments had physical and chemical properties of pH values between 6.4-6.8 and the temperature between 17.77-18.33°C, which were suitable for the growth of pak choi. Treatment 1 (soil + coffee parchment + PD. 1) had the highest pH value. The treatments of 3, 4, 5, 7 had the equal temperature of 18.33 degrees Celsius, which was higher than the rest treatments. For the growth analysis of pak choi, it was found that the treatments of 1, 2 (soil + coffee parchment + PD. 1 + 100g molasses) and 3 (soil + coffee parchment + PD. 1 + 300g molasses) resulted in less stem height, the true leaf petiole length, true leaf number and fresh weight than other treatments. Regarding the treatment 5 (soil+ coffee parchment + EM + molasses) and 8 (soil) had a better promoting effect on the growth of pak choi than other treatments with statistically significant differences. However, the treatment 2 had an inhibitory effect on the growth of pak choi.

Keywords: pak choi, coffee parchment, fermented fertilizer

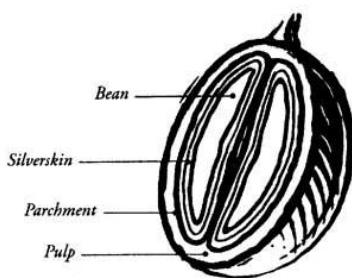
บทนำ

การเกษตรในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นเกษตรเชิงเดี่ยว (Monoculture) พึ่งพาปัจจัยภายนอกเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ปริมาณและคุณภาพตามความต้องการเพื่อจำหน่าย



ภายในประเทศและส่งออก การส่งออกผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย ถือเป็นเศรษฐกิจที่ทำรายได้หลักให้ประเทศเป็นอย่างมาก ปัจจัยภายนอกที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ปุ๋ยเคมี มีการใช้อย่างแพร่หลายเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผลผลิต แต่การใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับดินและต้นไม้ทำให้ดินแข็ง เกิดสารเคมีตกค้างในดินและน้ำ และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ได้มีการสรุปตัวเลขปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร ทั้งการใช้ในการกำจัดศัตรูพืช และใช้ในรูปปุ๋ยเคมี มีปริมาณการนำเข้าสารเคมีมากถึงปีละ 6 ล้านตัน คิดเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 80,000 ล้านบาท และเมื่อมีการใช้ปริมาณสารเคมีทางการเกษตรเพิ่มขึ้นแล้ว ผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติก็มีมากขึ้นเช่นเดียวกันโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาการเสื่อมสภาพของดิน ที่พบได้ร้อยละ 60 ของพื้นที่หรือประมาณ 190 ล้านไร่ (สำนักบริหารยุทธศาสตร์, 2555) จากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรทางรัฐบาลจึงมีการส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเกษตรมากขึ้นเนื่องจากเกษตรกรสามารถทำปุ๋ยอินทรีย์ได้เอง สะดวกและประหยัดเวลา และวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์ สามารถหาได้ในตลาด เช่น การใช้ส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง (ธีรวุฒิ ลาภตระกุล, 2551) เศษอาหาร (ธัญวดี ศรีธาวีรัตน์, 2547) มาผสมกับมูลสัตว์ เป็นต้น ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีบทบาทในด้านการเกษตรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการลดใช้ปุ๋ยเคมีและการหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี



Cross-section of a Coffee Cherry

ภาพที่ 1 โครงสร้างเมล็ดกาแฟ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนพานนท์, 2562)

การใช้วัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตกาแฟ มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้รับความสนใจเนื่องจากในปัจจุบันนิยมนำกากกาแฟกันมาก ของเหลือทิ้งที่เกิดจากการทำกาแฟ ได้แก่ เปลือกกาแฟ (Coffee husk) กะลากาแฟ (Coffee parchment) และกากกาแฟ (Coffee ground) จึงมีปริมาณมากเช่นเดียวกัน เพราะเมื่อนำกาแฟสด 1 ตัน มาปอกเปลือก จะมีเปลือกทิ้งถึง 0.5 ตัน และมีเปลือกของกะลากาแฟ อีก 0.18 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ซึ่งปกติแล้วของเสียเหล่านี้จะถูกทิ้งไว้หรือนำไปปลูกคลุมต้นไม้เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำใต้ดิน

ปัจจุบันมีการทดลองนำเปลือกกาแฟมาใช้ทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากมีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง (Shemekite et al., 2014) ซึ่ง Yenani ระบุว่า เปลือกด้านนอก (Skin หรือ Pericarp) ของผลกาแฟ มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส คิดเป็น 2.46, 1.27 และ 0.06% ต่อน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Yenani et al., 2020) นอกจากนี้ ชไมพร แดงตุ้ย และคณะ พบว่า น้ำหมักชีวภาพจากกากและเปลือกเมล็ดกาแฟ (Coffee ground & husk) ที่หมักด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 2 ทุกระดับความเข้มข้น ทำให้ผักกาดฮ่องเต้มีน้ำหนักสดและความสูงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ชไมพร แดงตุ้ย และคณะ, 2560)

ดังนั้นการนำของเหลือจากกาแฟมาใช้ในการผลิตปุ๋ยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เพิ่มมากขึ้นในไรกาแฟ และเป็นการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ผู้วิจัยจึงต้องการทดสอบสูตรหรือรูปแบบอื่นๆ ในการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งมาทำเป็นปุ๋ยหมัก โดยศึกษาผลการใช้ปุ๋ยหมักกากกาแฟที่มีส่วนผสมสูตรต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ซึ่งเป็นผักเศรษฐกิจที่นิยมนำมาประกอบอาหารหลายชนิด และเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพราะประกอบด้วยแคลเซียม วิตามินเอและวิตามินซีในปริมาณที่สูงมาก และมีสรรพคุณในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย บำรุงและรักษาสายตา เสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ป้องกันโรคกระดูกพรุน ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Medthai, 2562) การผลิตกวางตุ้งเพื่อบริโภคในครัวเรือนและเพื่อจำหน่ายสร้างรายได้ จึงควรมีการบำรุงให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แข็งแรง มีผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง งานวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้แนวทางการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกากกาแฟพันธุ์อาราบิกา (*Coffea arabica*) เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักกากกาแฟที่เหลือด้วยเชื้อจุลินทรีย์
2. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากกาแฟสูตรวิธีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการวิจัย ณ โรงเรือนปุ๋ยหมักและห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีขั้นตอนการทดลองดังนี้



1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งออกเป็น 8 กรรมวิธี (สูตร) กรรมวิธี ละ 3 ซ้ำๆ ละ 3 ต้น โดยใช้ดินผสมกับปุ๋ยกะลาปากาแฟหมักในสัดส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 : ดิน 1 กก.+ กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + พด.1 1 ถุงในน้ำ 10 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 : ดิน 1 กก. +กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + พด.1 1ถุงในน้ำ 10 ลิตร + กากน้ำตาล 100 กรัม

กรรมวิธีที่ 3 : ดิน 1 กก. +กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + พด.1 1 ถุงในน้ำ 10 ลิตร+ กากน้ำตาล 300 กรัม

กรรมวิธีที่ 4 : ดิน 1 กก.+กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + อีเอ็ม 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 : ดิน 1 กก. +กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + อีเอ็ม 1 ลิตร + กากน้ำตาล 100 กรัม

กรรมวิธีที่ 6 : ดิน 1 กก. +กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + อีเอ็ม 1 ลิตร + กากน้ำตาล 300 กรัม

กรรมวิธีที่ 7 : ดิน 1 กก. + กะลาปากาแฟหมัก 1 กก. + น้ำ 10 ลิตร

กรรมวิธีที่ 8 : ดิน 3 กก. (ชุดควบคุม)

วัสดุปลูกแต่ละสูตรนี้ใช้สำหรับแบ่งใส่ถุงดำขนาด 5x10 นิ้ว กรรมวิธีละ 9 ถุง

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 หมักปุ๋ยกะลาปากาแฟพันธุ์อาราบิก้าตามสูตรที่กำหนดแต่ละกรรมวิธี โดยหมักในถุงปุ๋ย วางไว้ในที่โล่ง พลิกถุงปุ๋ยกลับไป-มาพร้อมกับรดน้ำ 1 ถังบัวรดน้ำ/ถุงปุ๋ยหมัก สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 30 วัน จึงวัดคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ ได้แก่ วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ธาตุอาหาร (NPK รวม) และอุณหภูมิ ด้วยเครื่อง Digital 3 ways analyzer (luster leaf, USA) ก่อนนำไปใช้ปลูกวางตั้ง

2.2 เพาะเมล็ดถั่วแดงงอก พันธุ์ต้นเขียว (ศรีแดงการเกษตร) ในถาดหลุมที่บรรจุดินเป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน เมื่อต้นพีชมีใบแท้จำนวน 2 คู่ ให้ย้ายปลูกลงในถุงดำขนาด 5x10 นิ้วที่บรรจุวัสดุปลูกในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น

2.3 เมื่อย้ายปลูกลงในถุงดำแล้วทำการรดน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็น ปริมาณน้ำ 600 มล./1 ถุงดำ/ครั้ง เป็นเวลา 30 วัน จึงเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นวางตั้ง ได้แก่ จำนวนใบแท้ ความยาวของก้านใบแท้ ความสูงของต้น และน้ำหนักสดวางตั้ง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการเจริญเติบโตของผักถั่วแดงงอก ได้แก่ จำนวนใบแท้ ความยาวของก้านใบแท้ ความสูงของต้น น้ำหนักสด pH ในดิน และอุณหภูมิในดิน ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of Variance; ANOVA ตามแผนการทดลองแบบ Completely

Randomized Design; CRD ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ Statistix 10 Trial เวอร์ชัน 10.0

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักกะลาเผา

วัสดุปลูก 8 กรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 1-7 มีการหมักกะลาเผาและส่วนผสมอื่นๆ เป็นเวลา 1 เดือน ปุ๋ยหมักกรรมวิธีต่างๆ มีค่า pH 6.4-6.8 และมีอุณหภูมิ 17.77-18.33 องศาเซลเซียส สำหรับธาตุอาหาร (total NPK) มีค่า 0-3 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า pH ธาตุอาหาร และอุณหภูมิในวัสดุปลูก

กรรมวิธี	ค่า pH ในดิน	ค่าธาตุอาหารในดิน	อุณหภูมิในดิน
1. ดิน + กะลาเผา + พด.1	6.8	0.00	17.77
2. ดิน + กะลาเผา + พด.1 + กากน้ำตาล 100 กรัม	6.6	0.00	17.77
3. ดิน + กะลาเผา + พด.1 + กากน้ำตาล 300 กรัม	6.4	1.00	18.33
4. ดิน + กะลาเผา + อีเอ็ม	6.6	1.00	18.33
5. ดิน + กะลาเผา + อีเอ็ม + กากน้ำตาล 100 กรัม	6.5	1.00	18.33
6. ดิน + กะลาเผา + อีเอ็ม + กากน้ำตาล 300 กรัม	6.5	1.00	17.77
7. ดิน + กะลาเผา + น้ำ 10 ลิตร	6.6	1.00	18.33
8. ดิน (ชุดควบคุม)	6.4	3.00	17.77

2. การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

การศึกษาผลของปุ๋ยหมักกะลาเผาต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง โดยทำการปลูกผักกวางตุ้ง เป็นเวลา 30 วัน เมื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูงต้น ความยาวของก้านใบแท้ จำนวนใบแท้ และน้ำหนักสด พบว่า กรรมวิธีปุ๋ยหมักทั้ง 8 กรรมวิธี ความสูงของต้นผักกวางตุ้ง อายุ 30 วัน การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีความสูงที่ 4.75-11.89 เซนติเมตร ความยาวก้านใบแท้ 0.71-11.27 เซนติเมตร จำนวนใบแท้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.94-6.89 ใบ และน้ำหนักสด 0.06-11.80 กรัม ในภาพรวมพบว่า กรรมวิธีที่ 5 และ 8 มีการเจริญเติบโตของกวางตุ้งดีกว่ากรรมวิธีอื่น ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2 มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง อายุ 30 วัน หลังเพาะเมล็ด

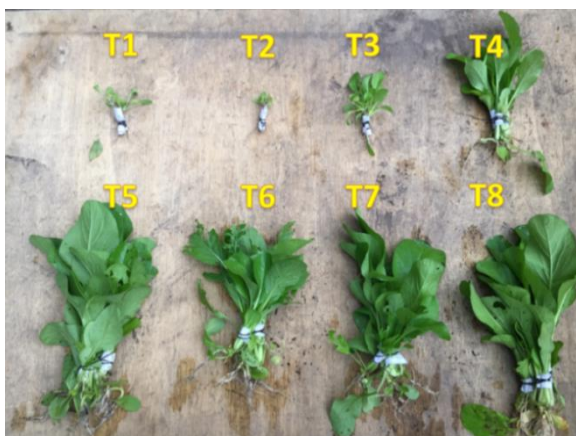
กรรมวิธี	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	ความยาว ก้านใบแท้ (เซนติเมตร)	จำนวนใบ แท้ (ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม)
1. ดิน + กะลาเผา + พด.1	5.54 ^d	1.49 ^c	1.50 ^{bc}	0.10 ^b
2. ดิน + กะลาเผา + พด.1 + กากน้ำตาล 100 กรัม	4.75 ^d	0.71 ^c	0.94 ^c	0.06 ^b



กรรมวิธี	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	ความยาว ก้านใบแท้ (เซนติเมตร)	จำนวนใบ แท้ (ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม)
3. ดิน + กะลากาแฟ + พด.1 + กากน้ำตาล 300 กรัม	5.02 ^d	2.71 ^c	1.67 ^{bc}	0.31 ^b
4. ดิน + กะลากาแฟ + อีเอ็ม	7.32 ^c	6.68 ^b	3.39 ^{bc}	2.78 ^b
5. ดิน + กะลากาแฟ + อีเอ็ม + กากน้ำตาล 100 กรัม	11.79 ^a	11.11 ^a	4.39 ^{ab}	11.80 ^a
6. ดิน + กะลากาแฟ + อีเอ็ม + กากน้ำตาล 300 กรัม	9.65 ^b	9.97 ^a	4.11 ^{ab}	6.92 ^{ab}
7. ดิน + กะลากาแฟ	9.27 ^b	9.22 ^a	3.39 ^{bc}	5.71 ^{ab}
8. ดิน (ชุดควบคุม)	11.89 ^a	11.27 ^a	6.89 ^a	10.69 ^a
CV	10.61	21.42	54.32	74.67
LSD	1.50	2.46	3.09	6.20
T-test	*	*	*	*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามหลังด้วยอักษรที่แตกต่างในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

อภิปรายผล

จากการทดลองผลของการใช้ปุ๋ยกะลากาแฟที่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง หลังจากการนำปุ๋ยหมักกะลากาแฟทั้ง 7 กรรมวิธีมาผสมกับส่วนผสมต่างๆ และกรรมวิธีที่ 8 ใช้ดินเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทดลองปลูกผักกวางตุ้งพบว่า ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักกะลากาแฟ มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.4-6.8 และมีอุณหภูมิ 17.77-18.33 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ Kelley ที่ระบุว่า pH ที่เหมาะสมกับกวางตุ้ง คือ 6-6.8 และอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 15.5-21 องศาเซลเซียส สำหรับการศึกษาที่มีความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหาร pH

และ อุณหภูมิ อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในส่วนผสมของปุ๋ยหมักแต่ละสูตร (Kelley, 1999)

ในภาพรวมจากการทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในด้านความสูงต้น ความยาวก้านใบแท้ จำนวนใบแท้ และ น้ำหนักสดน้อยที่สุด ส่วนกรรมวิธีที่ 5 และ 8 ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยกรรมวิธีที่ 5 ทำให้กวางตุ้งมีน้ำหนักสดสูงกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 11.80 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ 8 ทำให้กวางตุ้งมีความสูงต้น ความยาวก้านใบแท้ และจำนวนใบแท้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 11.89 เซนติเมตร 11.27 เซนติเมตร และ 6.89 ใบตามลำดับ กรณีที่กรรมวิธีที่ 1 2 3 ที่หมักกะลาปากแพด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสมในรูปของ พด. 1 ที่ใส่และไม่ใส่กากน้ำตาล ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของปริยานุช จุลกะ และคณะ ที่พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของกากกาแพในวัสดุปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศลดลง (ปริยานุช จุลกะ และคณะ, 2557) แม้ว่ากากกาแพเป็นวัสดุอินทรีย์มีค่าอัตราส่วนของ C/N สูงถึง 14:1 (Janissen & Huynh, 2018) ลักษณะเป็นผงร่วนและอุ้มน้ำได้ดี มีการแนะนำให้นำมาทำเป็นปุ๋ยปรับสภาพดิน แต่มีงานวิจัยระบุว่า กากกาแพเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกาแพสำเร็จรูปมีความเป็นพิษต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมากหากนำไปทิ้งโดยไม่ผ่านการบำบัดเนื่องจากกากกาแพมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ มีฤทธิ์เป็นกรด มีสารประกอบตกค้างที่มีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์และพืช ได้แก่ สารแทนนิน สารคาเฟอีน และกรดคลอโรจีนิค (Campos-Vega et al., 2015; Janissen & Huynh, 2018) ซึ่ง Mohanpuria & Yadav พบว่า สารคาเฟอีนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของต้นกล้ายาสูบ (Mohanpuria & Yadav, 2009) ขณะที่ความเป็นพิษของกรดคลอโรจีนิคในกากกาแพมีการศึกษาในต้น *Arabidopsis thaliana* โดยพบว่า กรดคลอโรจีนิคมีผลในการยับยั้งการงอก และเจริญเติบโตของราก ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 96.3 ไมโครโมล (Reigosa & Pasoz-Malvido, 2007) ส่วนการทดลองของปีหมา หาญนอก และคณะระบุว่า กากกาแพที่ผ่านการหมักนาน 45 วัน อาจยังไม่เพียงพอหรือไม่สามารถสลายสารพิษในกากกาแพได้หมด เมื่อนำมาทดสอบกับต้นข้าวโพด พบว่า ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพดช้าลง (ปีหมา หาญนอก และคณะ, 2563) โดยเป็นการค้นพบภายหลังจากงานวิจัยครั้งนี้เสร็จสิ้นในปี พศ. 2562 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีเวลาจำกัดในการหมักปุ๋ยกะลาปากแพและนำมาทดสอบปลูกกวางตุ้ง เนื่องจากโรคกะลาปากแพที่เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกาแพ จึงออกแบบการทดลองให้เหมาะสมกับเวลาที่มี เพื่อดูการตอบสนองของกวางตุ้งซึ่งในขณะนั้นยังขาดข้อมูลการวิจัยกับผักชนิดนี้ ดังนั้นการจะนำกากกาแพมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินปลูก จึงควรศึกษาแนวทางการจัดการกากกาแพเพื่อสลายสารพิษที่ตกค้างอยู่



กรณีการปลูกวางตุ้งด้วยดินเพียงอย่างเดียวในกรรมวิธีที่ 8 ซึ่งมีธาตุอาหารในดินมากที่สุด และไม่มีการใส่กัลลาปากแพและจุลินทรีย์ ทำให้ต้นวางตุ้งมีความสูงต้นความยาวก้านใบแท้และจำนวนใบแท่มากที่สุด ส่วนกรรมวิธีที่ 5 ที่มีดินผสมกัลลาปากแพหมักด้วยจุลินทรีย์ในรูปแบบอีเอ็มผสมกากน้ำตาลทำให้วางตุ้งมีความสูง ต้นความยาวก้านใบแท้และจำนวนใบแท้ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 8 แต่มีน้ำหนักสดมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการหมักกัลลาปากแพด้วยจุลินทรีย์ในรูปแบบอีเอ็มโดยมีกากน้ำตาลเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของวางตุ้งได้ดีกว่าการหมักด้วย พด.1 อาจเป็นผลมาจาก อีเอ็มมีจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณมากกว่าหรือหลากหลายกว่า เช่น อีเอ็มอาจทำให้เกิดการย่อยสลายกัลลาปากแพแล้วมีการปลดปล่อยไนโตรเจนได้มากกว่า พด.1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเติมกากน้ำตาลเป็นอาหารให้จุลินทรีย์อีเอ็ม ยิ่งทำให้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดี เพิ่มจำนวนและมีกิจกรรมได้มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธา ทองขาว ศึกษาผลของกากกาแพหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม พบว่า กากกาแพหมักด้วยอีเอ็ม 50 กรัมต่อแปลง มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยยูเรีย นำเสนอว่าใช้กากกาแพหมักด้วยอีเอ็มแทนปุ๋ยยูเรียได้ แต่ถ้าใส่กากกาแพหมักด้วยอีเอ็มที่เข้มข้นเกินไปจะยับยั้งการเจริญเติบโตของผักบุ้ง (สุธา ทองขาว, 2559) ในขณะที่ ชไมพร แดงตุ้ย และคณะ พบว่า การรดผักกาดฮ่องเต้ด้วยน้ำหมักชีวภาพจากกากกาแพหรือเปลือกกาแพที่หมักด้วยสาร พด.2 โดยเจือจางน้ำหมัก 100 300 และ 500 เท่า จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้ได้ดีกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รดน้ำหมัก (ชไมพร แดงตุ้ย และคณะ, 2560) จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ที่ใช้หมักปุ๋ยแตกต่างจากการทดลองครั้งนี้ที่ใช้ในรูปของ พด. 1 และอีเอ็ม ย่อมเกิดความแตกต่างของชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่จะสลายสารต่างๆ ในเปลือกและกากกาแพ อีกทั้งการนำน้ำหมักไปใช้ยังมีการเจือจางก่อนนำไปรดผักกาดฮ่องเต้ ซึ่งเป็นไปได้ว่างานวิจัยครั้งนี้ที่ทำการหมักกัลลาปากแพผสมกับดิน แล้วนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกเลย จึงมีความเข้มข้นของปุ๋ยหมัก รวมถึงสารตกค้างต่างๆ ที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์และพืช ผลการทดลองส่วนใหญ่จึงให้ผลในทางยับยั้งการเจริญเติบโตของผักวางตุ้งมากกว่าการส่งเสริมการเจริญเติบโต

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรใช้ระยะเวลาในการหมักอย่างน้อย 6 เดือนจึงจะครบกระบวนการหมักที่สมบูรณ์ สลายสารตกค้างที่เป็นพิษต่อพืชและจุลินทรีย์ให้หมด แล้วจึงจะนำมาใช้ทดลอง เพื่อให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจะทำให้เห็นผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ชัดเจนขึ้น

สรุป/ข้อเสนอแนะ

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยหมักกัลลาปากแพ มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.4-6.8 ธาตุอาหาร N P K รวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0-3 และมีอุณหภูมิ 17.77-18.33 องศาเซลเซียส โดย

กรรมวิธีที่ 1 มีค่า pH สูงที่สุด กรรมวิธีที่ 8 ที่มีเฉพาะดิน มีค่าธาตุอาหารในดินสูงที่สุด และกรรมวิธีที่ 3 4 5 และ 7 มีอุณหภูมิเท่ากันและสูงกว่ากรรมวิธีที่เหลือ คือ 18.33 องศาเซลเซียส ผลของส่วนผสมปุ๋ยหมักกะลาแก่ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง กรรมวิธีที่ 5 (ดิน กะลา แกะแพ อีเอ็ม และกากน้ำตาล) และ 8 (ดิน) ส่งผลส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นของผักกวางตุ้งได้ดีใกล้เคียงกัน และมากกว่ากรรมวิธีอื่น คือ กรรมวิธีที่ 5 ต้นกวางตุ้งมีน้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 8 แต่กรรมวิธีที่ 8 ต้นกวางตุ้งมีความสูงต้น ความยาวก้านใบแท้ และจำนวนใบแท้มากที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 สำหรับกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ที่มีดินผสมกะลาแก่และ พด.1 แสดงผลยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนด้านวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทดลองจาก สถานีวิจัยเกษตรหลวงอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- ชไมพร แดงตุ้ย และคณะ. (2560). ผลของน้ำหมักชีวภาพจากกากและเปลือกเมล็ดกาแฟต่อการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12(2), 54-63.
- ธีรภูมิ ลามตระกูล. (2551). การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง จากการปลูกมันสำปะหลัง และกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อการผลิตปุ๋ยหมัก. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธัญวดี ศรีธาวีรัตน์. (2547). การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. ใน รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ปริญญ ชูละ และคณะ. (2557). ผลของวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. ใน รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ปัทมา หาญนอก และคณะ. (2563). การตรวจสอบเบื้องต้นลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดปลูกในดินที่ประกอบด้วยกากกาแฟเหลือทิ้ง. วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร, 2(3), 63-72.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนพานนท์. (2562). Parchment coffee / กาแฟกะลา. สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2562, จาก <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2778/parchment-coffee-กาแฟกะลา>
- สุธา ทองขาว. (2559). ผลของกากกาแฟหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน. ใน รายงานการวิจัย. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่.



- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). กาแฟ สรุปสถานะการผลิต การตลาด และราคาในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2562, จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=17878&filename=index
- สำนักบริหารยุทธศาสตร์. (2555). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (2555-2559). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2562, จาก <http://oaep.diw.go.th/policy/?p=110>
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2556). สถานการณ์สินค้าการเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2557. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยาม.
- Campos-Vega et al. (2015). Spent coffee grounds: A Review on current research and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 24-36.
- Janissen, B., & Huynh, T. (2018). Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. *Resources, Conservation & Recycling*, 128 (2018), 110-117.
- Kelley, W.T. (1999). Specialty crops: Chinese cabbage and related oriental crops, *Extension Horticulturist-Vegetable Crops*. Retrieved October 6, 2019, from <https://docplayer.net/49128121-Specialty-crops-chinese-cabbage-and-related-oriental-crops.html>
- Medthai. (2562). ผักกวางตุ้ง สรรพคุณและประโยชน์ของกวางตุ้ง 13 ข้อ!. Retrieved October, 27, 2562, from <http://medthai.com/ผักกวางตุ้ง/>
- Mohanpuria, P., & Yadav, S.K. (2009). Retardation in seedling growth and induction of early senescence in plants upon caffeine exposure is related to its negative effect on Rubisco. *Photosynthetica*, 47(2), 293-297.
- Reigosa, M.J., & Pasoz-malvido, E. (2007). Phytotoxic effects of 21 plant secondary metabolites on *Arabidopsis thaliana* germination and root growth. *Journal of Chemical Ecology*, 33(7), 1456-1466.
- Shemekite et al. (2014). Coffee Husk Composting: An Investigation of the Process Using Molecular and Non-Molecular Tools. *Waste management*, 34 (3), 642-652.
- Yenani et al. (2020). Organic fertilizer of coffee peel with PUMAKKAL starter formula for sustainable plantation cultivation. Paper presents in Young Scholar Symposium on Science Education and Environment (YSSSEE), Lampung, Indonesia.