การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

รณรงค์ คนชม

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

รณรงค์ คนชม

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp."

ของ รณรงค์ คนชม

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภา หอมหวล)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ดร.อนุพงศ์ วงค์ตามี)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

ผู้วิจัย รณรงค์ คนชม

ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ ปร.ด. วิทยาศาสตร์การเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO), กะเพรา, แมงลัก, โหระพา, ยูจินอล, เมทิลยูจินอล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ รวม 24 แปลง 3 ชนิดพืชประกอบด้วยกะเพรา, แมงลักและโหระพา แปลงวิจัยกะเพราขนาดแปลงย่อย 2x4 เมตร ระยะปลูก 40x50 เซนติเมตร แปลงวิจัยแมงลักและโหระพาขนาดแปลงย่อย 1.2x4 เมตร ระยะปลูก 30x50 เซนติเมตร ซึ่งประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ดังนี้กรรมวิธีที่ 1 (control), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ใส่ปุ๋ยในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ระหว่างเดือนกันยายน 2563-กันยายน 2564 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลองพบว่า แปลงกะเพรา แมงลักและโหระพา กลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมหรือกลุ่มปุ๋ย HO (กรรมวิธีที่ 4, กรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 6) ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ (OM) และปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินให้ดีขึ้น ลดความหนาแน่นของดิน ทำให้ความพรุนของดินเพิ่มขึ้น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และพบว่าในกลุ่มปุ๋ย HO ภายหลังการทดลองระดับธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอื่น ๆ

ในด้านอิทธิพลของปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของกะเพราพบว่าในด้านความสูง ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง พบว่ากลุ่มปุ๋ย HO ทำให้ขนาดลำต้นใหญ่ขึ้นเหนือปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกรรมวิธีควบคุมแต่มีขนาดทรงพุ่มใหญ่ไม่แตกต่างกับปุ๋ยเคมี ส่วนด้านผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) กลุ่มปุ๋ย HO ส่วนใหญ่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ได้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ

ในการวิจัยแมงลักพบว่าในด้านอิทธิพลของปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในด้านความสูง ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม พบว่าทุกรายการที่ทำการบันทึกกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนด้านผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ได้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญยูจินอล และเมทิลยูจินอลพบว่ากรรมวิธีที่ 6(HO-3) แสดงผลสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่นๆ

ในการวิจัยโหระพาพบว่าในด้านอิทธิพลของปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพบว่าในด้านความสูง ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6(HO-3) มีการเจริญเติบโตสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ขนาดทรงพุ่มพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนด้านผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ได้ผลผลิตสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ ผลการวิเคราะห์สารสำคัญยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ

ต้นทุนการผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (17,000), กรรมวิธีที่ 6 (16,780), กรรมวิธีที่ 5 (16,700), กรรมวิธีที่ 4 (16,650), กรรมวิธีที่ 3 (16,350) และกรรมวิธีที่ 1 (14,200) บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกำไรสุทธิในการผลิตกะเพราพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (55,275), กรรมวิธีที่ 2 (52,432), กรรมวิธีที่ 6 (46,996), กรรมวิธีที่ 4 (46,540), กรรมวิธีที่ 3 (29,010) และกรรมวิธีที่ 1 (22,612) บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกำไรสุทธิใน

การผลิตแมงลักพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (94,965), กรรมวิธีที่ 2 (85,218), กรรมวิธีที่ 5 (78,808), กรรมวิธีที่ 4 (76,720), กรรมวิธีที่ 3 (51,974) และกรรมวิธีที่ 1 (46,553) บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกำไรสุทธิในการผลิตโหระพาพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (204,004), กรรมวิธีที่ 6 (181,953), กรรมวิธีที่ 5 (158,425), กรรมวิธีที่ 4 (152,337), กรรมวิธีที่ 3 (127,781) และกรรมวิธีที่ 1 (118,403) บาทต่อไร่ ตามลำดับ

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าปุ๋ย HO โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) สามารถปรับปรุงโครงสร้างดิน ปรับสภาพดินและช่วยเพิ่มธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมให้แก่ดินได้ พร้อม ๆ กับการใส่ปุ๋ย จึงมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสารสำคัญพืชสกุลกะเพรา แม้ผลผลิตจะไม่แตกต่างมากกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ก็ตามแต่สารสำคัญสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ส่วนในด้านผลตอบแทนต่อไร่ (กำไรสุทธิ) นั้น การใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ในการปลูกกะเพราทำให้ได้ผลกำไรสูงสุด และการใช้ปุ๋ยแมงลักกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ได้ผลกำไรสูงสุด ส่วนการปลูกโหระพาการใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ให้ได้ผลกำไรสูงสุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แต่สารสำคัญพบว่าสูงสุดในปุ๋ยกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ดังนั้นเมื่อพิจารณาในด้านการปรับปรุงดิน, ต้นทุนการผลิต, การเจริญเติบโต, ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต และปริมาณสารสำคัญเป็นที่ต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศแล้ว จึงควรใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ในการปลูกกะเพรา และปุ๋ยกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ในการปลูกแมงลักและโหระพา

Title DEVELOPMENT OF CHEMICAL AND GRANULAR ORGANIC FERTILIZERWITH HORMONE MIXED FORMULA (HO) FOR PRODUCTIVITYAND ACTIVE PRINCIPLE OF *OCIMUM* SPP.

Author Ronnarong Konchom

Advisor Associate Professor Pumisak Intanon, Ph.D.

Academic Paper Ph.D. Dissertation in Agricultural Science, Naresuan University, 2023

Keywords Chemical and Granular Organic Fertilizer with Hormone Miiixed Formula (HO), basl spp., Methyl eugenol

ABSTRACT

This research is the development of mixed formulation hormone fertilizer (HO) for productivity and active principle of *Ocimum* spp. The experiment designed was in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 treatments and 4 replications 24 plots. In 3 consisting of basil, lemon basil and sweet basil. Basil plot site was 2X4 meters, planted 40X50 centimeters, lemon basil and sweet basil plot site were 1.2x4 meters, planted 30X50 centimeters, which 6 treatments as follows: Treatment 1 (control), Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15), Treatment 3 (organic fertilizer), Treatment 4 (HO-1), Treatment 5 (HO-2), Treatment 6 (HO-3) as 50 kg./rai. The experiment plots were located at Phrae Agricultural Research and Development Center, Mueang District, Phrae Province. During September 2020-September 2021. The recorded dada was analyzed in analysis of variance (ANOVA), comparing the difference of mean by DMRT at 95% confidence level.

The soil analysis before and after the experiment showed that 3 formulas of the HO group (HO-1, HO-2 and HO-3) had significantly improved the macronutrient, secondary and micronutrients content above other treatments. Not only organic matter (OM) and improved soil pH. Reduce soil density, Increase the porosity of soil, Increase the ability to hold water and found that in the HO fertilizer group

experiment significantly increased compared to other treatments.

The influence of fertilizers on vegetative, yield and yield components of basil were found that in terms of height, stem diameter, number of branches, canopy diameter, it was found that the HO fertilizer group had a statistically significant difference in the stem diameter from the other treatments and the canopy diameter was larger but not different from chemical fertilizers. Yield result (kg./rai.), most of the HO fertilizer groups increased yields. It was found that Treatment 5 (HO-2) and Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) highest yield with statistically significant differences with other treatments. Crude extract (%), eugenol and methyl eugenol was found that Treatment 5 (HO-2) showed the highest results over other treatments. In lemon basil research. It was found that in terms of the influence of fertilizer on growth. The yield and yield composition of lemon basil was found that In terms of height, stem diameter, number of branches, canopy diameter, it was found that all items recorded for Treatment 5 (HO-2) and Treatment 6 (HO-3) showed a statistically significant difference with the other treatments. Yield (kg./rai.) found that Treatment 6 (HO-3) and Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) the highest yield with a statistically significant difference with other treatments. Crude extract (%) , eugenol and methyl eugenol was found that Treatment 6 (HO-3) showed the highest results than other treatments. In sweet basil research found that in terms of the influence of fertilizers on growth. The yield and yield composition of sweet basil found that in terms of height, stem diameter, and number of branches, it was found that Treatment 6 (HO-3) and Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) had the highest growth statistically significantly different from other treatments. The canopies diameter found that Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) showed a statistically significant difference with the other treatments. Yield (kg./rai) found that Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15), Treatment 6 (HO-3) and Treatment 5 (HO-2) had the highest yields with statistically significant differences from other treatments. Crude extract (%), eugenol and methyl eugenol was found that the HO fertilizer group showed a statistically significant difference with the other treatments.

The cost of production for 3 types of crops found that the treatment that showed the highest results were Treatment 2 (17,000), Treatment 6 (16,780), Treatment 5 (16,700), Treatment 4 (16,650), Treatment 3 (16,350) and Treatment 1 (14,200) baht/rai, respectively. As for the net profit in basil production, it was found that the treatment that showed the highest results were Treatment 5 (55,275), Treatment 2 (52,432), Treatment 6 (46,996), Treatment 4 (46,540), Treatment 3 (29,010) and Treatment 1 (22,612) baht/rai, respectively. As for the net profit of lemon basil production, it was found that the process that showed the highest results were Treatment 6(94,965), Treatment 2 (85,218), Treatment 5 (78,808), Treatment 4 (76,720), Treatment 3(51,974) and Treatment 1 (46,553) baht/rai, respectively. As for the net profit of sweet basil production, it was found rthat the treatment that showed the highest results were Treatment 2 (204,004), Treatment 6 (181,953), Treatment 5 (158,425), Treatment 4 (152,337), Treatment 3 (127,781) and Treatment 1 (118,403) baht/rai, respectively.

The results of the study, it was concluded that HO fertilizers, especially those of Treatment 5 (HO-2) and Treatment 6 (HO-3), could improve soil structure. Improves soil conditions and increases micronutrients. and nutrients to the soil along with fertilizing therefore affecting the growth product and substance in *Ocimum* spp. Although the yield is not different from Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15), as for the Yield/rai (Net profit) that the use of Fertilizer Treatment 5 (HO-2) in the basil planting results in the highest profit and the use of lemon basil fertilizer, Treatment 6 (HO-3) for maximum profits. As for sweet basil, using Treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) fertilizer is the most profitable. However, when considering of soil improvement and environmentally friendly fertilizers, yield per area, active principles, yield quality is safe and the production is already in demand in both domestic and international markets. Therefore, fertilizers (HO-2) and (HO-3) should be used in the production of *Ocimum* spp.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ที่อนุเคราะห์สถานที่ทำงานวิจัยตลอดระยะเวลา 1 ปี พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลงานวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยนักวิจัย พนักงาน เจ้าหน้าที่ และคนงาน ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ที่ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้การสนับสนุนทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิตพืชเครื่องเทศปลอดภัยในอนาคตของไทยต่อไป

รณรงค์ คนชม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

ประกาศคุณูปการ ..... ฌ

สารบัญ ..... ญ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ต

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและ ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

สมมติฐานของการวิจัย 2

ขอบเขตการวิจัย 2

ข้อตกลงเบื้องต้น 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ความหมายของปุ๋ย 5

ชนิดของปุ๋ยแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ . 5

ธาตุอาหารพืชที่สำคัญ 6

การลำเลียงธาตุอาหารของพืช....10
เมแทบอไลต์ปฐมภูมิ และเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ....12
ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)....16
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลกะเพรา....18
ประโยชน์ทางด้านโภชนาการของพืชสกุลกะเพรา....22
สารสำคัญ และสรรพคุณทางยาของพืชสกุลกะเพรา....23
การผลิตกะเพรา โหระพา และแมงลัก ตามมาตรฐานการรับรองแหล่งผลิตพืชของกรมวิชาการเกษตร....25
การจัดการโรค และแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.....27
แมลงศัตรูที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา แมงลัก และโหระพา)....30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....32
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย....38
วัสดุอุปกรณ์....38
วิธีการดำเนินการวิจัย....38
วางแผนการทดลอง....38
วิธีการปลูก และการดูแลรักษา....39
การผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อใช้ในการทดลอง....40
วิธีการผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อใช้ในการทดลอง....40
การบันทึกข้อมูลการทดลอง....42
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ....48
สถานที่ทำการทดลอง....48
ระยะเวลาทำการวิจัย....48

แผนการดำเนินงาน 49
บทที่ 4 ผลการทดลอง 50
สภาพภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทำการทดลอง 50
การทดลองที่ 1 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา) 50
การทดลองที่ 2 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (แมงลัก) 78
การทดลองที่ 3 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (โหระพา) 103
บทที่ 5 บทสรุป 130
สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล 130
ข้อเสนอแนะ 167
บรรณานุกรม 168
ภาคผนวก 178
ประวัติผู้วิจัย 202

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และปริมาณของธาตุอาหารแต่ละชนิด 10

ตาราง 2 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกับปุ๋ยเคมีทั่วไป 17

ตาราง 3 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา Ocimum spp. 22

ตาราง 4 วัตถุดิบ และส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง ...41

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในกะเพรา.....52

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง.....53

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3 54

ตาราง 8 ความสูงของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....55

ตาราง 9 ขนาดลำต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....57

ตาราง 10 จำนวนกิ่ง/ต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....58

ตาราง 11 ขนาดทรงพุ่มของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....60

ตาราง 12 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลปุ๋ยจากเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....61

ตาราง 13 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลปุ๋ยจากเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....63

ตาราง 14 น้ำหนักใบสด และใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....65

ตาราง 15 ผลผลิตกะเพรา (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเก็บเกี่ยวครั้งที่1 (เมื่ออายุ 85 วัน)....66

ตาราง 16 องค์ประกอบผลผลิตของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2....68

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....70

ตาราง 18 ข้อมูลเชิงคุณภาพของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....72

ตาราง 19 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....73

ตาราง 20 ปริมาณสารยูจินอล และเมทิล ยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม....74

ตาราง 21 ต้นทุนการผลิตกะเพรา....75

ตาราง 22 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของกะเพรา....76

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในแมงลัก....79

ตาราง 24 คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง....80

ตาราง 25 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3....81

ตาราง 26 ความสูงของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก....82

ตาราง 27 ขนาดลำต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....84

ตาราง 28 จำนวนกิ่ง/ต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก 85

ตาราง 29 ขนาดทรงพุ่มของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก.....87

ตาราง 30 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของแมงลักได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....89

ตาราง 31 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....90

ตาราง 32 น้ำหนักใบสด และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของแมงลัก ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....92

ตาราง 33 ผลผลิตแมงลัก (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (เมื่ออายุ 85 วัน).....93

ตาราง 34 องค์ประกอบผลผลิตของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2.....94

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในต้นแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 97

ตาราง 36 ข้อมูลเชิงคุณภาพของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....98

ตาราง 37 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของใบแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....99

ตาราง 38 การวิเคราะห์ปริมาณสารยูจินอล และเมทิล ยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 100

ตาราง 39 ต้นทุนการผลิตแมงลัก 101

ตาราง 40 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของแมงลัก 102

ตาราง 41 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในโหระพา 104

ตาราง 42 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง..... 105

ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และHO-3..... 106

ตาราง 44 ความสูงของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก..... 107

ตาราง 45 ขนาดลำต้นของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก..... 109

ตาราง 46 จำนวนกิ่ง/ต้น ของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก 110

ตาราง 47 ขนาดทรงพุ่มของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก 112

ตาราง 48 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของโหระพาได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 114

ตาราง 49 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 115

ตาราง 50 น้ำหนักใบสด และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 117

ตาราง 51 ผลผลิตโหระพา (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (เมื่ออายุ 85 วัน)..... 118

ตาราง 52 องค์ประกอบผลผลิตของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 120

ตาราง 53 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 122

ตาราง 54 ข้อมูลเชิงคุณภาพของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 124

ตาราง 55 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของใบโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 125

ตาราง 56 ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 126

ตาราง 57 ต้นทุนการผลิตโหระพาโดยสังเขป 127

ตาราง 58 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของโหระพา 128

ตาราง 59 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดด่างของดิน 180

ตาราง 60 ระดับอินทรียวัตถุ 182

ตาราง 61 ค่า EC ดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ 25°C 188

ตาราง 62 การแปลผลค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ได้จากการวัดด้วยอัตราส่วน 1:5 ตามประเภทของเนื้อดิน ณ อุณหภูมิอ้างอิง 25°C 189

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช.....12
ภาพ 2 การสังเคราะห์ทางชีวภาพของสารทุติยภูมิ และการเชื่อมต่อกับสารปฐมภูมิ 13
ภาพ 3 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในกะเพรา.....14
ภาพ 4 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในแมงลัก.....15
ภาพ 5 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในโหระพา.....16
ภาพ 6 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO).....17
ภาพ 7 ต้นกะเพราที่มีลำด้นสีแดง และสีเขียว.....18
ภาพ 8 ใบของกะเพรา ขอบใบเป็นจักฟันเลื่อย และมีขนสีขาวบนใบ.....18
ภาพ 9 ลักษณะของดอกกะเพรา.....19
ภาพ 10 ลักษณะของใบโหระพา.....20
ภาพ 11 ลักษณะของดอกโหระพา.....20
ภาพ 12 ลักษณะของใบแมงลัก.....21
ภาพ 13 ลักษณะของดอก และเมล็ดแมงลัก.....21
ภาพ 14 ระยะการเจริญเติบโตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ.....30
ภาพ 15 การเข้าทำลายของหนอนชอนใบ.....31
ภาพ 16 การเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ.....32
ภาพ 17 สภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือน.....50
ภาพ 18 ความสูงของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....56

ภาพ 19 ขนาดลำต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....57

ภาพ 20 จำนวนกิ่งของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 59

ภาพ 21 ขนาดทรงพุ่มของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....60

ภาพ 22 ความสูงของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 83

ภาพ 23 ขนาดลำต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 84

ภาพ 24 จำนวนกิ่งของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 86

ภาพ 25 ขนาดทรงพุ่มของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม.....87

ภาพ 26 ความสูงของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 108

ภาพ 27 ขนาดลำต้นของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 109

ภาพ 28 จำนวนกิ่งของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 111

ภาพ 29 ขนาดทรงพุ่มของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 112

ภาพ 30 การสกัดสารสกัดหยาบจากใบกะเพรา แมงลัก และโหระพา 191

ภาพ 31 สารสกัดหยาบจากใบกะเพรา แมงลัก และโหระพา..... 191

ภาพ 32 แปลงวิจัยกะเพรา 192
ภาพ 33 แปลงวิจัยกะเพรา (1) 192
ภาพ 34 แปลงวิจัยกะเพรา (2) 193
ภาพ 35 การวัดความยาวระบบรากกะเพรา 193
ภาพ 36 การวัดความยาว และความกว้างใบกะเพรา 194
ภาพ 37 แปลงวิจัยแมงลัก (1) 195
ภาพ 38 แปลงวิจัยแมงลัก (2) 195
ภาพ 39 การวัดความยาวระบบรากแมงลัก 196
ภาพ 40 การวัดความยาว และความกว้างใบแมงลัก 196
ภาพ 41 แปลงวิจัยโหระพา (1) 197
ภาพ 42 แปลงวิจัยโหระพา (2) 197
ภาพ 43 การวัดความยาวระบบรากโหระพา 198
ภาพ 44 การวัดความยาว และความกว้างใบโหระพา 198
ภาพ 45 ตู้อบลมร้อน 199
ภาพ 46 เครื่องบดละเอียด 199
ภาพ 47 RHS Colour Chart แถบวัดสีของใบไม้ 200

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและ ความสำคัญของปัญหา

พืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. *(*กะเพรา โหระพา และแมงลัก) จัดเป็นพืชเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม มาอย่างช้านาน เป็นพืชผักสวนครัวปลูกง่าย มีปลูกทุกบ้านใช้ปรุงอาหาร และมีสรรพคุณทางยา ช่วยขับลม แก้ท้องอืด ช่วยย่อยอาหาร บำรุงธาตุ ในประเทศอินเดียถือว่าเป็นยาอายุวัฒนะ จัดเป็นราชินีแห่งสมุนไพร (The Queen of herbs) ประเทศไทยนิยมปลูกทั่วทุกภูมิภาค มีทั้งปลูกเป็นอาชีพหลัก และปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน ซึ่งปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกเพื่อการส่งออกที่สำคัญ ในเขตภาคกลาง จังหวัดนครปฐม พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และราชบุรี มีพื้นที่ปลูก ประมาณ 400,000 ไร่ มีผลผลิต 5.0-5.5 ล้านตัน มูลค่าการส่งออกมากถึง 16 ล้านบาทต่อปี การผลิตเพื่อส่งออกต้องได้รับการตรวจรับรองมาตรฐานแหล่งผลิตพืชเพื่อการส่งออกให้ผลผลิตที่ได้ปลอดจากสารเคมีตกค้าง ป้องกันการปฏิเสธทางด้านการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตรวจรับรองแหล่งผลิตพืช และตรวจสารเคมีตกค้างในผลผลิตพืชผักส่งออก เพื่อยกระดับมาตรฐานสินค้าเกษตรของไทย แต่อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการผลิตพืชสกุลกะเพรา พบว่ามีการใช้ปุ๋ย และสารเคมีทางการเกษตรในปริมาณที่สูงเกินความต้องการของพืช และมีการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรในผลผลิต มีผลโดยตรงต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และการส่งออก อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนการผลิต พืชสกุลกะเพรา (*Ocimum* spp.*)* สูงตามไปด้วย ซึ่งการผลิตพืชสกุลกะเพราให้มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตลาดทั้งใน และต่างประเทศนั้นทางรัฐบาลมีเป้าหมายในการผลิตพืชอาหารปลอดภัย ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรลง ซึ่งเป็นหนึ่งในแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย พ.ศ. 2560-2564 กับโครงการพัฒนาเมืองสมุนไพร (Herbal City) โดยมีการวางแผนการพัฒนาสมุนไพรตลอดห่วงโซ่คุณค่า สมุนไพรควรมีคุณภาพ ตั้งแต่การผลิตในระดับฟาร์ม จนถึงการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม ต้องมีมาตรฐานรับรองการผลิตทุกขั้นตอนเช่น ในระดับฟาร์มการผลิตพืช ผักสมุนไพรพื้นบ้าน ที่มีสารสำคัญทางยา ต้องปราศจากสารเคมีตกค้างทางการเกษตร สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีแปรรูปอย่างปลอดภัย เป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งภายใน และต่างประเทศ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าการตลาดให้กับพืชสมุนไพรไทยได้อีกด้วย

ผู้วิจัยพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิด ที่พืชจำเป็น และต้องการในปริมาณที่เหมาะสมมาผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรค และแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด จึงได้พัฒนามาปรับใช้กับพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) โดยใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เป็นนวัตกรรมใหม่ ซึ่งมีสารเสริมภูมิต้านทานโรค และแมลงหลายชนิด ซึ่งเป็นการลดการใช้สารเคมีในการกำจัดโรค และแมลง เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมต่อคุณภาพ และปริมาณ ของพืชสกุลกะเพรา ให้มีความปลอดภัยจากการสารเคมีตกค้าง อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สูตรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพผลผลิต สำหรับพืชสกุลกะเพรา
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีต่อปริมาณสารสำคัญของพืชสกุลกะเพรา
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของดิน

สมมติฐานของการวิจัย

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่มผลผลิต และปริมาณสารสำคัญของพืชสกุลกะเพรา (*Ocimum* spp.) ให้สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของดินได้

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่ ทำการทดลองในแปลงทดลองของศูนย์วิจัย และพัฒนาการเกษตรแพร่ ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

ขอบเขตด้านเนื้อหา เป็นการทดลองเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญ อ้างอิงวิธีการผลิตตามกรรมวิธีของภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) ที่คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร แล้วนำปุ๋ยมาการทดลองในแปลงทดลองของศูนย์วิจัย และพัฒนาการเกษตรแพร่ ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

ขอบเขตด้านระยะเวลา เป็นการวิจัยในแปลงเกษตรกร ระยะเวลากันยายน 2563 - กันยายน 2564

ข้อตกลงเบื้องต้น

การผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สูตรเพิ่มผลผลิต และสาระสำคัญ ของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. อ้างอิงวิธีการผลิตตามกรรมวิธีของภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) และชวลิต รักษาริกรณ์ (2555) โดยพัฒนาขึ้นมา 3 สูตร แล้วทำการทดสอบกับปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมหรือ HO (Chemicaland Granular Organic Fertilizer) หมายถึง การนำเอาธาตุอาหารที่จำเป็นทั้งหมด 16 ชนิด มารวมกับจุลินทรีย์ชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูง ผสมกับฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของพืช สารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคสารอินทรีย์ป้องกันโรค และแมลงเข้าด้วยกันได้ในเม็ดเดียว มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชสกุลกะเพรา Ocimum (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) เป็นปุ๋ยละลายช้า ให้ผลผลิตสูง และช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552; ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และชวลิต รักษาริกรณ์, 2555; สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555; Intanon., 2013)

2. กะเพรา แมงลัก และโหระพา เป็นพืชล้มลุก อยู่ในวงศ์ Lamiaceae จัดเป็นพืชเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม มาอย่างช้านาน เป็นพืชผักสวนครัวปลูกง่าย มีปลูกทุกบ้านใช้ปรุงอาหาร และมีสรรพคุณทางยา ช่วยขับลม แก้ท้องอืด ช่วยย่อยอาหาร บำรุงธาตุ ในประเทศอินเดียถือว่าเป็นยาอายุวัฒนะ จัดเป็นราชินีแห่งสมุนไพร (The Queen of herbs) ประเทศไทยนิยมปลูกทั่วทุกภูมิภาค มีทั้งปลูกเป็นอาชีพหลัก และปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน

3. สารสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง สารยูจินอล และเมทิลยูจินอล เป็นสารประกอบประเภทฟีนอลิก ที่พบในน้ำมันหอมระเหยในพืชสกุลกะเพรา

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิดที่พืชจำเป็น และต้องการในปริมาณที่เหมาะสมมาผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรค และแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิดซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมี มีธาตุอาหารพืชเพียง 3 ชนิด คือ N, P, K ส่วน

สารชนิดอื่น ๆ ต้อง ซื้อจากแหล่งอื่น ๆ มาเพิ่มเติม บำรุงเป็นอาหารเสริมพืช และป้องกันกำจัดโรคและแมลง นั้นหมายความว่า การใส่ปุ๋ยเคมี เพียงอย่างเดียวไม่สามารถจัดการปัญหาพืชได้ครอบคลุม เหมือนการใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิต และสารสำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

2. เกษตรกรที่ปลูกกะเพรา แมงลัก และโหระพา สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง และสามารถจัดการปุ๋ยในกรรมวิธีที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ย HO ที่เหมาะสม

3. เกษตรกรสามารถผลิตกะเพรา แมงลัก และโหระพา ให้มีผลผลิตสูง และมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น

4. เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่สามารถปรับปรุงบำรุงดิน และรักษาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกับการใส่ปุ๋ยได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของปุ๋ย

ปุ๋ย หมายถึง สารหรือสิ่งที่ใส่ลงไปในดิน เพื่อวัตถุประสงค์ให้ปลดปล่อยธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ที่พืชยังขาดอยู่ให้พืชได้รับอย่างเพียงพอ พืชสามารถเจริญเติบโตงอกงามและให้ผลิตผลสูงขึ้น

ชนิดของปุ๋ยแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์

ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยพืชสด และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดซึ่งเป็นพวกอินทรีย์สาร ปุ๋ยคอกที่สำคัญได้แก่ มูลหมู, มูลเป็ด, มูลไก่ ฯลฯ นิยมใช้ในส่วนผักและสวนผลไม้ กันอย่างแพร่หลาย ปุ๋ยคอกช่วยปรับปรุงดินให้โปร่งและร่วนซุย ทำให้การเตรียมดินง่าย พืชเจริญเติบโตได้ดี เพราะดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ปุ๋ยหมัก คือปุ๋ยที่ได้จากเศษหญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว ฯลฯ ปล่อยให้เน่าเปื่อยเสียก่อน จึงนำไปใส่ในดินเป็นปุ๋ย หรือได้จากการนำขยะจากพวกเศษพืช เศษอาหารหมักจนกลายเป็นปุ๋ย ปุ๋ยหมักสามารถทำเองได้โดยการกองสุมเศษพืชสูงขึ้นจากพื้นดิน 30-40 เซนติเมตร แล้วโรยปุ๋ยคอกผสมปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ 15-15-15 ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม ต่อเศษพืชหนัก 1,000 กิโลกรัม เสร็จแล้วก็กองเศษพืชซ้อนทับลงไปอีกแล้วโรยปุ๋ยคอกผสมปุ๋ยเคมีทำเป็นชั้น ๆ จนสูงประมาณ 1.5 เมตร ควรมีการรดน้ำแต่ละชั้นเพื่อให้มีความชุ่มชื้น และเป็นการทำให้มีการเน่าเปื่อยได้เร็วขึ้น ปุ๋ยพืชสดได้จากการปลูกพืชบำรุงดินซึ่ง ได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่าง ๆ แล้วทำการไถกลบ เมื่อพืชเจริญเติบโตมากที่สุด ซึ่งเป็นช่วงที่กำลังออกดอก พืชตระกูลถั่วที่ควรใช้เป็นปุ๋ยพืชสดควรมีอายุสั้น ระบบรากลึก ทนแล้ง ทนโรค และแมลงได้ดี ปลูกง่าย และมีเมล็ดมาก ได้แก่ถั่วพุ่ม, ถั่วเขียว, ถั่วลายปอเทือง, ถั่วขอ และโสน เป็นต้น

ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ คือ ปุ๋ยที่ได้จาการผลิต หรือสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรมจากแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ได้ตามธรรมชาติ หรือเป็นผลพลอยได้ของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ปุ๋ยเคมี มีอยู่ 2 ประเภท คือแม่ปุ๋ย และปุ๋ยผสม

แม่ปุ๋ย คือปุ๋ยที่มีสารประกอบทางเคมี ธาตุอาหารปุ๋ยคือ N หรือ P หรือ K เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยหนึ่งหรือสองธาตุ แล้วแต่ชนิดของสารประกอบที่เป็นแม่ปุ๋ยนั้น ๆ เช่นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมีไนโตรเจน 20% ส่วนโพแทสเซียมไนเตรด มีไนโตรเจน 13% และโพแทสเซียม 46% K_2O อยู่ร่วมกันสองธาตุ

ปุ๋ยผสม ได้แก่ ปุ๋ยที่มีการนำเอาแม่ปุ๋ยหลาย ๆ ชนิดมาผสมรวมกัน เพื่อให้ปุ๋ยที่ผสมได้มีปริมาณ และสัดส่วนของธาตุอาหาร N, P และ K ตามที่ต้องการ เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีสูตร หรือเกรดปุ๋ยที่เหมาะที่จะใช้กับชนิดพืช และดินที่แตกต่างกัน ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก เนื่องจากมีเทคโนโลยีในการทำปุ๋ยผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ มีการปั้นเป็นเม็ดที่สม่ำเสมอ สะดวกในการใช้มากยิ่งขึ้น

ธาตุอาหารพืชที่สำคัญ

พืชมีความต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม แมกนีเซียม, กำมะถัน, แคลเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน โดยธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน และออกซิเจน พืชได้จากน้ำ และอากาศ ส่วนที่เหลืออีก 13 ธาตุ เป็นธาตุอาหารหลัก 6 ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มากจากดิน คือไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส,โพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม และกำมะถัน เป็นธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ พืชใช้ในปริมาณที่น้อย แต่พืชจะขาดธาตุเหล่านี้ไม่ได้เช่นกัน คือเหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน ปกติแล้วธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในดินอยู่แล้ว แต่ในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้นจึงต้องมีการเสริมธาตุเหล่านี้ในดินด้วยหน้าที่ และความสำคัญของธาตุต่าง ๆ ดังนี้

1) ธาตุไนโตรเจน (N) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช ช่วยทำให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ช่วยเสริมใบ และลำต้นให้มีสีเขียวเข้ม และช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นพืชอาหารเช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยในเรื่องควบคุมการออกดอกออกผลของพืช ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผล และเมล็ด

อาการของพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจนใบจะเหลืองผิดปกติจากใบล่างไปสู่ยอด และแห้ง จนใบร่วงจากต้นก่อนกำหนด ลำต้นจะผอม กิ่งก้านลีบเล็ก และมีใบน้อย พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นสีเหลือง หรืออาจจะมีสีชมพูเจือปนด้วย และพืชจะไม่เติบโต หรือโตช้ามาก

2) ธาตุฟอสฟอรัส (P) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช ช่วยให้รากดึงดูดโพแทสเซียมเข้ามาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นช่วยแก้ผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้น เนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอย และรากแขนงในระยะแรกของการเจริญเติบโตช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยในการออกดอก และสร้างเมล็ดของพืช เพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี ทำให้ลำต้นของพืชแข็งไม่ล้มง่าย

อาการของพืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้จะแข็งแต่เปราะหักง่าย รากจะเจริญเติบโต และแพร่กระจายลงดินช้ากว่าที่ควร ดอก และผลที่ออกมาไม่สมบูรณ์ หรือบางครั้งอาจหลุดร่วงไป หรืออาจมีขนาดเล็ก พืชจำพวกลำต้นอวบน้ำหรือลำต้นอ่อน ๆ จะล้มง่ายใบแก่จะเปลี่ยนสีหรือพืชบางชนิดใบจะเป็นสีม่วง อาการจะเกิดขึ้นกับใบล่างของต้นขึ้นไปหายอด

3) ธาตุโพแทสเซียม (K) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากดูดน้ำได้ดีขึ้นมีความจำเป็นต่อการสร้างเนื้อของผลไม้ให้มีคุณภาพดีทำให้พืชมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ ทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ช่วยป้องกันผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับพืชเนื่องจากการได้รับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากเกินไป ช่วยเพิ่มคุณภาพของพืชผัก และผลไม้ โดยทำให้พืชมีสีสัน ขนาด ความหวาน และคงทนต่อสภาพแวดล้อมได้

อาการของพืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียมขอบใบเหลือง และกลายเป็นสีน้ำตาล โดยเริ่มต้นจากปลายใบเข้าสู่กลางใบ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะแห้งเหี่ยวไป จะเกิดจากใบล่างก่อน แล้วจึงค่อย ๆ ลามขึ้นข้างบน พืชที่เห็นชัดคือข้าวโพดผลผลิตตกต่ำ พืชจำพวกธัญพืชจะทำให้เมล็ดลีบ มีน้ำหนักเบา พืชหัวจะมีแป้งน้อย และข้าวโพดจะมีเมล็ดไม่เต็มฝัก ฝักจะเล็กมีรูปร่างผิดปกติ ใบยาสูบมีคุณภาพต่ำ ติดไฟยาก กลิ่นไม่ดี พืชจำพวกฝ้ายใบจะมีสีน้ำตาลปนแดง สมอฝ้ายที่เกิดขึ้นจะไม่อ้าเต็มที่เมื่อแก่

4) ธาตุแคลเซียม (Ca) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืชช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น ในระยะออกดอก และระยะที่สร้างเมล็ดพืชจะมีความจำเป็นมาก เพราะธาตุแคลเซียมจะมีส่วนในการเคลื่อนย้าย และเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนในพืช เพื่อนำไปใช้ในการสร้างผล และเมล็ดต่อไป

อาการของพืชที่ขาดแคลเซียมจะพบมากในบริเวณยอด และปลายราก ยอดอ่อนจะแห้งตาย และใบจะมีการม้วนงอไปข้างหน้า และขาดเป็นริ้ว ๆ ซึ่งจะเกิดที่ใบอ่อนก่อน แก้ไขโดยการใส่ปูนขาว หินปูนบด หินปูนเผา เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือการใส่ปุ๋ยคอกบำรุงดิน

5) ธาตุแมกนีเซียม (Mg) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช เป็นองค์ประกอบของส่วนที่เป็นสีเขียว ทั้งที่ใบ และส่วนอื่น ๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหาร และโปรตีนพืช

อาการของพืชที่ขาดแมกนีเซียม ใบพืชเหลืองซีดบริเวณเส้นกลางใบที่อยู่ใกล้กับผล ถ้าหากอาการขาดรุนแรงใบแก่มีอาการมากกว่าใบอ่อนการขาดธาตุแมกนีเซียม จะทำให้ผลผลิตลดลง และต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด สาเหตุที่พืชขาดธาตุแมกนีเซียม มาจากปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดึงดูดมาใช้ได้ และการมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ การแก้ไขสามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดิน ความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหมาะสมต่อการนำเข้าไปใช้ของพืช และมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือ การฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที

6) ธาตุกำมะถัน (S) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช มีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนพืช เป็นองค์ประกอบของวิตามินบางตัวที่มีผลทางอ้อมต่อการสร้างสีเขียวของพืช ซึ่งจะช่วยให้เกิดการหายใจ และการปรุงอาหารพืชพืชที่ขาดกำมะถันจะมีสีเขียวอ่อน หรือเหลืองคล้าย ๆ อาการขาดไนโตรเจน ใบขนาดเล็กลง ยอดของพืชจะชะงักการเจริญเติบโต ลำต้น และกิ่งก้านลีบเล็ก

อาการของพืชที่ขาดธาตุกำมะถันจะมีอาการแตกต่างจากขาดธาตุไนโตรเจน คือจะปรากฏที่ยอดอ่อนก่อน ส่วนใบล่างยังคงปกติ ถ้าอาการรุนแรงใบล่างก็จะมีอาการด้วยเช่นกัน ซึ่งจะตรงข้ามกับอาการของการขาดไนโตรเจน จะแสดงอาการที่ใบล่างก่อน ดินที่ขาดธาตุกำมะถันคือ ดินทราย ซึ่งมีอินทรียวัตถุน้อย การเพิ่มกำมะถันในดิน นอกจากจะมีการใส่กำมะถันผงโดยตรงแล้ว การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด ก็เป็นวิธีการแก้ปัญหาการขาดธาตุกำมะถันในดินได้เช่นกัน แต่ข้อควรระวังในการใส่กำมะถันก็คืนหากใส่มากเกินความจำเป็นจะทำให้ดินเป็นกรดได้

7) ธาตุเหล็ก (Fe) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช เป็นองค์ประกอบของโปรตีน และมีบทบาทสำคัญในการปรุงอาหารของพืช ช่วยกระตุ้นให้การหายใจ และการปรุงอาหารของพืชเป็นไปอย่างสมบูรณ์

อาการของพืชที่ขาดธาตุเหล็กพบว่าใบอ่อนบริเวณเส้นใบยังคงมีความเขียว แต่พื้นใบจะเริ่มเหลืองซีด ส่วนใบแก่ยังคงมีอาการปกติ ระยะต่อมาจะเหลืองซีดทั้งใบ ขนาดใบจะเล็กลงกว่าปกติ และจะร่วงไปก่อนใบแก่เต็มที่ กิ่งแห้งตาย ส่วนผลผลิตจะลดลง ขนาดผลเล็ก และผิวไม่สวย ผิวเรียบและเกรียม การขาดธาตุเหล็กยังมีผลต่อการเจริญของยอดอ่อนด้วย การแก้ไขตามปกติช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่พืชสามารถนำธาตุเหล็กไปใช้ได้คือ ค่า pH ระหว่าง 5.5-5.6 แต่ถ้าค่า pH ต่ำกว่านี้จะทำให้ปริมาณของธาตุเหล็กมีมากเกินไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ ธาตุเหล็กจะไปตรึงธาตุฟอสฟอรัสไว้จนพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ การแก้ไขด้วยการฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมทางใบ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการขาดธาตุเหล็กได้

8) ธาตุทองแดง (Cu) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช มีผลต่อพืชโดยอ้อม ในการสร้างส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยเพิ่มโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ และป้องกันการถูกทำลายส่วนสีเขียว นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในพืช ซึ่งมีผลต่อการปรุงอาหารยังผลต่อการเจริญเติบโต และการติดดอกออกผลธาตุทองแดงยังช่วยให้ต้นพืชสามารถดูดธาตุเหล็กที่อยู่ในดินนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

อาการของพืชที่ขาดธาตุทองแดงใบพืชจะมีสีเขียวจัดผิดปกติ แล้วต่อมาจะค่อย ๆ เหลืองลง โดยแสดงอาการจากยอดลงมาถึงโคน อาการขาดธาตุทองแดงพบมากในเขตดินเปรี้ยว การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอาจช่วยได้ หรือฉีดพ่นด้วยธาตุอาหารเสริม (ที่มีทองแดงประกอบ) ทางใบ

9) ธาตุสังกะสี (Zn) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช อาการของพืชที่ขาดธาตุสังกะสี จะให้ปริมาณฮอร์โมน IAA ในตายอดลดลง ทำให้ตายอด และข้อปล้องไม่ขยาย ใบออกมาซ้อน ๆ กัน นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับน้ำย่อยของพืชหลายชนิด ในการสร้างอาหาร และสังเคราะห์แสง จึงมีผลทางอ้อมในการสร้างส่วนสีเขียวของพืช การแก้ไขที่ให้ผลแน่นอนคือการฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริมที่มีธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบ

10) ธาตุแมงกานีส (Mn) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช มีผลกระทบต่อใบ เนื่องจากมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยในต้นพืช และยังควบคุมกิจกรรมของธาตุเหล็ก และไนโตรเจนในต้นพืชอีกด้วย

อาการของพืชที่ขาดธาตุแมงกานีสใบจะออกสีเหลือง ส่วนเส้นใบจะเขียวอยู่ปกติ โดยเฉพาะใบอ่อนอาจเกิดเป็นจุดขาวหรือจุดเหลืองที่ใบ ต้นโตช้า ใบไม่สมบูรณ์ พุ่มต้นโปร่งพืชที่แสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส ต้องฉีดพ่นเข้าทางใบด้วยธาตุอาหารเสริมที่มีองค์ประกอบของธาตุแมงกานีส

11) ธาตุโบรอน (B) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช เกี่ยวข้องต่อการดูดดึงธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชดูดเอาธาตุแคลเซียม และไนโตรเจนไปใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชใช้ธาตุโพแทสเซียมได้มากขึ้น มีบทบาทในการสังเคราะห์แสง การย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเพิ่มคุณภาพทั้งรสชาติ ขนาด และน้ำหนักของผล เพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโต เพราะโบรอนจะควบคุมการดูด และคายน้ำของพืชในขบวนการปรุงอาหารด้วย

อาการของพืชที่ขาดธาตุโบรอน ส่วนยอด และตายอดจะบิดงอ ใบอ่อนบางโปร่งใสผิดปกติ เส้นกลางใบหนากร้าน ตกกระ มีสารเหนียว ๆ ออกมาตามเปลือกของลำต้น กิ่งก้านจะแลดูเหี่ยว ผลเล็ก และแข็งผิดปกติ มีเปลือกหน้า บางทีผลแตกเป็นแผล อาการขาดธาตุนี้จะเห็นเด่นชัดเมื่อต้นพืชกระทบแล้งหรือขาดน้ำมาก ๆ ควรทำการปรับปรุงดินอย่าให้เป็นกรด-ด่างมาก และควรฉีดพ่นอาหารเสริมทางใบที่มีองค์ประกอบของโบรอนด้วย

12) ธาตุโมลิบดินัม (Mo) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช ทำให้การทำงานของธาตุไนโตรเจนในพืชสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ ยังจำเป็นสำหรับขบวนการสร้างสารสีเขียว และน้ำย่อยภายในพืชบางชนิด

อาการของพืชที่ขาดธาตุโมลิบดินัมใบเป็นจุดด่าง ในขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ ถ้าขาดธาตุนี้รุนแรง ใบจะม้วนเข้าข้างใน ลักษณะที่ปลาย และขอบใบจะแห้ง ดอกร่วง และผลแคระแกรนไม่เติบโตเต็มที่

13) ธาตุคลอรีน (Cl) หน้าที่ และความสำคัญต่อต้นพืช สำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสง มีผลทำให้พืชแก่เร็วขึ้น

อาการของพืชที่ขาดธาตุคลอรีนใบจะซีด เหี่ยว และใบสีเหลืองบรอนซ์ ถ้ามีคลอรีนมากทำให้ใบแห้ง เหลืองก่อนกำหนด

การลำเลียงธาตุอาหารของพืช

น้ำที่พืชลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์ของรากเข้าสู่ไซเลม มีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่รากดูดจากดินละลายอยู่ด้วยการลำเลียงธาตุอาหารต่าง ๆ มีความซับซ้อนมากกว่าการลำเลียงน้ำเพราะเซลล์มักไม่ยอมให้ธาตุอาหารเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกได้โดยอิสระ กระบวนการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารต่าง ๆ เข้าสู่รากทำได้ 2 วิธี คือ ลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) โดยธาตุอาหารจะแพร่จากภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าไปยังภายในเซลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน (active transport) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารแบบอาศัยพลังงานทำให้พืชสามารถลำเลียงธาตุอาหารจากภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเข้ามาภายในเซลล์ได้ จึงทำให้พืชสะสมธาตุอาหารบางชนิดไว้ได้ ธาตุอาหารที่จะเข้าไปในไซเลมสามารถเคลื่อนผ่านชั้นคอร์เทกซ์ของรากได้โดยเส้นทางอโพพลาส หรือซิมพลาส และเข้าสู่เซลล์เอนโดเดอร์มิส ก่อนเข้าสู่ไซเลมธาตุอาหารที่พืชลำเลียงเข้าไปในไซเลมนั้น เป็นสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของพืช

ตาราง 1 แสดงธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และปริมาณของธาตุอาหารแต่ละชนิด

ธาตุ	สัญลักษณ์ทางเคมี	รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ค่าร้อยละ (%) ของธาตุที่พบในเนื้อเยื่อพืช (น้ำหนักแห้ง)
โมลิบดีนัม	Mo	MoO_4^{2-}	0.00001
ทองแดง	Cu	Cu^+, Cu^{2+}	0.0006
แมงกานีส	Mn	Mn^{2+}	0.005
นิกเกิล	Ni	Ni^{2+}	0.003
สังกะสี	Zn	Zn^{2+}	0.002
โบรอน	B	$H_2BO_3^-$	0.002
เหล็ก	Fe	Fe^{2+}	0.01
คลอรีน	Cl	Cl^-	0.01
กำมะถัน	S	SO_4^{2-}	0.1
ฟอสฟอรัส	P	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}	0.2
แมกนีเซียม	Mg	Mg^{2+}	0.2
แคลเซียม	Ca	Ca^{2+}	0.5
โพแทสเซียม	K	K^+	1.0

ธาตุ	สัญลักษณ์ทางเคมี	รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ค่าร้อยละ (%) ของธาตุที่พบในเนื้อเยื่อพืช (น้ำหนักแห้ง)
ไนโตรเจน	N	NO_3^- , NH_4^+	1.5
ไฮโดรเจน	H	H_2O	6
ออกซิเจน	O	O_2 , H_2O , CO_2	45
คาร์บอน	C	CO_2	45

ที่มา: http://nd-biology.tripod.com/mysite/nd_biology_09.html

จากตาราง 1 จะเห็นว่าพืชต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดในปริมาณไม่เท่ากันการให้ปุ๋ยเป็นการเพิ่มธาตุอาหารแก่พืช ถ้าให้มากเกินความต้องการของพืชจะเป็นการสิ้นเปลือง และอาจทำให้พืชตายได้ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการตรวจสอบธาตุอาหารที่อยู่ในดิน และวิเคราะห์อาการของพืชว่าขาดธาตุใด จากตารางพบว่าธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrients) มี 9 ธาตุ ได้แก่ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg และS แต่เนื่องจาก C, H, O นั้นพืชได้มาจากธรรมชาติจากน้ำ และอากาศเพียงพออยู่แล้ว ด้วยเหตุนี้ธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากจึงเรียกว่ามี 6 ธาตุเฉพาะธาตุที่ผู้ผลิตต้องจัดการเข้าไปให้พอเพียงกับความต้องการของพืชคือ N, P, K, Ca, Mg และ S ซึ่งจัดเป็นธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง ส่วนธาตุที่พืชต้องการปริมาณเพียงเล็กน้อย (micronutrients) หรือธาตุอาหารเสริมมี 7 ธาตุ ได้แก่ B, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Cl และ Ni ธาตุอาหาร 2 กลุ่มนี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่าเทียมกันแต่ปริมาณที่พืชต้องการแตกต่างกันองค์ประกอบของพืชประมาณร้อยละ 96 ของน้ำหนักแห้งของพืช ประกอบด้วย C, H, O ซึ่งธาตุทั้งสามนี้พืชได้รับจากน้ำ และอากาศอย่างเพียงพอ การจัดกลุ่มธาตุอาหารเกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์ 3 ประการพิจารณาว่าธาตุใดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชดังนี้

1. ถ้าขาดธาตุนั้นพืชจะไม่สามารถดำรงชีพ ทำให้การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ไม่ครบวงจร
2. ความต้องการธาตุอาหารนั้นในการเจริญเติบโตมีความจำเพาะเจาะจงจะใช้ธาตุอื่นทดแทนไม่ได้
3. ธาตุนั้นจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม และการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงไม่ใช่ธาตุที่แก้ไขความเหมาะสมของดินหรือเสริมธาตุชนิดอื่นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากนี้ยังอาจจัดแบ่งธาตุอาหารออกได้เป็น 3 กลุ่มตามหน้าที่ทางสรีรวิทยา และชีวเคมีดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นองค์ประกอบของธาตุอินทรีย์ภายในพืช ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์หลัก คือ แคลเซียม (Ca), ไฮโดรเจน (H), ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) องค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับเมตาบอลิซึม เช่น P ในสาร ATP และMg ที่เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์

กลุ่มที่ 2 กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เช่น เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และคลอรีน (Cl)

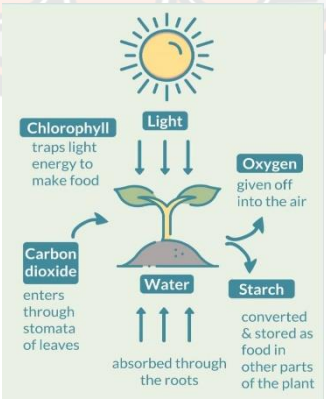
กลุ่มที่ 3 ควบคุมแรงดันออสโมติก เช่นโพแทสเซียม (K) ช่วยรักษาความเต่งของเซลล์คุมเป็นต้น

เมแทบอไลต์ปฐมภูมิ และเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ

กะเพรา แมงลัก และโหรา เป็นพืชสกุลเดียวกัน มีสารสำคัญที่มีสรรพคุณออกฤทธิ์เหมือนหรือต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี ซึ่งจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. เมแทบอไลต์ปฐมภูมิ (primary metabolites)

สิ่งมีชีวิต ได้แก่ สาหร่าย พืช และแบคทีเรียบางชนิด รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และสังเคราะห์สารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์ แล้วสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีพ เรียกการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosysthesis) ซึ่งจะได้คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, โปรตีน และสารสี (pigment) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช คือแสง, ความเข้มแสง, สารสี, น้ำ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, อุณหภูมิ และธาตุอาหารที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง ได้แก่ ไนโตรเจน (N), โพแทสเซียม (K), แมกนีเซียม (Mg), ซัลเฟอร์ (S), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn) และโมลิดินัม (Mo) เป็นต้น (ภาพ 1)

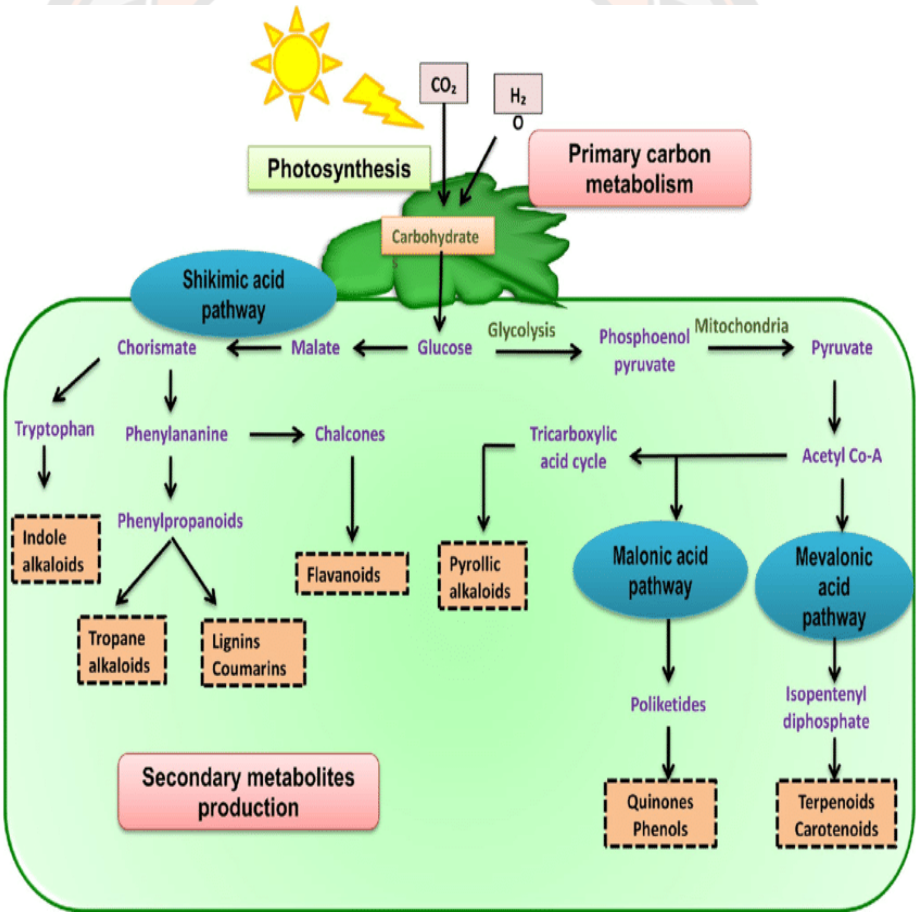


ภาพ 1 กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

ที่มา: www.https://sactree.org/programs/activities-for-kids/photosynthesis/

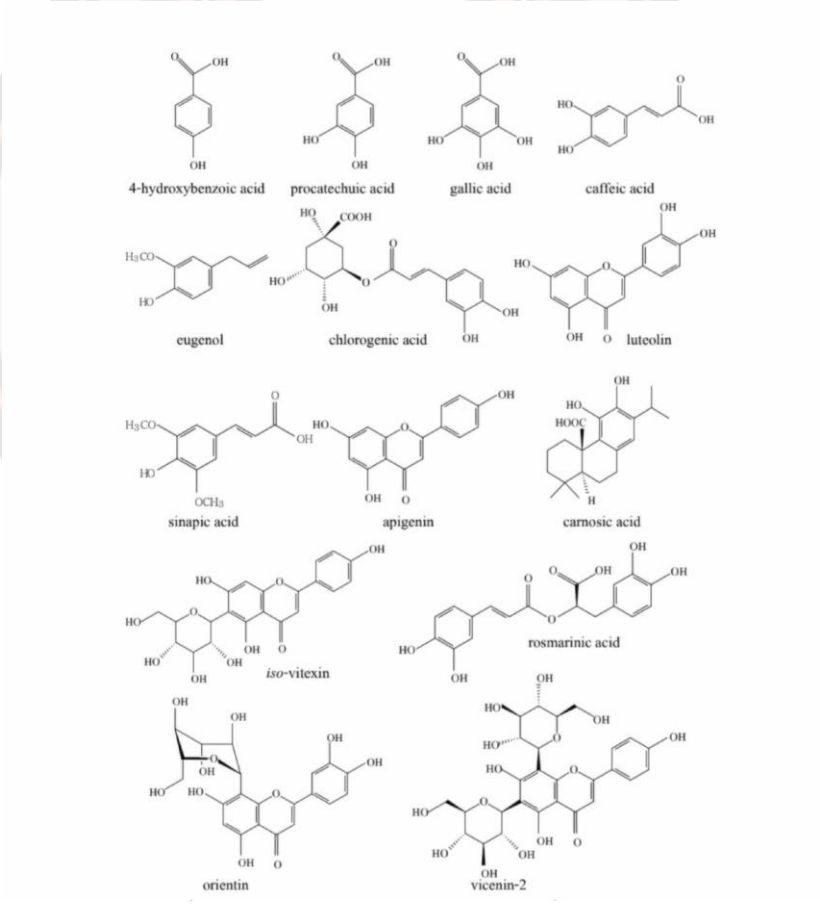
2. เมแทบอไลต์ทุติยภูมิ

เกิดจากวิถีสังเคราะห์ซึ่งบางชนิดเกิดผ่านวิถีเดียว และ บางชนิดผ่านหลายวิถี โดยจะทำงานร่วมกับเอนไซม์ และ รีเอเจนต์ชีวเคมี (biochemical reagent) โดยเริ่มจากสารตั้งต้น จากเมแทบอไลต์ปฐมภูมิ คือ คาร์โบไฮเดรต, กรดอะมิโน (amino acid), ลิพิด (lipid) หรือสารอื่น ๆ ซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการแยกสลายคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า ไกลโคลิซิส (glycolysis) ในกระบวนการเมแทบอไลต์ทุติยภูมิที่พืชผลิตมานั้นไม่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ แต่ถูกสร้างมาเพื่อป้องกันตัวจากศัตรู แต่อย่างไรก็ตามยังคงประโยชน์สำหรับมนุษย์ เนื่องจากสารบางชนิดมีสรรพคุณทางยา มีอยู่หลายกลุ่มดังนี้ อัลคาลอยด์ (alkaloids), น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil, ethereal oil and essential oil), เรซิน และบาลซัม (Resinsand balsams), กลัยโคไซด์ (glycosides) และแทนนิน (Tannin) Khare, S., et al., (2020) (ภาพ 2)



ภาพ 2 การสังเคราะห์ทางชีวภาพของสารทุติยภูมิ และการเชื่อมต่อกับสารปฐมภูมิ

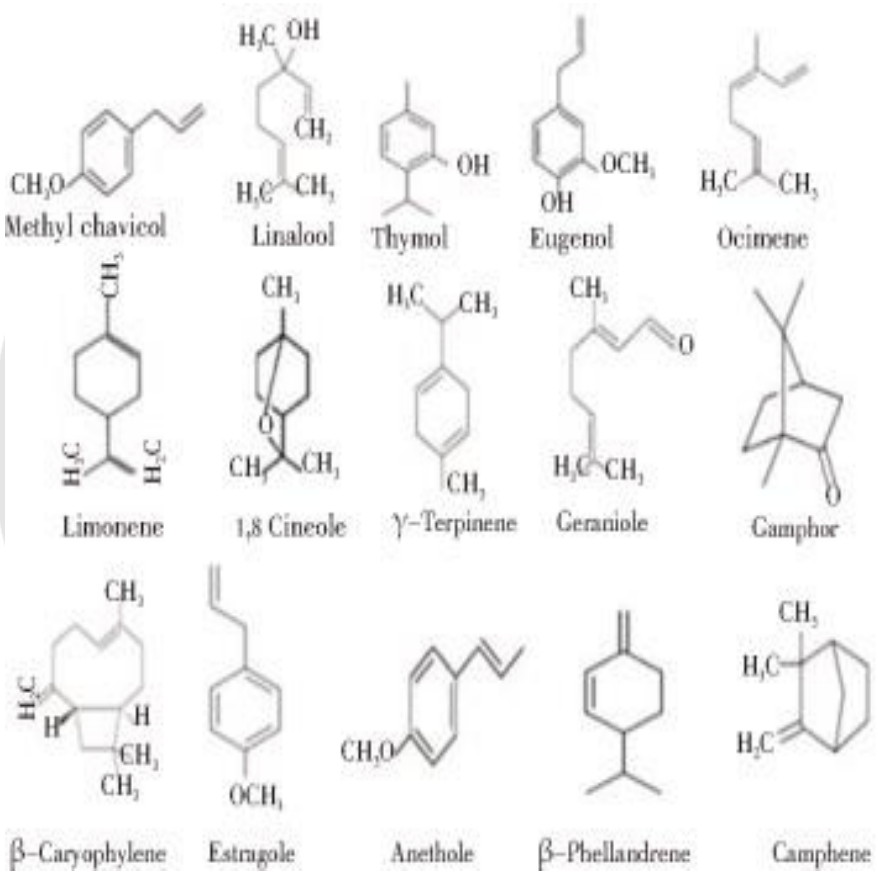
กะเพรา พบสารที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของกะเพราขาว และแดง คล้ายกัน ปริมาณอาจต่างกันเล็กน้อย และยังสัมพันธ์กับพื้นที่ที่ปลูกด้วย โดยพบสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก ๆ 15 ชนิด เช่น a-pinene (0.51), camphene (0.51), linalool (0.32), methyl eugenol (81.72) เป็นต้น ซึ่งมี methyl eugenol เป็นสารออกฤทธิ์ที่พบเป็นหลัก Eugenol (4-allyl-1-hydroxy-2-methoxybenzene) เป็นสารประกอบประเภทฟีนอลิก นอกจากนี้ยังพบสารประกอบฟลาโวนอยด์ 2 ชนิดคือ Orientin และVicenin (พรรณี หนูซื่อตรง และรุ้งตะวัน สุภาพผล, 2543) พบในน้ำมันหอมระเหยจากใบ clove ในอบเชย (cinnamon) และในพืชในกลุ่ม basil (กะเพรา โหระพา และแมงลัก เป็นต้น) Mondal. S., et al. (2009) ; Kelm, M.A., et al. (2000) ; Hukkim. F.L., et al. (2007) (ภาพ 3)



ภาพ 3 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในกะเพรา

แมงลัก พบสารโพลีฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบหลักประกอบด้วยกรดโรสมารินิก, กรดลิโทสเปอมิก, กรดวานิลิก, กรดคูมาริก, กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก, กรดซีริงจิก, กรดกาเฟอิก,

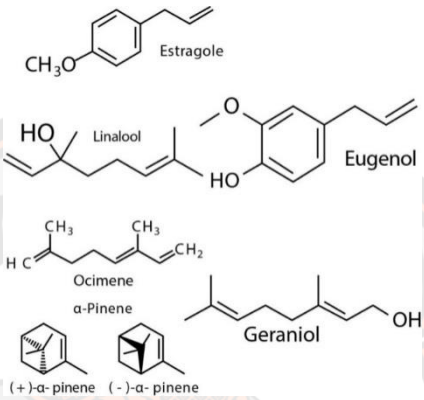
กรดเฟอรูลิก, กรดซินามิก, กรดไฮดรอกซีฟีนิลแล็กติก และกรดซินาปิก น้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วย borneol L-B-cadinene, 1-8-cineol, B-caryophyllene, eugenol และยังพบสาร Limonene, Linalool, Camphene, Cirsilineol, Cirsimaritin, Isothymusin, Isothymonin, apigenin, rosmarinic acid เมือกจากเมล็ด พบสาร D-xylos, D-glucose, D-galactose, D-mannose, L-arabinose, L-rhamnose, uronic acid , oil, polysaccharide และ mucilage Pandey, A.K., et al. (2014) (ภาพ 4)



ภาพ 4 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในแมงลัก

โหระพา พบสารที่เป็นองค์ประกอบกลุ่มขนาดใหญ่ของโพลีฟีนอล และฟลาโวนอยด์ เช่น quercetin, kaempferol และ myricetin; แทนนิน เช่น catechin และรงควัตถุ เช่นพบแอนโทไซยานิน ในโหระพาสีม่วง และน้ำมันหอมระเหย เช่น eugenol และ methyl chavicol (Bora et al., 2011) ใบโหระพามีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณร้อยละ 0.1-1.5 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างจาก headspace และตรวจสอบด้วยgas chromatography พบว่าในน้ำมันหอมระเหย

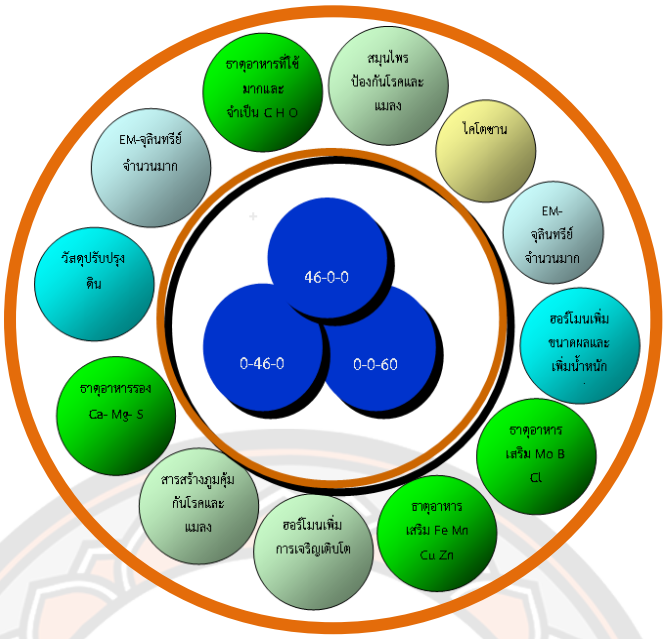
ประกอบด้วยสารเมทิลชาวิคอล (methylchavicol) เป็นสารหลัก (ร้อยละ 93) และสารกลุ่มเทอร์พีน ได้แก่ลินาโลออล (linalool) และซินีออล (1,8-cineol) นอกจากนี้ ยังมีสารยูจีนอล (eugenol), กรดกาเฟอิก (caffeic acid) และกรดโรสมารินิก (rosmarinic acid), Ocimine, alpha-pinene, eucalyptol, geraniol,limonene, eugenol methyl ether methyl cinnaminate, 3- hexen -1- ol, estragole (Bora, K.S., et al. 2011) (ภาพ 5)



ภาพ 5 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในโหระพา

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) หมายถึง นวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิดที่พืชจำเป็น และต้องการในปริมาณที่เหมาะสมมาผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรค และแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552, น. 141; สุรีรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น. 106)



ภาพ 6 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ตาราง 2 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกับปุ๋ยเคมีทั่วไป

รายการเปรียบเทียบ	ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม	ปุ๋ยเคมีทั่วไป
มีธาตุอาหารหลักครบ N – P – K	มี	มี
มีธาตุอาหารรอง และเสริม	มีครบถ้วน10ชนิดที่พืช	ไม่มี/ต้องฉีดเสริมทาง
Ca,Mg,S,Fe,Zn,Cu,Mn,B,Mo,Cl	จำเป็น	ใบหลายชนิด
มีฮอร์โมนเข้มข้นเพื่อการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิต	มี	ไม่มี/ต้องฉีดเสริมทาง
มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM)	มี	ใบ
มีสารลดความเป็นกรด และปรับสภาพดิน	มี	ไม่มี
มีสารปรับโครงสร้างดินให้ดีขึ้น	มี	ไม่มี (ทำให้ดินเป็น
มีสารธรรมชาติช่วยป้องกันโรค และแมลง	มี	กรด)
มีสารอินทรีย์โพลิเมอร์ช่วยให้พืชแข็งแรง และดูดธาตุ	มี	ไม่มี
อาหารได้ดี	ปุ๋ยละลายช้า/ใช้ประโยชน์	ไม่มี
ลักษณะการปลดปล่อยธาตุอาหาร	ตลอดช่วงการเจริญของพืช	ไม่มี
การสูญเสียธาตุอาหาร	น้อย	ปุ๋ยละลายเร็วมาก

ที่มา: ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลกะเพรา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ศาสตร์ของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

กะเพราชื่อสามัญ Holy basil, Sacred basil

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum tenuiflorum* L. (ชื่อพ้องวิทยาศาสตร์ *Ocimum sanctum* L.)

วงศ์กะเพรา (LAMIACEAE หรือ LABIATAE)

มีชื่อท้องถิ่น ว่า กอมก้อ กอมก้อดง (เชียงใหม่) ห่อวอซุห่อตุปลุ อิ่มคิมหลำ (แม่ฮ่องสอน) กะเพราขน กะเพราขาว กะเพราแดง (ภาคกลาง) อีตู่ไทย (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เป็นต้นกะเพรา เป็นพืชล้มลุกที่มีความสูงของต้น 30-60 เซนติเมตร โคนต้นแข็งแรง กะเพราแดงจะมีลำต้นสีแดงอมเขียว กะเพราขาวมีลำต้นสีเขียวอมขาว และยอดอ่อนมีขนสีขาว

ภาพ 7 ต้นกะเพราที่มีลำต้นสีแดง และสีเขียว

มีใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวรูปรีออกตรงข้ามกัน ปลายใบมนหรือแหลม โคนใบแหลม ขอบใบเป็นจักฟันเลื่อย และเป็นคลื่นแผ่นใบมีขนสีขาว

ภาพ 8 ใบของกะเพรา ขอบใบเป็นจักฟันเลื่อย และมีขนสีขาวบนใบ

ส่วนดอกกะเพราจะออกเป็นช่อที่ปลายยอด ดอกสีขาวแกมม่วงแดงมีจำนวนมาก กลีบเลี้ยงโคนจะเชื่อมติดกัน ปลายเรียวแหลม ด้านนอกมีขน กลีบดอกแบ่งเป็น 2 ปาก ปากบน 4 แฉก ปลายล่าง 1 แฉก และยาวกว่าปากบน มีขนประปรายเกสรตัวผู้มี 4 อัน ส่วนผลเป็นผลแห้งเล็ก เมื่อแตกออกจะมีเมล็ดสีดำถึงน้ำตาลคล้ายรูปไข่

ภาพ 9 ลักษณะของดอกกะเพรา

กะเพราจัดเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีสรรพคุณทางยาช่วยรักษาโรคได้หลายชนิด ทั้งตำรับยาไทย และต่างประเทศก็ระบุว่ากะเพราเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณ รสฉุนร้อน ช่วยขับลมแก้ซาง แก้ท้องขึ้น จุกเสียดแน่นท้อง ปวดท้อง ช่วยในการย่อยอาหาร และช่วยบำรุงธาตุ เป็นต้น ในประเทศอินเดียถือว่ากะเพราเป็นยาอายุวัฒนะ (The Elixir of life) จัดเป็นราชินีแห่งสมุนไพร (The Queen of herbs)

โหระพาชื่อสามัญ Sweet basil, Thai basil

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum basilicum* L.

วงศ์กะเพรา (LAMIACEAE หรือ LABIATAE)

มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และแอฟริกา เป็นพืชพื้นเมืองของอินเดีย แต่แพร่หลายในเอเชียและตะวันตก โหระพาเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม นิยมอย่างมากในการนำมาประกอบอาหาร และแต่งกลิ่นของรสชาติขอของอาหารให้น่ารับประทาน

โหระพาเป็นพืชล้มลุก มีความสูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม แก่นด้านในเป็นไม้เนื้ออ่อน ผิวลำต้นอ่อนหรือกิ่งอ่อนมีสีม่วงแดง ลำต้นแตกกิ่งตั้งแต่ระดับต่ำของลำต้นจนแลดูเป็นทรงพุ่ม กิ่งแตกออกเป็นคู่ตรงข้ามกันใบโหระพาออกเป็นใบเดี่ยว แทงออกบริเวณข้อของกิ่ง ใบมีรูปไข่ คล้ายใบกะเพรา ใบมีสีเขียวเข้มหรือม่วงแดงหรือเขียวอมม่วง กว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร

ยาวประมาณ 6 เซนติเมตร โคนใบมน ใบปลายแหลม แผ่นใบเรียบ และค่อนข้างเป็นมัน ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย มีเส้นใบมองเห็นชัดเจน ใบไม่มีขน ใบมีน้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นหอม

ภาพ 10 ลักษณะของใบโหระพา

ดอกโหระพาออกเป็นช่อที่ปลายยอด แต่ละช่อออกดอกเรียงเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นมีประมาณ 6-8 ดอก ดอกมีสีขาวอมแดงม่วง ภายในมีเกสรตัวผู้ 4 อันเมล็ดใน 1 ดอก จะมีประมาณ 3-4 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะคล้ายหยดน้ำตา มีสีน้ำตาลเข้ม ขนาดเมล็ดประมาณ 1 มิลลิเมตร เมล็ดโหระพามีเมือกหุ้มเมล็ด หากนำมาแช่น้ำเมือกจะพองตัวออกคล้ายเมล็ดแมงลัก

ภาพ 11 ลักษณะของดอกโหระพา

โหระพา มีสรรพคุณมากมาย โดยโหระพา 1 ขีด มีเบต้าแคโรทีนสูงถึง 452.16 ไมโครกรัม ซึ่งสามารถช่วยป้องกันโรคหัวใจ และยังมีวิตามิน และแร่ธาตุอื่น ๆ ด้วย เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก รวมไปถึงคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเป็นต้น สรรพคุณในการรักษาส่วนใหญ่จะใช้ใบ และน้ำมันสกัดจากใบโหระพาเป็นหลัก

แมงลักชื่อสามัญ Lemon basil, Hoary basil, Hairy basil

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum* × *africanum* Lour. (**ชื่อพ้อง** *Ocimum americanum* var. pilosum (Willd.) A.J.Paton, *Ocimum basilicum* var. anisatum Benth. *Ocimum* × citriodorum Vis.)

วงศ์กะเพรา (LAMIACEAE หรือ LABIATAE)

มีชื่อท้องถิ่นว่า ก้อมก้อมข้าว (ภาคเหนือ), แมงลัก อีตู่ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เป็นต้น แมงลักเป็นพืชล้มลุก มีความสูง 30-80 เซนติเมตร กลิ่นหอมทุกส่วน ใบเดียวใบเรียงตรงข้ามเป็นคู่ ๆ

ภาพ 12 ลักษณะของใบแมงลัก

ดอก และช่อจะออกที่ปลายยอด อาจเป็นช่อเดี่ยวหรือแตกออกเป็นช่อย่อย ๆ ดอกจะบานจากล่างไปบน กลีบดอกสีขาวแบ่งเป็น 2 ปาก และร่วงง่าย เกสรตัวผู้จะยื่นยาวกว่ากลีบดอก ดอกย่อยออกโดยรอบก้านเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นมีดอกย่อย 6 ดอก แบ่งเป็น 2 ส่วน ดอกตรงกลางจะบานก่อน และช่อดอกย่อยที่อยู่ชั้นล่างสุดของก้านดอกจะบานเช่นกัน 1 ดอกมี 4 ผล มีขนาดเล็กเรียกว่าเม็ดแมงลัก ซึ่งมีลักษณะกลมรี และมีสีดำ

ภาพ 13 ลักษณะของดอก และเมล็ดแมงลัก

ต้นแมงลัก ส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ก็คือเมล็ดแมงลัก และใบแมงลัก พบว่า แมงลัก 100 กรัม มีธาตุแคลเซียม 350 มิลลิกรัม วิตามินเอ 10,666 มิลลิกรัม สูงกว่ากะเพรา และโหระพา แต่มีวิตามิน และแร่ธาตุ อื่นสูงกว่าเช่น ธาตุแคลเซียม 350 มิลลิกรัม ธาตุฟอสฟอรัส 86 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 4.9 มิลลิกรัม เป็นต้น

ประโยชน์ทางด้านโภชนาการของพืชสกุลกะเพรา

ตาราง 3 ข้อมูลสารอาหารที่สำคัญในปริมาณ 100 กรัม องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา โหระพา และแมงลัก)

ตาราง 3 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

สารอาหาร	กะเพรา	โหระพา	แมงลัก
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	25	2,113	350
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	287	490	86
เหล็ก (มิลลิกรัม)	15.6	42	4.9
วิตามินเอ (มิลลิกรัม)	7857	9375	10,666
ไทอามีน (มิลลิกรัม)	0.05	0.1	0.30
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.34	0.2	0.14
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	1.8	-	1.0
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	83	22	78
เส้นใยอาหาร (กรัม)	1.3	17.8	2.6
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2.3	61	11.1
ไขมัน (กรัม)	0.5	4	0.8
โปรตีน (กรัม)	4.2	14.4	2.9
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	30	251	32

ที่มา: ศิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ, 2557; สุกัญญา เขียวสะอาด, 2555; และเทคโนโลยีชาวบ้าน, 25620 ออนไลน์

สารสำคัญ และสรรพคุณทางยาของพืชสกุลกะเพรา

กะเพรา

สารสำคัญสารสกัดในใบกะเพรามีสารเซสควิเทอร์พีน ชื่อบีตาคาร์โยฟิลลีน (ß-caryophyllene) ร้อยละ 30 และ บีตาเอลิมีน (ß-elemene) นอกจากนี้มีพรีนิลโพรพานอยด์หลายตัว ได้แก่ เมทิลยูจีนอล (methyl eugenol) ร้อยละ 30 และ เมทิลชาวิคอล (methylchavicol) ร้อยละ 10 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (จิราภรณ์ โสดาจันทร์ และ คณะ, 2558) พบว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยกะเพราขาว และ กะเพราแดงคือ methyl eugenol พบร้อยละ 54.29 และ 51.21 ตามลำดับ รองลงมาคือสาร caryophyllene และ จากการศึกษาของ สุกัญญา เขียวสะอาด (2555) พบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี, เบต้าแคโรทีน, สารฟลาโวนอยด์ และสารฟีนอลิก อีกหลายชนิด

สรรพคุณ บรรเทาอาการหวัด ปวดศีรษะ อาการต่าง ๆ ของกระเพาะอาหาร อาการอักเสบโรคหัวใจ และหลอดเลือด ปรับสมดุลระบบภูมิต้านทาน บรรเทามาลาเรีย และขับสารพิษต่าง ๆ น้ำมันสกัดจากใบกะเพรา มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย รักษาผิวหนังใช้ทำยา และเครื่องสำอาง ต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง ลดความดันเลือด ลดปริมาณไขมัน และน้ำตาล ต้านการเกิดแผลกระเพาะอาหารลดการหลั่งกรด เพิ่มการหลั่งสารเยื่อเมือกของกระเพาะอาหาร ป้องกันการถูกทำลายของเยื่อบุกระเพาะอาหารลดการบีบตัวของลำไส้คลายกล้ามเนื้อเรียบของลำไส้ขับลมในท้องลดการอักเสบเนื่องมาจากสารยูจีนอล cirsillenol, cirsimaritin, Isothymonin, Apigenin, rosmarinic acid แก้ปวดช่องท้อง ปกป้องตับจากการถูกทำลาย ต้านเชื้อที่ทำให้เกิดสิว น้ำมันหอมระเหยจากกะเพรามีสารยูจีนอล แกมม่าคาร์โยฟิลีน และเมททิลยูจีนอล มีฤทธิ์ต้านการเติบโตของเชื้อสิว Propionibacterium acnes ซึ่งจะสามารถนำไปพัฒนาเป็นยารักษาสิว (สุธาทิพ ภมรประวัติ, 2551 : ออนไลน์) และจากการศึกษาการลดอากาศอักเสบ โดยใช้ phenylbutazone 100 mg/kg เป็นสารมาตรฐาน พบว่าสามารถลดการบวมได้ ไม่แตกต่างกันกับน้ำมันกะเพรา (สารมาตรฐานลดการบวมได้ 72.22 % และ69.34 % ตามลำดับ) แสดงว่าฤทธิ์ลดการอักเสบไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของต่อม adrenal ที่พิทูอิตารี (Singh, *et al*., 1996)

โหระพา

สารสำคัญสารสกัดใบโหระพามีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.1-1.5 น้ำมันหอมระเหยโหระพามีสารสำคัญประกอบด้วย สารเมทิลชาวิคอล (methylchavicol) (ร้อยละ 93) และสารกลุ่มเทอร์พีน ได้แก่ ลินาโลออล (linalool) และซินีออล (1, 8-cineol) นอกจากนี้ ยังมีสารยูจีนอล (eugenol) กรดคาเฟอิก (caffeicacid) และกรดโรสมารินิก (rosmarinic acid)

สรรพคุณ น้ำมันหอมระเหยโหระพาช่วยย่อยอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ช่วยคลายการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ และช่วยการย่อยอาหาร ขับลมแก้ท้องอืดเฟ้อ ลดการปวดเกร็งในระบบทางเดินอาหาร

และแก้หวัด น้ำมันโหระพามีกลิ่นหอมหวาน เมื่อสูดดมมีคุณสมบัติช่วยให้เกิดความสงบ มีสมาธิ ลดอาการซึมเศร้า ต้านอนุมูลอิสระ ที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งลดคอเลสเตอรอล และแผ่นคราบ (พลัค)ในกระแสเลือด ต้านไขมันไม่ดี ต้านเชื้อแบคทีเรีย สารสกัดจากโหระพามีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ก่อโรค เช่น Staphylococcus, Enter-ococcus และ Pseudomonas น้ำมันหอมระเหยโหระพาต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นต้นเหตุของการเกิดสิว Propionibacterium acnes ต้านเชื้อรา : น้ำมันโหระพามีสารสำคัญคือ linalool และ eugenol มีฤทธิ์ยับยั้ง Scleroliniasclero-tiorum, Rhizopus stolonifer and *Mucos* spp. ต้านเชื้อไวรัส สารสกัดโหระพามีสารสำคัญในการต้านไวรัส คือเอพิจีนิน, ลินาโลออล และกรดเออเซลิกมีฤทธิ์ต้านไวรัสแบบ broad sprectrum ครอบคลุมดีเอ็นเอไวรัส herpes viruses (HSV), adenoviruses (ADV) hepatitis B virusและ RNA ไวรัส coxsackievirus B1 (CVB1) and enterovirus 71 (EV71) ต้านปรสิต : น้ำมันโหระพามีฤทธิ์ต้านปรสิต Giardia lamblia สารออกฤทธิ์ต้าน G.lamblia คือ ลินาโลออล ต้านการอักเสบพบว่าสารกลุ่มเทอร์พีนที่แยกได้จากราก และลำต้นของโหระพามีฤทธิ์ต้านการอักเสบฆ่าไร และแมลง สารสกัดจากใบโหระพามีฤทธิ์ฆ่าไร Tetranychid mites (Tetranychusurticae) และ Eutetranychusorientalis ฆ่าแมลงวันบ้าน แมลงวันปากคมที่กินเลือดปศุสัตว์ และยุงพาหะโรคชนิดต่าง ๆ น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากโหระพามีฤทธิ์ฆ่ายุง และลูกน้ำยุงลายชนิด รวมถึงยุงที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกด้วย (สุธาทิพ ภมรประวัติ, 2551: ออนไลน์)

แมงลัก

สารสำคัญ สารสกัดใบแมงลักมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.7 น้ำมันหอมระเหยแมงลัก มีสารสำคัญ คือ borneol L-B-cadinene, 1-8-cineol, B-caryophyllene, eugenol และพบ Limonene, Lialool, Camphene ต่างประเทศใช้ใบแมงลักแต่งกลิ่นอาหาร เนื่องจากมีกลิ่นมะนาว จึงมักใช้แต่งกลิ่นอาหารจำพวกปลา และไก่ในอาหารฝรั่ง

สรรพคุณ น้ำมันหอมระเหยแมงลัก มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง ช่วยขับลมในลำไส้ลดอาการอืดอัด แน่นไม่สบายท้อง ขับเหงื่อ เมื่อมีอาการครั่นเนื้อครั่นตัว นำต้น และใบแมงลักต้มน้ำดื่มบรรเทาอาการหวัดอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล หลอดลมอักเสบ บรรเทาอาการผื่นคัน พิษจากพืช พิษสัตว์กัดต่อยหรืออาการคันจากเชื้อรา ลดอาการท้องร่วงท้องเสียบำรุงสายตา ใบแมงลักมีวิตามินเอสูง บำรุงเลือด แก้โลหิตจาง ใบแมงลักอุดมด้วยธาตุเหล็กช่วยบำรุงโลหิต เสริมสร้างกระดูกใบแมงลักมีแคลเซียมสูงช่วยบำรุงกระดูก เป็นยาระบาย ใช้เมล็ดแก่ของแมงลักชงดื่มแก้ท้องผูก ใช้ลดน้ำหนักสารเมือกสามารถพองตัวในน้ำได้ 45 เท่า เหมาะสำหรับผู้ที่กำลังลดน้ำหนัก ช่วยให้ทานอาหารได้น้อยลง ช่วยให้อุจจาระอ่อนตัว และลดอาการท้องผูกด้วย (สุธาทิพ ภมรประวัติ, 2552 : ออนไลน์)

การผลิตกะเพรา โหระพา และแมงลัก ตามมาตรฐานการรับรองแหล่งผลิตพืชของกรมวิชาการเกษตร

1. แหล่งที่ปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2553)

1.1 สภาพพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ และสะดวกต่อการนำมาใช้ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ ไม่เป็นแหล่งน้ำที่มีน้ำท่วมขัง การคมนาคมสะดวก สามารถนำผลผลิตออกสู่ตลาดได้รวดเร็ว

1.2 ลักษณะดินปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์มีการระบายน้ำ และการถ่ายเทอากาศดี

1.3 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต ประมาณ 25 – 37 องศาเซลเซียส

1.4 แหล่งน้ำมีน้ำพอเพียงตลอดฤดูปลูกเป็นแหล่งน้ำสะอาดปราศจากสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่มีสารพิษปนเปื้อนตกค้าง

2. พันธุ์

2.1 การคัดเลือกพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการให้ผลผลิตสูงมีการเจริญเติบโตดี

2.2 พันธุ์ที่นิยมปลูกพันธุ์กะเพราที่นิยม ได้แก่ กะเพราขาว และกะเพราแดง พันธุ์โหระพาที่นิยม ได้แก่ โหระพาพันธุ์ช่อดอกสั้น และโหระพาพันธุ์ช่อดอกยาว พันธุ์แมงลักที่นิยมแมงลักพันธุ์สุโขทัย และพันธุ์ Acc. No. 4-4 ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร

3. อายุการปลูกพืชสกุลกะเพรา

อายุการปลูก ตั้งแต่ย้ายกล้าจนถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 30 - 270 วัน (สามารถเก็บผลผลิตได้นาน 8-9 เดือน ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา)

4. ฤดูปลูก

พืชตระกูลนี้ปลูกได้ตลอดปีแต่ปลูกได้ผลดีที่สุดระหว่างเดือน สิงหาคม-พฤศจิกายน เป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกะเพรา โหระพา และแมงลักอุณหภูมิ 25–37 องศาเซลเซียส สำหรับการปลูกเพื่อเก็บเมล็ดสำหรับแมงลัก ควรหลีกเลี่ยงช่วงเก็บเกี่ยวไม่ให้ตรงกับฤดูฝน เนื่องจากเมล็ดแมงลักอาจมีการปนเปื้อนเชื้อราได้ (ในกรณีผลิตเพื่อจำหน่ายเมล็ด)

5. การเตรียมเมล็ดพันธุ์ควรเลือกใช้พันธุ์ที่ตลาดมีความต้องการมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

การเพาะเมล็ดพันธุ์ในแปลงนำเมล็ดพันธุ์หว่านให้กระจายทั่วทั้งแปลงเพาะ หรือโรยเมล็ดเป็นแถวลงไปในร่องลึก 0.6–1 เซนติเมตร ห่างกันแถวละประมาณ 10 เซนติเมตร กลบด้วยปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วหรือดินผสมละเอียดรดน้ำให้ชุ่มเสมอ คลุมด้วยฟางแห้งหรือหญ้าแห้งบาง ๆ เมื่อกล้าเริ่มงอกมีใบจริงอายุประมาณ 12–15 วัน ถอนแยกต้นที่เป็นโรคไม่สมบูรณ์หรือต้นที่ขึ้นเบียดกันแน่นเกินไปทิ้งให้มีระยะห่างกันพอสมควร และควรให้ปุ๋ยเสริมทางใบเพื่อให้ต้นกล้าเจริญเติบโต และ

แข็งแรง เมื่อต้นกล้าอายุ 30–40 วัน ต้นกะเพรา โหระพา และแมงลัก มีความสูง 25-30 เซนติเมตร จึงย้ายลงปลูกในแปลงได้

6. การย้ายต้นกล้าปลูก

หลังจากเตรียมแปลงปลูก และต้นกล้าได้ขนาดดีแล้วจึงทำการย้ายต้นกล้าก่อนย้ายปลูก ต้นกล้าที่ย้ายปลูกควรเป็นต้นกล้าที่แข็งแรงมีอายุประมาณ 30-40 วันสูงประมาณ 25-30 เซนติเมตร และก่อนย้ายต้นกล้าประมาณ 1 ชั่วโมง ควรรดน้ำต้นกล้าให้ชุ่มเพื่อให้ดินร่วน และง่ายต่อการถอน การย้ายกล้าอาจทำได้มากกว่า 1 ครั้ง อาจย้ายจากแปลงเพาะลงในถุงเพาะชำหรือกระบะก่อน ระยะเวลาชำในถุงประมาณ 15-20 วัน จะทำให้กล้าแข็งแรงสมบูรณ์สม่ำเสมอกัน แล้วจึงย้ายปลูกในแปลงปลูกต่อไป หรือย้ายจากแปลงเพาะไปปลูกเลยการย้ายควรให้มีดินติดรากมากที่สุด และทำด้วยความระมัดระวังต้นกล้าที่ย้ายต้องรีบนำไปปลูกให้เร็วที่สุดการย้ายกล้านั้นควรทำในเวลาบ่ายถึงเย็นแสงแดดไม่ร้อนจัดหรือช่วงอากาศมืดครึ้ม

7. การเตรียมดิน

การปฏิบัติโดยไถดิน 2 ครั้ง เปิดหน้าดิน และตากดิน ประมาณ 7-10 วัน พรวนดิน เพื่อกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ควรปรับพื้นที่แปลงให้สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันน้ำท่วมขังในพื้นที่ต่ำ จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และทำให้การเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน

8. การเตรียมแปลงปลูกการเตรียมแปลงปลูกสามารถทำได้หลายแบบ แล้วแต่สภาพของพื้นที่ปลูกดังนี้คือ

ปลูกแบบไม่ยกแปลง เหมาะสำหรับพื้นที่ ๆ มีการระบายน้ำดี ปรับระดับได้สม่ำเสมอ การปลูกแบบนี้อาจปลูกเป็นแถวเดียว ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 20-25 เซนติเมตร ระหว่างต้น 40-50 เซนติเมตร หรือปลูกเป็นแถวคู่ ระยะระหว่างแถวคู่ 1 เมตร ระหว่างแถว 40-50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20-25 เซนติเมตรสำหรับกะเพรา โหระพา ส่วนแมงลัก ระยะปลูกระหว่างต้น 20-25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร

ปลูกแบบยกแปลง เหมาะสำหรับพื้นที่ปลูกที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง ระบาย น้ำออกได้ยาก ขนาดแปลงกว้าง 1.50 เมตร ร่องน้ำกว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ปลูก 2 แถวบนแปลง โดยมีระยะห่างแถว 20-25 เซนติเมตร ระหว่างต้น 50 เซนติเมตร หรือปลูกเป็นแถวคู่ 1 เมตร ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 50 เซนติเมตร สำหรับกะเพรา โหระพา ส่วนแมงลัก ระยะปลูกระหว่างต้น 20-40 เซนติเมตร ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร

9. การปฏิบัติดูแลรักษา

การให้น้ำ ให้หลังจากปลูกวันละ 1-2 ครั้ง หรืออาจให้วันเว้นวันเมื่อพืชแตกกิ่งเป็นพุ่มใหญ่ การใส่ปุ๋ย ใส่เมื่อกะเพรา โหระพา และแมงลักมีอายุ 10-15 วัน โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 1-2 ช้อนชา ต่อน้ำ 10 ลิตร รดทุก ๆ 5-7 วัน เมื่อต้นกล้า มีอายุ 25-30 วัน ใส่ปุ๋ย 15-15-15

อัตรา 1 ช้อนชาต่อต้น ให้ทุก ๆ 20-25 วัน โดยโรยห่างโคนต้น 1-2 นิ้ว หรือจะใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอโดยใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์น้อยลงได้

การกำจัดวัชพืช ในระยะที่ต้นกะเพรา โหระพา และแมงลัก ยังเล็กควรมีการกำจัดวัชพืชให้บ่อยครั้งหากวัชพืชคลุมช่วงระยะการเจริญเติบโตจะทำให้แคระแกร็น การกำจัดวัชพืชอาจใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็น

10. การเก็บเกี่ยว

การเก็บกะเพราจะเริ่มเก็บได้หลังการปลูก 50-60 วัน และเก็บได้อย่างต่อเนื่องอีกหลายเดือน หากไม่มีการเก็บโดยการถอนทั้งต้น ซึ่งควรเก็บกิ่งแก่ในระยะก่อนออกดอกหรือเริ่มออกดอก ซึ่งจะได้กะเพราที่มีกลิ่นหอมแรงโดยทั่วไปกะเพรา โหระพา และแมงลัก จะมีอายุในการเก็บเกี่ยวประมาณ 8-9 เดือน หลังจากนั้นผลผลิตจะเริ่มลดลงควรถอนทิ้งต้น และปลูกใหม่

การจัดการโรค และแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

โรคทางใบของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp.

โรคใบหงิก (leaf curl)

เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสที่สร้างความเสียหายกับพืชต่าง ๆ มากมายหลายพวกหลายตระกูลโดยจะพบเกิดระบาดทั่วไปในเกือบทุกแห่งที่มีการเพาะปลูกพืช เป็นโรคที่รู้จัก และมีผู้พบเห็นกันมานาน สำหรับพืชผักที่พบว่าเป็นโรคนี้ ได้แก่ แตงร้าน, แตงกวา, ฟักเขียว, พริก และมะเขือเทศ ฯลฯ

อาการโรค

โดยทั่วไปแล้วโรคนี้เกิดเป็นกับพืชได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ถ้าเป็นกับพืชที่ยังเล็กหรือขณะที่เป็นต้นอ่อน จะแคระแกร็น ใบมีขนาดเล็กลงเส้นใบนูนหนาเด่นชัดขึ้น ก้านใบหดสั้นลง เนื้อใบหงิกจีบย่นสีเข้มกว่าปกติ ในต้นโต อาการจะปรากฏที่ส่วนยอด ปลายกิ่ง ตา หรือแขนงที่แตกออกโดยใบจะหดจีบย่นสีเขียวเข้มขึ้นในระยะแรก และเหลืองซีด ในเวลาต่อมา หยุดการเจริญเติบโต ไม่ออกดอกผล หรือออกก็ผิดปกติ ลักษณะดังกล่าวเป็นอาการโดยทั่ว ๆ ไป อย่างไรก็ดี สำหรับพืชผักแต่ละชนิด ตลอดจนการเริ่มต้นของอาการที่เป็นกับพืชนั้น ๆ อาจแตกต่างกันออกไปบ้าง ใบที่แสดงอาการอาจม้วนขึ้นด้านบนเล็กน้อย และมีเหลืองผิดไปจากธรรมดา นอกจากนั้นใบเหล่านี้จะกรอบเปราะหักง่าย บางครั้งใบจะตกคล้ายอาการเหี่ยวต่อมาจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ถ้ามีผลอยู่ก็จะสุกก่อนกำหนดสำหรับผักชนิดอื่น ๆ เช่น แตงต่าง ๆ อาการที่เกิดขึ้นคือ ใบหด ย่น เหลือง หยุดการเจริญเติบโต ให้ดอกออกผลน้อย ในรายที่รุนแรงอาจถึงตายได้

สาเหตุโรค: Leaf curl viruses (LCV)

การป้องกันจำกัด

1. ป้องกันการระบาดแพร่กระจายเชื้อโดยแมลงหวี่ขาวด้วยการฉีดพ่นสารเคมีฆ่าแมลง เช่น อโซดริน (azodrin) หรือไดเมทโธเอท (dimethoate) ในระยะที่มีการระบาดหรือทุก ๆ 5-7 วัน ต่อครั้ง

2. กำจัดทำลายวัชพืชหรือพืชอาศัยอื่น ๆ บริเวณแปลงปลูก เพื่อกันไม่ให้เชื้อเข้าไปอาศัยชั่วคราวนอกฤดูปลูก หรือเป็นที่อาศัยของแมลงซึ่งมาเกาะกินแล้วนำเชื้อกลับมาสู่พืชปลูกอีก

3. หลีกเลี่ยงการปลูกพืชที่ง่ายต่อการติดในบริเวณหรือที่ใกล้เคียงที่มีโรคระบาดอยู่

4. ปลูกพืชให้เร็วหรือล่ากว่ากำหนดหรือให้พ้นระยะการระบาดของแมลงอาจช่วยลดความเสียหายจากโรคลงได้

5. เลือกปลูกพืชโดยใช้พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรค

โรคเหี่ยวหรือโรคใบเหลืองที่เกิดจากเชื้อ Fusarium (Fusarium wilt)

Fusarium oxysporum จัดเป็นเชื้อราสำคัญที่ระบาดสร้างความเสียหายให้กับพืชต่าง ๆ มากมายหลายชนิด โดยมี races หรือ form species แตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืชที่มันเข้าทำลาย แม้แต่ในผักพวก crucifers ด้วยกันเอง จัดเป็นเชื้อที่สร้างปัญหา และยากต่อการป้องกันกำจัดมากที่สุดตัวหนึ่ง

อาการโรค

ผักที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะแสดงอาการได้หลายชนิด เช่น ใบเหี่ยวตก กิ่งก้านหรือลำต้นบิดเบี้ยว มีการแตกตาออกมามากกว่าปกติ ขอบใบแห้ง แกนใบจะโค้งงอไปทางด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้การเจริญเติบโตของเนื้อใบทางด้านที่โค้งเสียไป สีของใบด้านที่ผิดปกตินี้นอกจากจะเหลืองหรือแห้งแล้วบางครั้งอาจจะมีสีออกเป็นสีแดงเรื่อหรือชมพู หากใช้มีดผ่าก้านใบเหล่านี้ออกทั้งตามยาว และตามขวางจะพบว่าส่วนของท่อน้ำ ท่ออาหาร (vascular bundle) เน่าเสียเป็นสีดำ หรือสีน้ำตาล ต้นพืชที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะค่อย ๆ เหลือง และแห้งตายในที่สุด หลังจากนั้นหากถอนต้นขึ้นมาจากดินจะพบว่าบริเวณโคนต้นหรือรากจะปรากฏแผลสีน้ำตาลเปลือกหลุดร่อน บางครั้งจะพบเส้นใยหรือกลุ่มของสปอร์ หรือโคนิเดียของ Fusarium เป็นสีชมพู เป็นผงเกาะติดอยู่ทั่วไป

สาเหตุโรค : *Fusarium oxysporumf.* sp. conglutinans

การป้องกันกำจัด

1. หลีกเลี่ยงหรืองดการปลูกผักชนิดเดียวกันลงในดินที่เคยมีโรคเกิดขึ้นมาก่อน

2. เก็บทำลายเศษซากพืชที่เป็นโรคให้หมด

3. ปลูกพืชโดยเลือกใช้พันธุ์ที่มีความต้านทานโรค

4. หากทำได้ให้ปล่อยน้ำให้ท่วมแปลงปลูกที่ปรากฏว่าเคยมีโรคเกิดขึ้น แต่วิธีนี้ต้องใช้เวลาค่อนข้างนาน 2-3 เดือนกว่าที่จะทำให้เชื้อที่มีอยู่ถูกทำลายให้หมดไปจากดิน

โรคราน้ำค้าง (downy mildew)

โรคราน้ำค้างมีผู้พบครั้งแรกในประเทศคิวบา เมื่อราวปี ค.ศ. 1864 หลังจากนั้นก็ปรากฏว่าเป็นโรคที่ระบาดแพร่หลายทั่วโลก โดยเฉพาะในท้องถิ่นที่มีความชื้นสูงอุณหภูมิต่ำ แตงที่ได้รับความเสียหายจากโรคนี้มาก ได้แก่ แตงกวา, แตงร้าน, แคนทาลูป และแตงไทย ส่วนพวกฟักทอง, สควัอช, ฟักแฟง และบวบ เสียหายรองลงมา สำหรับแตงโมพบเป็นบ้างแต่ไม่มาก

อาการโรค

อาการส่วนใหญ่จะเกิดบนใบ โดยจะเริ่มจากจุดแผลสีเขียวซีดขึ้นก่อน ต่อมาจะค่อย ๆ ขยายโตขึ้นเป็นสีเหลือง และมีขอบเขตเป็นเหลี่ยมตามแนวหรือข่ายของเส้น vein ขณะเดียวกันหากความชื้นในอากาศสูง เช่น ในระยะที่มีฝนปรอย หรือหมอกน้ำค้างจัด ทางด้านใต้ใบตรงกับจุดแผลที่เกิดขึ้น จะพบกลุ่มของเส้นใย และสปอร์ของเชื้อสาเหตุลักษณะเป็นขุย หรือผงสีเทา ซึ่งเมื่อแก่หรือแผลแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในกรณีที่เกิดโรครุนแรง และสิ่งแวดล้อมเหมาะสม ใบส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในต้นอาจถูกเชื้อเข้าทำลายอย่างรุนแรง ทำให้ใบแห้ง ต้นจะโทรมอาจถึงตายได้ สำหรับลูกแตงมักจะไม่ถูกเชื้อเข้าทำลายโดยตรง แต่เมื่อต้นเป็นโรคก็จะมีผลทางอ้อม เช่น เจริญเติบโตไม่เต็มที่ แกร็น คุณภาพ และรสเสียไป

สาเหตุโรค: ***Pseudoperono sporacubensis*** เป็นราชั้นต่ำใน Class Phycomycetes

การป้องกันกำจัด

1. ทำลายวัชพืชต่าง ๆ และต้นแตงที่งอก หรือหลงเหลือจากการเก็บเกี่ยวให้หมดจากบริเวณหรือแปลงปลูก

2. เมื่อปรากฏมีโรคเกิดขึ้นในแปลงปลูกให้รีบป้องกันการระบาดเพื่อรักษาต้นที่ยังดีอยู่โดยการใช้สารเคมี เช่น แมนโคเซป (หรือไดเทนเอ็ม 45) 20 – 30 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ, คูปราวิท (หรือคอปปิไซด์) 30 – 40 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ, นาแบม (หรือพาราเซท) 50 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ, ซีเน็บ (หรือโลนาโคล) 25 – 30 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ, เบนเลท 50 – 75 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ, แมนเซทดี 50 – 75 กรัมต่อน้ำ 1 ปี๊บ การฉีดพ่นสารเคมีดังกล่าว ควรทำทันทีเมื่อเริ่มมีโรคเกิดขึ้น สำหรับการป้องกันควรทำหลังจากต้นแตงเกิดใบจริงแล้ว 2 – 5 ใบ โดยทำการฉีดทุก ๆ 5 วัน หรือ 2 ครั้งใน 1 อาทิตย์ หากสิ่งแวดล้อมเหมาะสม และทำต่อเนื่องไปจนกระทั่งพืชแข็งแรงพ้นระยะการระบาดของโรค

3. วิธีป้องกันโรคที่ดีที่สุดคือเลือกปลูกพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรค

แมลงศัตรูที่สำคัญของพืชสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา แมงลัก และโหระพา)

แมลงหวี่ขาวยาสูบ (tobacco whitefly)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Bemisia tabaci* (Gennadius)

ชื่อสามัญอื่น : -

วงศ์ :Aleyrodidae

อันดับ : Homoptera

ความสำคัญ และลักษณะการทำลาย

แมลงหวี่ขาวยาสูบเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผัก และพืชเส้นใย ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบ ทำให้ใบหงิกงอ และเหี่ยวแห้ง ต้นแคระแกรน นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสของพืชหลายชนิด พบระบาดมากในฤดูแล้ง

การป้องกันกำจัด

ถ้าพบตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวยาสูบมากกว่า 5 ตัวต่อใบ ใช้บูโพรเฟซิน (นาปาม 25%WG) อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ อิมิดาโคลพริด (โปรวาโด 70 %WG) อัตรา 12 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือไทอะโทแซม (แอคทารา 25 WG 25%) อัตรา 12 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือไดโนทีฟูแรน (สตาร์เกิล 10 %WP) อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือปิโตรเลียมออยล์ (เอสเค 99 83.9% EC อัตรา 150 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ไวทออยล์ (ไวท์ออยล์ 67%EC) อัตรา 150 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของแมลงหวี่ขาว ไม่ควรใช้สารเดิมติดต่อกันเกิน 2 ครั้ง

ภาพ 14 ระยะการเจริญเติบโตของแมลงหวี่ขาวยาสูบ

หนอนชอนใบ

ชื่อวิทยาศาสตร์: ***Liriomyza brassicae*** **(Riley)**

ชื่อสามัญอื่น : หนอนแมลงวันชอนใบกะหล่ำ

วงศ์ : Agromyzidae

อันดับ : Diptera

ความสำคัญ และลักษณะการทำลาย

ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ใต้ผิวใบ ตัวหนอนมีลักษณะหัวแหลมท้ายป้านโดยชอนไชภายในใบทำให้เกิดรอยเส้นสีขาวคดเคี้ยวไปมา หากระบาดรุนแรงจะทำลายใบเสียหายร่วงหล่น และตายได้

การป้องกันกำจัด

เผาทำลายเศษใบพืชที่ถูกทำลายเนื่องจากหนอนแมลงวันชอนใบตามพื้นดิน เมื่อพบหนอนชอนใบระบาดใช้อิมิดาโคลพริด (คอนฟิดอร์ 100 SL10 % SL) อัตรา 20-30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือไซเพอร์เมทริน (ไซนอฟฟ์ 40%WP) อัตรา 15-20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพ 15 การเข้าทำลายของหนอนชอนใบ

เพลี้ยไฟโหระพา (thrips)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : ***Bathripsmelanicornis*** **(Shumsher)**

ชื่อสามัญอื่น : -

วงศ์ :Thripidae

อันดับ : Thysanoptera

ความสำคัญ และลักษณะการทำลาย

เพลี้ยไฟโหระพา เป็นศัตรูของผักหลายชนิด ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดใบอ่อน ตาดอก และดอก ทำให้ใบหรือยอดอ่อนหงิก ขอบใบหงิก หรือม้วนงอขึ้นด้านบน ถ้าเกิดกับดอก ทำให้ดอกร่วงไม่ติดเมล็ด

การป้องกันกำจัด

ถ้าพบการระบาดของเพลี้ยไฟโหระพา หลังการแตกยอด และใบอ่อน ให้ใช้ไวท์ออยล์ (ไวท์ออยล์ 67%EC) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ อิมิดาโคลพริด (โปรวาโด 70 %WG) อัตรา 2 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92%EC) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพ 16 การเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นพพร ศิริพานิช และกุลวดี ฐาน์กาญจน์, (2557) ได้ศึกษาการทดสอบการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมและวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินสำหรับกะเพรา ระหว่างเดือนตุลาคม 2556 ถึงกันยายน 2557 เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านการผลิตพืชผักตามมาตรฐานการส่งออกของเกษตรกร โดยกำหนดการทดสอบ 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีทดสอบ เป็นวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของผักที่ปลูกเพื่อรับประทานใบ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร พบว่ากรรมวิธีทดสอบ มีความสูงต้นเฉลี่ย 69.24 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร มีความสูงต้นเฉลี่ย 66.31 เซนติเมตร และยังพบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม ความกว้างใบ ความยาวใบ และผลผลิตในกรรมวิธีทดสอบมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร โดยกรรมวิธีทดสอบ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.98 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และกรรมวิธีเกษตรกร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.96 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ชวลิต รักษาริกรณ์ และคณะ (2555) การศึกษานี้เป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราอย่างเหมาะสม และยั่งยืน วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้ต้นยางสายพันธุ์ RRIM 600 อายุ 1 ปี และ4 ปีในแปลงเกษตรกรเป็นพืชทดสอบ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นรวมทั้งหมด 20 ต้นดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย, T1 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1), T2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2), T3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (HO-3) และ T4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 พบว่าสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองอยู่ในสภาวะปกติเหมือนทุกปีผลจากการวิเคราะห์ดินพบว่าดินก่อน และหลังการทดลอง

มีไนโตรเจน และโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยพบว่าธาตุไนโตรเจนแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธี T4 (46%), T3 (8.56%), T2 (8.39%) และ T1 (7.39%) ตามลำดับธาตุฟอสฟอรัสแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธี T3 (8.15%),T2 (7.16%), T1 (6.31%) และ T4 (0.00%) ตามลำดับธาตุโพแทสเซียมแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธี T3 (4.05%), T1 (3.58%),T2 (3.26%) และ T4 (0.00%) ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมพบว่ามีอยู่ครบถ้วนในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแต่ไม่พบในปุ๋ยเคมี (T4) ผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบของยางพาราอายุ 1 ปี ในด้านความสูงต้นขนาดลำต้น และจำนวนฉัตรพบว่า T3, T1, T2, T4 และ T0 ผลสูงสุดตามลำดับ และในยางพาราอายุ 4 ปี พบว่า T3, T4, T2, T1 และ T0 ผลสูงสุดตามลำดับเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติ และองค์ประกอบของปุ๋ยแล้วพบว่า T3 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราช่วงอายุ 1- 4 ปี

พรทิพย์ ภาษี และคณะ, (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังโดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์อีดำ (พันธุ์พื้นเมือง) เป็นพืชทดสอบใน ตำบลวังนกแอ่น อ.วังทอง จ.พิษณุโลกปี 2555 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำรวม 32 แปลงย่อย โดยพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สำหรับมันสำปะหลังจำนวน 7 สูตร (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552) ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมพบว่ามีธาตุอาหารหลักอยู่ในสัดส่วน (Ratio) ของ N: P: K=1: 1: 0.6 แต่มีแคลเซียม (Ca), กำมะถัน (S), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพบว่าT4 (HO-4) มีการเจริญเติบโตสูงสุดองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น ความยาวหัว ขนาดหัว น้ำหนักสดต่อหัวน้ำหนักหัวสดต่อต้น พบว่า T4 (HO-4) แสดงผลสูงสุด และได้ผลผลิตสูงสุด 6,140 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงกว่าปุ๋ยเคมี (3,680 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด ได้แก่ T3 (27.9%) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ T4 (26.9%) สูงกว่าปุ๋ยเคมี (23.9 %) ส่วนกรรมวิธี T0 (Control) ได้ผลผลิตต่ำสุด 1,380 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด 20.9% ตามลำดับ

กมลชนก ห่วงมี และคณะ, (2555) ได้ศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนู การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนู และเป็นแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง ทำการทดลองในกระถางเบอร์ 12 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำปลูกพริกแบบเพาะเมล็ดกระถางละ1 ต้น ประกอบด้วย T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15), T2 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม1 (HO-1), T3 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) และ T4 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 3 (HO-3) ใส่ปุ๋ยทุกชนิดในอัตรา 300 กรัม ต่อกระถางโดยใช้พริกขี้หนูพันธุ์พิจิตรเป็นพืช

ทดสอบ ที่คณะเกษตรศาสตร์ฯมหาวิทยาลัยนเรศวรระหว่างธันวาคม 2555 ถึง พฤษภาคม 2556 ทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ การรวบรวมสภาพแวดล้อมบริเวณสถานที่ทดลองวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อน และหลังการทดลองวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก N-P-K ในฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมบันทึกการเจริญเติบโตผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และขนาดลำต้นพบว่ากรรมวิธี T2 (HO-1) แสดงผลออกมาสูงสุดส่วน จำนวนกิ่ง และจำนวนใบแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธี T3 (HO-2) ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในทุกรายการที่บันทึก เช่นจำนวนดอกต่อต้น จำนวนผลสดรวมต่อต้น จำนวนผลสุกรวมต่อต้น น้ำหนักผลสดต่อผล น้ำหนักผลสดรวมต่อต้น น้ำหนักผลแห้งต่อผล น้ำหนักผลแห้งรวมต่อต้น พบว่ากรรมวิธี T3 (HO-2) แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากลุ่มของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 3 สูตรให้ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมี (T1) และสูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (T0) ทั้งนี้เพราะ T3 (HO-2) มีองค์ประกอบแบบสมดุลมีธาตุอาหารครบทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในระดับสูงมีสารสร้างภูมิคุ้มกันให้กับพืชสารปรับสภาพดิน และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) จำนวนมากสรุปได้ว่า T3 (HO-2) มีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ณัชฐ์ธพงษ์ เพชรอำไพ และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, (2562) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมี ที่มีต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TTS) ของผลมะม่วง พบว่ากรรมวิธีที่ 4 (HOR3) มีการสะสมอินทรีย์สารในใบมากที่สุด 6.76 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TTS) ในผลมะม่วงสูงที่สุด 21.5 % brix อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นวาธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างอินทรีย์สาร (Organic matter) และความหวาน (Sweetness) ของผลมะม่วง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

วิภาวรรณ สายคำยศ และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมร่วมกับปูนขาวที่มีต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยใช้ปาล์มพันธุ์ซีพีเทเนอร่า อายุ 5 ปีเป็นพืชทดสอบ ที่ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นรวม 24 ต้น พบว่ากรรมวิธีที่มีผลผลิตต่อไร่สูง ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2, T1 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,353, 2,952.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2 และ1,410.7 กิโลกรัมต่อไร่ ดินในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันที่มีการใส่ปุ๋ย และสารปรับปรุงดินมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยเคมีกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมให้ผลผลิตสูงอย่างมีนัยทางสถิติ โดยเฉพาะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม2 (HO-2) มีประสิทธิภาพสูงต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน และสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ให้ดีขึ้นในผลผลิต และ

องค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นสูงสุดใน T6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตคือ จำนวนทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อไร่ จึงสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมให้มีคุณสมบัติแบบองค์รวมในการเพิ่มผลผลิต และมุ่งเน้นการผลิตที่มีความยั่งยืน ผลการศึกษาสรุปได้ว่าเป็นปุ๋ยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีธาตุอาหารที่สมดุลตามความต้องการของพืชพร้อมยังช่วยในการปรับปรุงดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพไปพร้อม ๆ กัน

Intanon, P. (2013a) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ยประเภทต่าง ๆ ต่อผลผลิต และคุณภาพของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ตำบลเขาย้อยบ้านบำรุง จังหวัดพิษณุโลก จากผลการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบผลผลิต ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางของหูข้าวโพด น้ำหนักรวมต่อต้นข้าวโพด น้ำหนักของเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 กรัม ผลผลิตสูงสุดได้รับการจัดอันดับจาก T4 (ปุ๋ยเคมีจากดิน (ปุ๋ยเคมี และเม็ดปุ๋ยอินทรีย์), T2 (ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบเม็ด), T1 (ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดจากมูลสัตว์) และT0 (ไม่มีปุ๋ย: กลุ่มควบคุม) ข้าวโพดฝักที่มีเมล็ดแห้งมากที่สุด และเปลือกข้าวโพดที่หนักที่สุดคือ T0, T1 และ T2 ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีผลผลิตน้ำหนักมากที่สุดต่อไร่ ได้แก่ T4, T5, T3, T2, T1 และ T0 (1,319, 1,305, 970, 857, 775 และ 428 กิโลกรัม ตามลำดับ) ผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง T5 และ T4 เมื่อเทียบกับน้ำหนักต่อไร่ พบว่าต้นทุนการผลิตขั้นต่ำต่อไร่เท่ากับ T0, T5, T2, T1, T3 และ T4 (8,288, 8,538, 9,080, 9,238, 9,438 และ 10,108 บาทต่อไร่ ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตพบว่าต้นทุนการผลิตข้าวโพดต่อกิโลกรัม น้อยที่สุดคือกรรมวิธี T5 และ T4 ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังนั้นรูปแบบที่ควรส่งเสริม และให้ความสำคัญกับเกษตรกร ในการผลิตอย่างยั่งยืน คือแบบจำลองตามกรรมวิธีที่ T5 ชนิดของปุ๋ยนี้มีความสมดุลของสารอาหารการปรับปรุงดิน และจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพนอกจากนี้ยังให้ผลผลิตสูง และให้ผลตอบแทนสูงสุด

Intanon, P. (2013b) ได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของข้าวในพื้นที่บ้านหัวมุ้ง อำเภอเมืองพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ผลการทดลองสรุปได้ว่าปุ๋ยหรือแบบจำลองผลผลิตที่ใช้ในการผลิตสูงสุดได้รับการจัดอันดับจากสูตร T3 (ปุ๋ยผสมสูตรที่เรียกว่าสูตร1), T5 (ปุ๋ยหมักผสมสูตรแร่ธาตุสูงสุดที่เรียกว่าสูตร 3), T4 (ปุ๋ยผสมสูตรแร่ที่สูงขึ้น (ปุ๋ยหมักมูลฝอยผสม) และ T0 (ไม่มีปุ๋ย: กลุ่มควบคุม) (1,119.4, 990.3, 949.3, 872.2, 813.2 และ 781.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ในกรณีของแบบจำลอง T3 เมื่อเทียบกับไม่มีปุ๋ยพบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้น 43.3% และเปอร์เซ็นต์ข้าวหักลดลง 60% พบว่าต้นทุนการผลิตสูงสุดต่อไร่เท่ากับ T5, T4, T3, T2, T1 และ T0 เท่ากับ 6,850, 6,800, 6,730, 6,540, 6,380 และ 5,880 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตผลผลิตข้าวต่ำสุดที่ผลิตได้ต่อ 1 กิโลกรัม ได้รับการจัดอันดับจากรุ่น T3, T5, T4, T2, T0

และ T1 ด้วย 6.01, 6.19, 7.16, 7.49, 7.52 และ 7.84 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อขายข้าวที่ราคา 11,500 บาทต่อตัน พบว่าผลกำไรสูงสุดของรุ่น ได้แก่ T3, T5, T4, T2, T0 และ T1 เท่ากับ 6,143.1, 4,538.4, 4,116.9, 4,390.3, 3,101.5 และ 2,971.8 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

วิชาญ ชุ่มมั่น และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2559) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต และส่งผลต่อปริมาณการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดยสีน้ำตาล โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี 3 ซ้ำ รวม 18 แปลง ประกอบด้วย T1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control),T2 ใส่ปุ๋ย 46-0-0, T3 ใส่ปุ๋ย 46-0-0 (50%) + 16-20-0 (50%), T4 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 1 (HO1) T5 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO2), T6 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม3 (HO3) ปุ๋ยทุกชนิดใส่ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 30 และ 60 วัน โดยใช้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นพืชทดสอบ ที่หมู่ที่ 6 ตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร วิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง วิเคราะห์ดินก่อน และหลังการทดลอง บันทึกการเจริญเติบโต ทางด้านลำต้น ใบ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต และสำรวจความเสียหายจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการระบาดของโรค พบว่า ปุ๋ยที่มีธาตุ N สูงสุด ได้แก่ T3 เนื่องจากเป็นปุ๋ยเคมี เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม พบว่า ธาตุอาหาร N, P และK รวมสูงสุดใน T5 (HO2) ธาตุอาหารรองสูงสุดใน T6 (HO3) และธาตุอาหารเสริมสูงสุดใน T4 (HO1) ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า T4 (HO1) เจริญเติบโตสูงสุด และกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4 (HO1) – T6 (HO3) ให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มปุ๋ยเคมี (T2-T3) และกรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุด คือ T4 (HO1) 926.6 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางเศรษฐกิจ กับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนอิทธิพลของปุ๋ยที่มีต่อการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการเกิดโรค พบว่า กรรมวิธีที่ T4 (HO1) และ T6 (HO3) จึงสรุปได้ว่าปุ๋ย T4 (HO1) มีอิทธิพลช่วยลดการทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้เหนือกว่าปุ๋ยเคมี และยังช่วยปรับปรุงดินได้อีกด้วย

นอกจากนี้ธาตุโพแทสเซียมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณพฤกษเคมีที่มีต่อสุขภาพมนุษย์ เช่นโพแทสเซียมมีผลต่อไลโคปีนในมะเขือเทศ (Fanaska et al., 2006) มีผลต่อสารประกอบฟีโนลิก และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในแตงกวา (Diaz-Mendez et al., 2018) มีผลต่อสารออกฤทธิ์กรดแคฟเฟอิก และแคมพ์เพอรอล ในสมุนไพรแปะตำปึง (Bukhori et al., 2020) และมีผลต่อแอนโทไซยานินในกลีบดอกดาวเรือง (Pal and Ghosh. 2010) ความสัมพันธ์เชิงบวกเป็นเพราะธาตุโพแทสเซียมเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวเคมีของสารพฤกษเคมีเหล่านี้ ปริมาณโพแทสเซียมยังมีผลต่อคุณภาพด้านอื่นอีก Bahmaniar, & Ranjbar (2007) พบว่าการเพิ่มธาตุโพแทสเซียมส่งผลดีต่อสมบัติคุณภาพของเมล็ดข้าวในด้านความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก ปริมาณอะไมโลส และปริมาณโปรตีน การสะสมโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อของมะเขือเทศมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักผล ความหนาแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งทั้งหมด

ที่ละลายได้ (Woldemariam et al., 2018: Ghourab et al., 2000; Wuzhong, 2002) การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในมันสำปะหลังยังทำให้ปริมาณสารประกอบไซยาโนเจเนติกกลูโคไซด์ (cyanogenetic glucosides) ในมันสำปะหลังลดลงด้วย (Cakmak, 2010; Flibert et al., 2019; Wasonga et al., 2020) ซึ่งโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเมมาบอลิซึม โดยช่วยกระตุ้นกิจกรรมการสังเคราะห์แสง เพิ่มพื้นที่ใบ และส่งเสริมการเคลื่อนย้ายสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเพื่อไปสะสมในราก สอดคล้องกับ Blin (1905) พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ยังทำให้ปริมาณแป้งเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังด้วย อีกทั้งยังส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (Howeler, 2014) การขาดกำมะถันทำให้พืชมีการสะสมอนินทรีย์ไนโตรเจน และกรดอะมิโนในใบพืชสูงมากเกินไปแต่ไม่สามารถสร้างสารประกอบโปรตีนได้เพียงพอ จากการทดลองของ Panitnok K. S. et al. (2013) พบว่าการใช้ปุ๋ยกำมะถันทางใบมีแนวโน้มจะเพิ่มจำนวนหัวต่อต้น และปริมาณแป้งในหัวของมันสำปะหลังได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตามพืชสกุลนี้เป็นพืชที่ไม่ควรมองข้าม ถึงแม้ว่าจะเป็นพืชผักสวนครัวพื้นบ้านธรรมดา แต่สามารถพัฒนาคุณภาพผลผลิตให้เป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจได้ โดยการผลิตแบบปลอดภัยไม่ใช้สารเคมี ผู้วิจัยจึงได้นำนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชครบทั้ง 16 ชนิด ที่พืชจำเป็นและ ต้องการในปริมาณที่เหมาะสม มาผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรคและ แมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกัน แล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ, 2555) ซึ่งเหมาะในการปรับใช้กับพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) ซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพร ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ มีการบริโภคทั้งภายในประเทศ และ ส่งออกยังต่างประเทศ อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาวิจัย การใช้ปุ๋ยชนิดนี้กับพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) มาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาวิจัยการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญ ของพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายตามท้องตลาด เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต และคุณภาพสารสำคัญทางยาของพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) เมื่อได้สูตรปุ๋ยที่เหมาะสมแล้ว ทางผู้วิจัยจะได้นำผลงานวิจัยไปขยายผลกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสกุลกะเพรา (กะเพรา โหระพา และแมงลัก) ให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง และมีคุณภาพ ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตพืชในการส่งออกหรือบริโภคในประเทศ และอีกทั้งวัตถุดิบที่ผ่านมาตรฐานการผลิตพืชที่เหลือนำเข้าสู่กระบวนการผลิตสมุนไพร แปรรูป ที่มีสรรคุณทางยาเป็นการเพิ่มมูลค่าทางการตลาดให้สูงขึ้นต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

1. กะเพรา โหระพา และแมงลัก เมล็ดพันธุ์ตราตองสาม
2. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)
3. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)
4. ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (HO-3)
5. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
6. ปุ๋ยอินทรีย์ (อินทรียวัตถุรับรอง 20%, มูลไก่ 60%, มูลสุกร 25%, ดินมาร์ล 15%)
7. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
8. ไม้บรรทัด
9. สมุดบันทึก
10. กล้องบันทึกภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นการทดลองกะเพรา แมงลัก และโหระพา ในชุดดินแม่ริม (Mr) โดยวางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ จำนวนแปลงทดลอง รวม 24 แปลงย่อย/ชนิดพืช โดยขนาดแปลงย่อย 2 x 4 เมตร หรือ 8 ตารางเมตร ระยะปลูก 40 x 50 เซนติเมตร (สำหรับกะเพรา) ขนาดแปลงย่อย 1.2 x 4 เมตร หรือ 4.8 ตารางเมตร ระยะปลูก 30 x 50 เซนติเมตร (สำหรับโหระพา และแมงลัก) โดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยทำการเพาะกล้าแล้วย้ายปลูก

กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15)

กรรมวิธี 3 ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด (ตามท้องตลาด)

กรรมวิธี 4 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1)

กรรมวิธี 5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2)

กรรมวิธี 6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (HO-3)

วิธีการปลูก และการดูแลรักษา

การเตรียมแปลง

การปลูกในแปลง ไถผานสามหรือเจ็ดตากดินไว้ประมาณ 7 วัน และไถพรวน และยกร่องปรับขึ้นแปลงดังนี้

1. กะเพรา ขนาดแปลงย่อย (ก x ย) 2 x 4 เมตร หรือ 8 ตารางเมตร จำนวน 24 แปลงย่อย ระยะปลูก 40x50 เซนติเมตร (ระยะต้น และระยะแถว) รวมต้นกะเพรา 40 ต้น/แปลงย่อย พื้นที่เก็บเกี่ยว 2.4 ตารางเมตร มีจำนวนต้น 12 ต้น/พื้นที่เก็บเกี่ยว

2. แมงลัก และโหระพา ขนาดแปลงย่อย (ก x ย) 1.2 x 4 เมตร หรือ 4.8 ตารางเมตร จำนวน 24 แปลงย่อย ระยะปลูก 30x50 เซนติเมตร (ระยะต้น และระยะแถว) รวมต้นกะเพรา 32 ต้น/แปลงย่อย พื้นที่เก็บเกี่ยว 1.2 ตารางเมตร มีจำนวนต้น 8 ต้น/พื้นที่เก็บเกี่ยว

3. เมื่อขึ้นแปลง และปรับความร่วนซุยของดินให้พร้อมนำต้นกล้ามาลง

4. เพาะกล้าในถาดหลุม เมื่อต้นกล้าอายุได้ 25 วัน ทำการย้ายต้นกล้ากะเพรา, แมงลัก และโหระพา ปลูกในแปลงย่อยจำนวน 1 ต้น/หลุม (กะเพรา 40 ต้น/แปลงย่อย, แมงลัก และโหระพา 32 ต้น/แปลงย่อย)

การเพาะกล้า

ทำการเพาะกล้าในถาดเพาะขนาด 104 หลุม/ถาด โดยใช้วัสดุเพาะคือ ดินร่วน: ถ่านแกลบ: ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1 : 1 : 1 ผสมให้เข้ากัน นำมาใส่ถาดหลุมให้เต็มไม่ให้วัสดุเพาะแน่นเกินไป และทำหลุมลึก 0.5-1 เซนติเมตรสำหรับหยอดเมล็ด และกลบด้วยวัสดุเพาะ รดน้ำให้ชุ่มแล้วคลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ รดน้ำเช้า-เย็น เพื่อรักษาความชื้น เมล็ดจะงอกภายในเวลา 5-7 วัน เป็นต้นกล้าพร้อมปลูก อายุ 25 วัน

- ทำการเพาะเมล็ดเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2563แล้วจึงนำไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้

- ย้ายปลูกวันที่ 8 ตุลาคม 2563 หลังปลูกแล้วเป็นเวลา 25 วันจึงเริ่มทำการสำรวจการเจริญเติบโตครั้งที่ 1 โดยสำรวจสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

- เมื่อพืชอายุ 50 วันหลังปลูกทำการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ครั้งที่ 1 ใส่ปริมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก แล้วสำรวจการเจริญเติบโตต่อไป

- เมื่อพืชมีอายุ 85 วันหลังปลูกทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 (วันที่ 26 มกราคม 2564) โดยตัดส่วนบนดินไปชั่งน้ำหนัก

- หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1 แล้วใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ทันทีโดยใส่ปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือ และยุติการสำรวจการเจริญเติบโต

- เมื่อพืชแตกใบใหม่ และมีอายุถึง 120 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 โดยตัดส่วนบนดิน และถอนส่วนรากไปชั่งน้ำหนัก (วันที่ 4 มีนาคม 2564)

การให้น้ำหลังย้ายปลูก

ในช่วงที่ต้นกล้ายังตั้งตัวไม่ได้ หรือในช่วง 5 วันแรกหลังย้ายปลูก ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า-บ่าย หลังจากต้นกล้าฟื้นตัวแล้วให้รดน้ำวันละครั้งในช่วงเช้า และให้ต่อไปจนต้นโตเต็มที่

การใส่ปุ๋ย

- ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายปลูกไปแล้ว 50 วัน โดยการโรยรอบโคนต้น และพรวนดินกลบ
- ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 เสร็จ เมื่อพืชมีอายุ 85 วัน

การเก็บเกี่ยว

- เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 เมื่อพืชมีอายุ 85 วัน โดยตัดส่วนบนดินไปหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง
- เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน โดยตัดส่วนบนดิน และถอนรากไปหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

การผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อใช้ในการทดลอง

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) หมายถึง เป็นปุ๋ยนวัตกรรมใหม่ที่นำวัสดุแบบผสมที่มีธาตุอาหารพืชที่สำคัญทั้ง 16 ชนิด และพืชต้องการในปริมาณที่เหมาะสมผสมกับอินทรียวัตถุ, สารปรับปรุงดิน, จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM), ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ, สารสกัดสมุนไพร สารเสริมภูมิต้านทานโรค และแมลงหลายชนิดเข้าไว้ในเม็ดเดียวกัน ควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้เหมาะสมกับทุกพืช (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555)

วิธีการผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อใช้ในการทดลอง

1. ชั่งวัสดุผสมสูตรรวมทั้งปุ๋ยเคมีตามสัดส่วนของแต่ละสูตรเพื่อเพิ่มธาตุอาหารหลักให้กับสูตรปุ๋ย และพอเพียงตามชนิดพืช สำหรับสูตรเพิ่มผลผลิตพืชสกุลกะเพรา (HO-1, HO-2, HO-3) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ตามสัดส่วนในตารางที่ 4

2. ทำการกรอง และชั่งตวงน้ำสกัดสมุนไพร ฮอร์โมนน้ำ และปุ๋ยน้ำชีวภาพ ที่เตรียมไว้ 1 เดือนล่วงหน้าแล้วนำมาผสมกันตามปริมาตรในตารางที่ 4 หรือผสมกันในสัดส่วน 3:2:1 โดยปริมาตร ตามลำดับ เรียกว่า น้ำประสาน

3. นำเม็ดปุ๋ยเคมี และวัสดุผสมสูตรตามสัดส่วนในข้อ 2ขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยน้ำประสาน เพื่อให้วัสดุได้ความชื้น และปั้นขึ้นเป็นเม็ดบนจานปั้นทำการโรยด้วยผงวัสดุที่ให้ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม และปล่อยให้หมุนกลิ้งไปจนขึ้นเม็ดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร จึงหยุดจานปั้นแล้วนำเม็ดปุ๋ยไปตากลมให้แห้ง เรียกว่า เม็ดปุ๋ยฮอร์โมน

4. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนจากข้อ 3 มาขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยน้ำประสานให้ชุ่มแล้วโรยด้วยผงวัสดุปรับปรุงความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนจานปั้นปล่อยให้หมุนกลิ้งไปจนเม็ดปุ๋ยขนาดใหญ่ขึ้นเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตรแล้วจึงหยุดจานปั้น และนำเม็ดปุ๋ยไปตากลมให้แห้ง

5. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 4 มาขึ้นบนจานปั้นแล้วฉีดพ่นด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารเพื่อเคลือบผิวเม็ดปุ๋ยแล้วปล่อยให้กลิ้งบนจานปั้นประมาณ 10 นาทีจนกระทั้งเม็ดปุ๋ยอัดแน่น และมีรูปร่างกลมดีแล้วจึงหยุดจานปั้นนำเม็ดปุ๋ย นำไปตากแดดเป็นเวลา 5-6 ชั่วโมงความชื้นเม็ดปุ๋ยจะอยู่ประมาณ 15-17 % เรียกว่า ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

6. นำปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) จากข้อ 5 ที่แห้งสนิทดีแล้วมาเข้าเครื่องคัดแยกขนาดเม็ดปุ๋ยแล้วบรรจุกระสอบ ๆ ละ 50 กิโลกรัม สามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 1 ปี

ตาราง 4 วัตถุดิบ และส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

สูตรปุ๋ย	วัตถุดิบ และส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (โดยน้ำหนัก Kg)						Total (kg)
	A	B	C	D	E	F	
HO-1	30	20	30	5	5	10	100
HO-2	35	15	25	5	10	10	100
HO-3	40	10	20	5	10	15	100

หมายเหตุ: A = chemical fertilizer (25-7-7)
B = compost
C = soil conditioner
D = herbal extracted liquid
E = organic plant growth hormone
F = liquid bio-fertilizer

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555; ศรุตา อินทรภู่, 2556

การบันทึกข้อมูลการทดลอง

1. บันทึกรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อม บริเวณพื้นที่ทำการทดลองทำการบันทึกรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่ทำการทดลอง โดยการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และสถานีอุตุนิยมวิทยาแพร่ เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (mm), อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด-ต่ำสุด (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อน และหลังการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง

ปริมาณน้ำในดิน (Soil Water Content) ความชื้นของดินหาได้จากการนำตัวอย่างดินบนที่บรรจุอยู่ใน Soil Core ขนาด 100 cm^3 ทั้ง 96 แปลงย่อย มาอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วนำมาชั่ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ซึ่งหมายถึงสัดส่วนของน้ำที่มีอยู่ในดินนั้น ๆ ต่อสัดส่วนของดินแห้ง (น้ำหนักของส่วนของ (Solid) แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยสูตรดังนี้ (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

$$Water\ content(WC\%) = \frac{Ww(g)}{Ws\ (g)} x\ 100$$

เมื่อ Ww น้ำหนักน้ำในดิน (กรัม) = W2 - W3

เมื่อ Ws น้ำหนักดินแห้ง (กรัม) = W3 - W1

เมื่อ Ww = น้ำหนักน้ำในดิน (กรัม)

Ws = น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)

W1 = น้ำหนัก Core (กรัม)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างดินเปียก + Core (กรัม)

W3 = น้ำหนักตัวอย่างดินแห้ง + Core (กรัม)

ความหนาแน่นของดิน (Db) หมายถึง น้ำหนักของดินแห้ง (Solid) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรรวมของดิน = ปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็ง+ปริมาตรของส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน) ดินโดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 1.0-1.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดินชั้นบนจะมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยประมาณ 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (บุญชุม เปียแดง, 2526) นำตัวอย่างดินโดย Soil Core ขนาด100 cm^3 ทั้งหมดมาอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้สูตรดังนี้

$$Db = \frac{Msd}{Vts}$$

เมื่อ: Db= ความหนาแน่นรวมของดิน / Msd= มวลของดิน หาได้จากการนำเอาดินแห้งไปชั่งมีหน่วยเป็นกรัมหรือปอนด์ / Vts = ปริมาตรรวมของดินหาได้จากการนำเอาดินแห้งไปแทนที่น้ำมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรหรือลูกบาศก์ฟุต

ความพรุนรวมของดิน (E%) หมายถึงเปอร์เซ็นต์ของสัดส่วนระหว่างปริมาตรของสิ่งที่ไม่ใช่ของแข็ง และปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรรวมของดิน = ปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็ง+ ปริมาตรของส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน) ซึ่งได้จากการใช้ Soil Core ขนาด 100 cm^3 ในการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–10 เซนติเมตรแล้วทำการคำนวณหาความพรุนรวมของดิน ได้จากสูตรดังนี้ (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

$$E = \frac{Vns \times 100}{Vb}$$

เมื่อ : E = ความพรุนของดิน / Vns = ปริมาตรที่ไม่ใช่ของแข็ง /Vb =ปริมาตรทั้งหมดของดิน

2.2 การวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีดินก่อน และหลังการทดลอง

2.2.1 การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดิน นำตัวอย่างดินชั่งน้ำหนักในอัตราส่วน ดินต่อน้ำ (1:5) นำไปเขย่า 30 นาที แล้ววัดด้วยเครื่องวัด pH (pH Meter)

2.2.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน แบบ Wet Oxidation ตามวิธี Kjeldahl Method

2.2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) โดยทำการสกัดดินด้วย Bray II แล้วทำให้เกิดสีโดย Colorimetric Method

2.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable, K) วิเคราะห์โดยการชะล้างดินด้วย 1N NH_4OAc pH 7.0 แล้วนำสิ่งสกัดที่ได้ (Leachate) ที่ได้ไปวัดวิเคราะห์หา K Ca Mg และ Na ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยวิธี Atomic Absorbtion Spectrophoto meter

2.2.5 ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS) และธาตุกำมะถัน โดยวิธีการ In house method based on DOA 2/2552 (Rayment, G.E., & F.R. Higginson, 1992)

2.2.6 ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Fe, Cu, Zn, Mn) ทำการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS) (Peech, M., 1965)

2.2.7 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Metter) นำตัวอย่างดินที่ทำให้แห้ง (Air Dry) บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร แล้วนำดิน แล้วนำดินไปหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งหมดโดยวิธี Wet Oxidation ของ Walkley and Black

2.2.8 ความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (Cation Exchange Capacity: CEC) นำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วทำการวิเคราะห์หาค่า CEC โดยวิธี Peech, M. (1965) ทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1N NH_4 OAc pH 7.0 แล้วล้างดินด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แทนที่ด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ Acidified NaCl Solution และนำสารละลายที่ได้จากการกรองไปทำการกลั่นต่อไป

2.2.9 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity, EC) โดยใช้เครื่อง High Accuracy 3-in-1 Digital Conductivity, TDS รุ่น AZ-3in1 มาทำการวัดตัวอย่างดิน

2.3 การวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์

2.3.1 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ย (pH) ทำการวัดค่า pH ในอัตรา 1:2 โดยใช้เครื่อง pH Meter โดยทำการคาริบเบทอุปกรณ์ที่ pH 7 จึงสามารถทำการวัดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

2.3.2 ธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ซึ่งทำการวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธีการ Micro Kjedahl Method ฟอสฟอรัสโดยวิธีการ Bray. II และโพแทสเซียมโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

2.3.3 ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS) และธาตุกำมะถันโดยวิธีการIn house method based on DOA 2/2552 (Rayment, G.E. and F.R. Higginson, 1992)

2.3.4 ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Fe, Cu, Zn, Mn) ทำการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophotometry (AAS) (Peech, M., 1965)

2.3.5 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ย (Electrical Conductivity, EC) ทำการวัดค่า EC ในอัตรา 1: 2 โดยใช้เครื่อง High Accuracy 3-in-1 Digital Conductivity, TDS รุ่น AZ-3in1

3. วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช

3.1 ปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดแบบ Wet Oxidation ตามวิธี Kjeldahl Method

3.2 ปริมาณฟอสฟอรัส (Available Phosphorus) โดยทำการสกัดด้วย Bray II แล้วทำให้เกิดสีโดย Colorimetric Method

3.3 ปริมาณโพแทสเซียม (Exchangeable K) นำสิ่งสกัดที่ได้ (Leachate) ที่ได้ไปวัดวิเคราะห์หา K, Ca, Mg และNa ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยวิธี Atomic Absorbtion Spectrophoto meter

3.4 ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ซึ่งทำการวิเคราะห์ธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมโดยวิธีการ Atomic Absorption Spectrophoto metry (AAS) และธาตุกำมะถันโดยวิธีการ In house method based on DOA 2/2552 (Rayment, G.E. and F.R. Higginson, 1992)

3.5 ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Fe, Cu, Zn, Mn) ทำการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสโดยวิธีการ Atomic absorption spectrophoto metry (AAS) (Peech, M., 1965)

4. การบันทึกการเจริญเติบโตด้านลำต้น ใบ (Vegetative growth) โดยเริ่มสำรวจการเจริญเติบโตเมื่อพืชมีอายุ 25 หลังปลูกโดยคัดเลือกตัวอย่างพืชจำนวน 4 ต้นต่อซ้ำในพื้นที่เก็บข้อมูลการทดลอง สำรวจการเจริญเติบโตในทุก ๆ 7 วัน ไปจนกระทั่งกะเพรา แมงลัก และโหระพามีการเจริญเติบโตเต็มที่พืชอายุ 85 วันแล้วจึงเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 ทำการสำรวจดังนี้

4.1 สูงของต้น (เซนติเมตร) วัดการเจริญเติบโตทุก ๆ 7 วัน ทำการสุ่มเลือก 4 ต้น/ซ้ำ ทำการวัดโดยใช้ไม้บรรทัดวัดจากผิวดินถึงปลายยอดที่สูงสุดของต้น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี

4.2 ขนาดของลำต้น (มิลลิเมตร) ทำการวัดขนาดของลำต้นทุก ๆ 7 วัน ทำการสุ่มเลือก 4 ต้น/ซ้ำ ทำการวัดโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ วัดระดับความสูงจากผิวดิน 1 เซนติเมตร ในส่วนที่ลำต้นขยายใหญ่สุด จากนั้นนำข้อมูลที่แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี

4.3 จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ทำการนับกิ่งของต้นทุก ๆ 7 วัน ทำการสุ่มเลือก 4 ต้น/ซ้ำ ทำการนับกิ่งที่ 1 จากลำต้น โดยกิ่งมีความยาวตั้งแต่ 5 เซนติเมตร ขึ้นไปรวมกันในหนึ่งต้น จากนั้นนำข้อมูลที่แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี

4.4 ขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ทำการวัดขนาดทรงพุ่มทุก ๆ 7 วัน ทำการสุ่มเลือก 4 ต้น/ซ้ำ โดยการใช้ตลับเมตรวัดด้านบนเรือนยอดทรงพุ่มจากซ้ายไปขวาบริเวณกลางทรงพุ่มในส่วนที่กว้างที่สุด จากนั้นนำข้อมูลที่แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี

4.5 ความยาว และความกว้างใบ ทำการวัดขนาดใบ ช่วงเก็บเกี่ยว โดยทำการสุ่มใบที่ตำแหน่ง คู่ที่ 4 นับจากยอด จำนวน 10 ใบต่อซ้ำ โดยการใช้ไม้บรรทัดวัดความยาว ความกว้างใบ จากนั้นนำข้อมูลที่แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี

4.6 ความเข้มสีใบโดยใช้แผ่นเทียบสี R.H.S. Color Chart โดยทำการสุ่มใบที่ตำแหน่งคู่ที่ 4 นับจากยอด ในแต่ละกรรมวิธี

5. บันทึกข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ทำการรวบรวมกะเพรา แมงลัก และโหระพา จากแปลงย่อย (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1) เมื่ออายุ 85 วันหลังปลูก จำนวนแปลงย่อยละ 4 ต้น/ซ้ำ ทำการบันทึกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในแต่ละกรรมวิธี ดังนี้

5.1 น้ำหนักกิ่งสดต่อต้น (กรัม)

5.2 น้ำหนักใบสดต่อต้น (กรัม)

5.3 น้ำหนักรากสดต่อต้น (กรัม)

5.4 น้ำหนักต้นสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม)

5.5 น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม)

5.6 น้ำหนักใบ (กิโลกรัมต่อไร่)

6. บันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพของผลผลิต

โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากใบสดของกะเพรา โหระพา และแมงลัก ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวใบสดมาจำนวนกรรมวิธีละ 1 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์สารสำคัญ โดยการนำกะเพรา โหระพา และแมงลัก ประมาณ 10 กิโลกรัม เด็ดเอาแต่ใบไปอบที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส ประมาณ 24-30 ชั่วโมง กลับใบพืชทุก ๆ 6-10 ชั่วโมง รอจนแห้งสนิท จึงนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น จะได้ผงใบ ประมาณ 500-800 กรัม (พรรณี หนูซื่อตรง, และรุ้งตะวัน สุภาพผล, 2543) นำส่วนของพืชแห้งบดละเอียดประมาณ 50-100 กรัม มาสกัดสารสำคัญด้วยวิธีการแช่ ดัดแปลงจากงานวิจัยของชนัญ ผลประไพ, และศรัณยู อุ่นทวี (2562) นำผงกะเพรา, แมงลัก และโหระพา มาผสมกับตัวทำละลาย 1 ต่อ 10 จากนั้น คนให้ตัวทำละลายสัมผัสกับผงสมุนไพร นำไปวางไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง และนำกากที่แยกได้ไปสกัดต่ออีก 1 รอบ ด้วยสภาวะ และกระบวนการสกัดเดียวกัน จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 รอบ มารวมกัน แล้วนำไประเหยในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดหยาบแห้งที่ได้มาใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปเก็บในหลอดแก้วทึบแสง ส่งวิเคราะห์ปริมาณยูจินอล และเมทิลยูจินอล ในลำดับต่อไป

หลังจากได้สารสกัดหยาบแห้งแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบดังนี้

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ Extraction Yield (%EY) = $\frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ } (W_E)}{\text{น้ำหนักสมุนไพรผง } (W_P)} \times 100$

น้ำหนักสมุนไพรผง (W_P)

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ Extraction Yield (E_Y), น้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบ (W_E) และน้ำหนักผงพืชที่ใช้ (W_P)

นำสารสกัดหยาบ (Crude) ที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง HPLC โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดหยาบปริมาตร ปริมาตร 10 mg. ละลายสารสกัดด้วย MEOH HPLC Grade 1 ml. กรองสารสกัดผ่าน filter 0.2 µm

วิธีวิเคราะห์ด้วย HPLC Isocratic

- Mobile phase (HPLC Grade): Acetonitrile: Methanol: DI water (45:10:45)
- Column C_{18} (150 mm*4.6 mm, 5µm)
- Flow rate: 1.0 ml/min
- Column Temp: 30 °C
- Detection wavelength: 221 nm.
- Run time: 10 min

7. บันทึกการสะสมวัตถุแห้ง
   - 7.1 น้ำหนักกิ่งแห้งต่อตัน (กรัม)
   - 7.2 น้ำหนักใบแห้งต่อต้น (กรัม
   - 7.3 น้ำหนักรากแห้งต่อต้น (กรัม)
   - 7.4 น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม)
8. การบันทึกต้นทุน และผลกำไรแบบสังเขป
   - 8.1 ต้นทุนพื้นฐาน
     - 8.1.1 ค่าเมล็ดพันธุ์ กะเพรา แมงลัก และโหระพา (1,000 เมล็ด/ถุง)
     - 8.1.2 ค่าปุ๋ย (50 กิโลกรัม/กระสอบ) 15-15-15, ปุ๋ยอินทรีย์, HO-1, HO-2 และ HO-3
   - 8.2 ค่าแรง
     - 8.2.1 ค่าไถแปลง
     - 8.2.2 ค่าแรงในการเตรียมแปลง

8.2.3 ค่าแรงในการปลูก

8.2.4 ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง

8.2.5 ค่าแรงในการสูบน้ำ

8.2.6 ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย

8.2.7 ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช

8.2.8 ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลิต

8.3 อื่น ๆ

8.3.1 ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ

8.3.2 ค่าวัสดุปลูก

8.3.3 ค่าวัสดุอื่น ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงผลในรูปค่าเฉลี่ย (Mean) ความแปรปรวนของข้อมูล (Coefficient of Variation)

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ทำการวิเคราะห์ดินที่ห้องปฏิบัติการของ สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่

ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือนกันยายน 2563 ถึงเดือนกันยายน 2564

แผนการดำเนินงาน

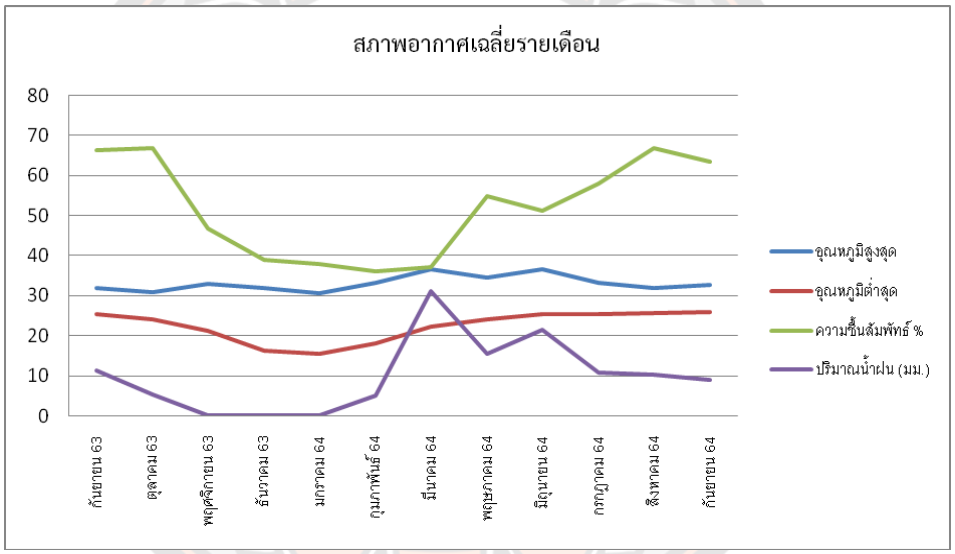
การดำเนินงาน	ปี 2563						ปี 2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1.เตรียมวัสดุผลิตปุ๋ย HO ตามกรรมวิธี	√	√									
2.ไถเตรียมแปลง และวางแผนการทดลอง		√									
3.เพาะกล้ากะเพรา แมงลัก และโหระพา		√									
4.วิเคราะห์ดินก่อน และหลังทำการทดลอง		√								√	
5.ปลูกกะเพรา แมงลัก และโหระพา และจัดระบบน้ำ			√	√							
6.ใส่ปุ๋ย					√		√				
7.บันทึกการเจริญเติบโต			√	√	√	√					
8.บันทึกข้อมูลผลผลิต / องค์ประกอบผลผลิต/คุณภาพผลผลิต					√	√		√	√		
9.วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และข้อมูลเชิงต้นทุนการผลิต									√	√	
10.สรุปผล จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ และตีพิมพ์										√	√

บทที่ 4

ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ทำการทดลอง

สภาพภูมิอากาศระหว่างเดือน กันยายน 2563 – กันยายน 2564 ในช่วงทำการทอลองมีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.46-33.06 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9.98 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 52.02% ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ กะเพรา โหระพา และแมงลัก โดยในบางช่วงเวลาเพิ่มระบบน้ำ เพื่อชดเชยสภาพการขาดน้ำ ดังภาพ 17



ภาพ 17 สภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือน

ที่มา: สถานีตรวจอากาศเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวแพร่จังหวัดแพร่ กันยายน 2563 ถึงกันยายน 2564

การทดลองที่ 1 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา)

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง

ดำเนินการทดลองใน ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินชุดแม่ริม (Mr) ดินชั้นบนมีหน้าดินตื้น เป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน มีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้ม หรือน้ำตาลปนเทา มีความลาดชัน 2-5 % หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย ดินมีความเป็นกรด

เล็กน้อย pH 5.5 - 6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี และทางฟิสิกส์ทั้งก่อน และหลังการทดลองพบว่าสภาพดินก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจน (N) 0.05 %, ฟอสฟอรัส (P) 64, โพแทสเซียม (K) 151, แคลเซียม (Ca) 650,แมกนีเซียม (Mg) 121 และกำมะถัน (S) 10.15 mg/kg.ดินก่อนการทดลองยังพบว่าระดับเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำโดยมีค่า 72.59, 33.33, 1.55, 1.15 และ0.14 mg/kg. ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และ water content (WC) มีค่า 1.07%, 0.11 dS/cm และ 11.81% ตามลำดับ สภาพดินหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีระดับไนโตรเจน (N) 0.07%, ฟอสฟอรัส (P) 80.0 และโพแทสเซียม (K) 194.0 mg/kg. กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับไนโตรเจน (N) 0.07%, ฟอสฟอรัส (P) 76.0 และโพแทสเซียม (K) 164.0 mg/kg. และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) มีระดับไนโตรเจน (N) 0.07%ฟอสฟอรัส (P) 73.0 และโพแทสเซียม (K) 155.0 mg/kg. พบว่าดินหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมเพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) โดยมีระดับธาตุแคลเซียม (Ca) 870.0, ธาตุแมกนีเซียม (Mg) 150.0, กำมะถัน (S) 7.46, เหล็ก (Fe) 85.53, แมงกานีส (Mn) 35.44, สังกะสี (Zn) 2.59, ทองแดง (Cu) 1.85 และโบรอน (B) 0.64 mg/kg. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีค่า OM, EC และ WC สูงโดยมีค่า 1.13%, 0.48 mS/cm และ 16.33% ตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างนั้น ดินก่อนการทดลองมีค่า pH 6.1 และหลังการทดลองพบว่าในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ความเป็นกรด-ด่าง ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นมีค่า pH 6.7-6.8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีค่าสูงสุดคือ pH 6.8 (ตาราง 5 และ ตาราง 6)

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในกะเพรา

กรรมวิธี	Total N (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)	OM (%)	pH (ดิน)	เนื้อดิน Texture	EC (1:5) (mS/cm)
สมบัติของดินก่อนการทดลอง															
	0.05	64	151	650	121	10.15	72.59	33.33	1.55	1.15	0.14	1.07	6.1	Sandy loam	0.11
สมบัติของดินหลังการทดลอง															
T1	0.04^{d}	59.0^{e}	132.0^{f}	523.0^{d}	112.0^{f}	4.03^{d}	51.37^{e}	15.05^{e}	1.10^{c}	0.97^{f}	0.07^{d}	0.96^{bc}	6.3^{b}	Sandy loam	0.08^{e}
T2	0.06^{bc}	71.0^{c}	145.0^{d}	723.0^{c}	126.0^{e}	4.05^{d}	70.93^{d}	20.61^{d}	1.12^{c}	1.09^{e}	0.12^{c}	0.94^{c}	5.6^{c}	loam	0.07^{e}
T3	0.05^{cd}	66.0^{d}	141.0^{e}	864.0^{b}	139.0^{d}	4.83^{d}	78.57^{c}	28.74^{c}	1.97^{b}	1.26^{d}	0.53^{b}	1.05^{abc}	6.6^{a}	Sandy loam	0.12^{d}
T4	0.07^{a}	73.0^{c}	155.0^{c}	865.0^{ab}	142.0^{c}	5.44^{c}	80.96^{bc}	35.62^{a}	2.38^{a}	1.37^{c}	0.61^{a}	1.06^{ab}	6.7^{a}	Sandy loam	0.35^{c}
T5	0.07^{a}	80.0^{a}	194.0^{a}	870.0^{a}	150.0^{a}	7.46^{a}	85.53^{a}	35.44^{a}	2.59^{a}	1.85^{a}	0.64^{a}	1.13^{a}	6.8^{a}	Sandy loam	0.48^{a}
T6	0.07^{a}	76.0^{b}	164.0^{b}	863.0^{b}	147.0^{b}	6.33^{b}	84.44^{ab}	33.54^{b}	2.43^{a}	1.72^{b}	0.59^{a}	1.11^{a}	6.8^{a}	Sandy loam	0.45^{b}
เฉลี่ย	0.059	70.83	155.17	784.67	136.00	5.36	75.30	28.17	1.93	1.376	0.426	1.04	6.44	-	0.26
C.V. (%)	15.09	2.14	0.90	0.46	1.38	7.79	3.18	1.71	11.89	4.50	7.73	6.93	2.81	-	4.52
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
LSD	0.013	2.280	2.096	5.434	2.824	0.628	3.608	0.726	0.346	0.093	0.050	0.109	0.273	-	0.018

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำในดิน (%)		ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลบ.ซม.)		ความพรุนของดิน (%)	
	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก
T1	12.09^{abc}	15.23	2.06^{ab}	1.65^{b}	36.42	60.41^{ab}
T2	13.09^{a}	15.12	2.12^{a}	1.68^{ab}	35.20	59.60^{b}
T3	11.68^{abc}	14.90	2.04^{ab}	1.69^{ab}	36.63	60.91^{ab}
T4	12.47^{ab}	15.94	2.08^{ab}	1.69^{a}	35.66	60.91^{ab}
T5	11.09^{bc}	16.33	2.01^{b}	1.67^{ab}	36.67	62.38^{a}
T6	10.61^{c}	16.09	2.02^{b}	1.69^{ab}	36.54	62.03^{a}
เฉลี่ย	11.84	15.81	2.05	1.68	36.18	61.04
C.V. (%)	9.41	7.20	3.07	1.37	5.16	2.02
F-test	*	ns	*	*	ns	*
LSD	1.678	1.717	0.095	0.035	2.815	2.02

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 สำหรับการปลูกกะเพราพบว่าค่า pH ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 มีค่าระหว่างเป็นกรดเล็กน้อยถึงค่า pH เป็นกลางซึ่งมีความเหมาะสมต่อการดูดซับธาตุอาหารของพืช (pH 6.65-6.82) โดยพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารหลักสูงสุด โดยมีธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 13.5, 0.2 และ 0.4% ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.4, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.9, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ ธาตุอาหารรองพบว่าในปุ๋ย

ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารรองสูงสุดโดยมีธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 10.3, 2.9 และ 10.4% ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.0, 2.1และ 8.7% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2มีระดับธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.5, 2.4 และ 10.1% ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารเสริมสูงสุด โดยมีธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.48, 211, 171, 25 และ 2.54 mg/kg ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.14, 197, 91, 19 และ 1.95 mg/kg ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2ระดับธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.35, 211, 157, 21 และ 2.11mg/kg ตามลำดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินและปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) พบว่ามีค่าสูงสุดในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 ที่ระดับค่า 36.17 dS/cm และ 1.27% ตามลำดับ สูงกว่า HO-2 และ HO-1 ในขณะที่ค่า C/N ratio อยู่ระหว่าง 0.21-0.22 (ตาราง7)

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3

คุณสมบัติปุ๋ย		HO-1	HO-2	HO-3
ธาตุอาหารหลัก	Total N (%)	7.4	7.9	13.5
	Total P (%)	0.2	0.2	0.2
	Total K (%)	0.3	0.3	0.4
ธาตุอาหารรอง	Ca (%)	8.0	8.5	10.3
	Mg (%)	2.1	2.4	2.9
	S (%)	8.7	10.1	10.4
ธาตุอาหารเสริม	Fe (mg/kg)	2.14	2.35	2.48
	Mn (mg/kg)	197.00	211.00	211.00
	Zn (mg/kg)	91.00	157.00	171.00
	Cu (mg/kg)	19.00	21.00	25.00
	Cl (mg/kg)	1.95	2.11	2.54

คุณสมบัติปุ๋ย	HO-1	HO-2	HO-3
OM (%)	0.87	1.13	1.27
pH (1:1)	6.82	6.74	6.65
EC (1:10 dS/cm)	30.25	32.12	36.17
C/N ratio	0.22	0.21	0.21

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของกะเพรา (Vegetative Growth)

ความสูงของกะเพรา

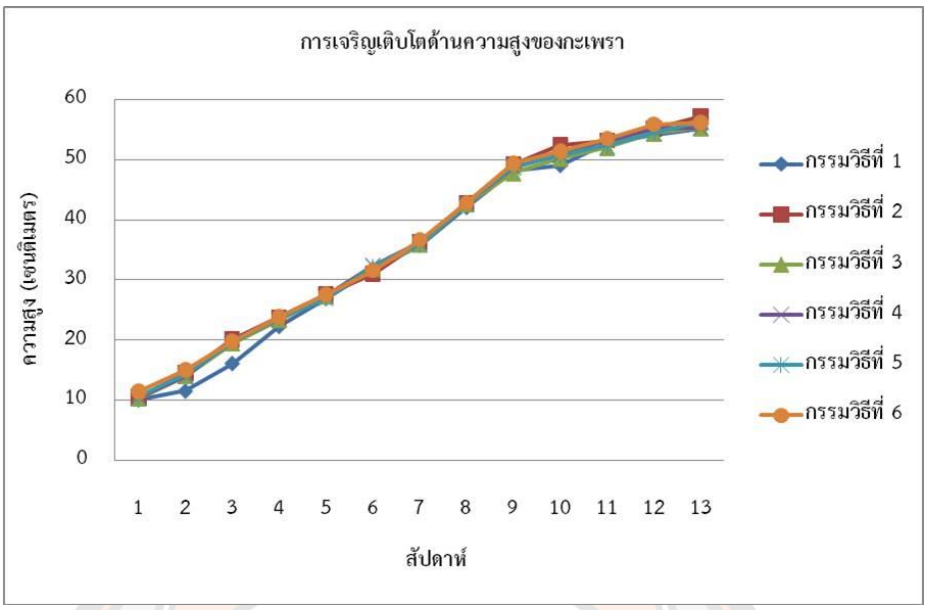
ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีความสูงต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.14, 56.21, 56.12, 55.23, 55.21 และ 55.12 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกกันทางสถิติ ดังตาราง 8 และภาพ 18

ตาราง 8 ความสูงของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : เซนติเมตร

กรรมวิธี	ความสูง (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	10.15^{b}	11.6^{e}	16.17^{c}	22.32^{e}	27.01^{c}	31.85	35.81^{e}	42.06^{d}	48.20^{e}	49.02^{d}	52.74^{d}	54.17^{c}	55.12
กรรมวิธีที่ 2	10.42^{ab}	14.57^{b}	20.10^{a}	23.79^{b}	27.55^{a}	30.94	36.25^{b}	42.71^{b}	49.17^{b}	52.31^{a}	53.13^{b}	55.11^{ab}	57.14
กรรมวิธีที่ 3	10.33^{ab}	14.07^{d}	19.52^{ab}	23.38^{d}	27.28^{b}	31.88	35.91^{d}	42.59^{c}	47.73^{f}	50.17^{c}	51.95^{e}	54.31^{bc}	55.21
กรรมวิธีที่ 4	10.42^{ab}	14.05^{d}	20.00^{ab}	23.69^{c}	27.33^{ab}	32.32	36.19^{b}	42.62^{c}	48.53^{d}	50.77^{bc}	53.11^{c}	55.00^{b}	55.23
กรรมวิธีที่ 5	11.45^{a}	15.02^{a}	19.83^{ab}	23.86^{a}	27.56^{a}	32.30	36.67^{a}	42.76^{a}	49.30^{a}	51.32^{b}	53.45^{a}	55.85^{a}	56.21
กรรมวิธีที่ 6	10.69^{ab}	14.43^{c}	19.71^{ab}	23.67^{c}	26.93^{c}	31.57	36.03^{c}	42.68^{b}	48.80^{c}	50.68^{bc}	52.31^{a}	54.38^{bc}	56.12
C.V. (%)	7.70	0.43	1.71	0.20	0.56	3.00	0.15	0.06	0.01	1.23	0.02	0.99	7.27
F-Test	*	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	ns
LSD.	1.23	0.09	0.49	0.06	0.23	1.43	0.81	0.0003	0.0004	0.940	0.02	0.82	6.13

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation



ภาพ 18 ความสูงของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดของลำต้นกะเพรา

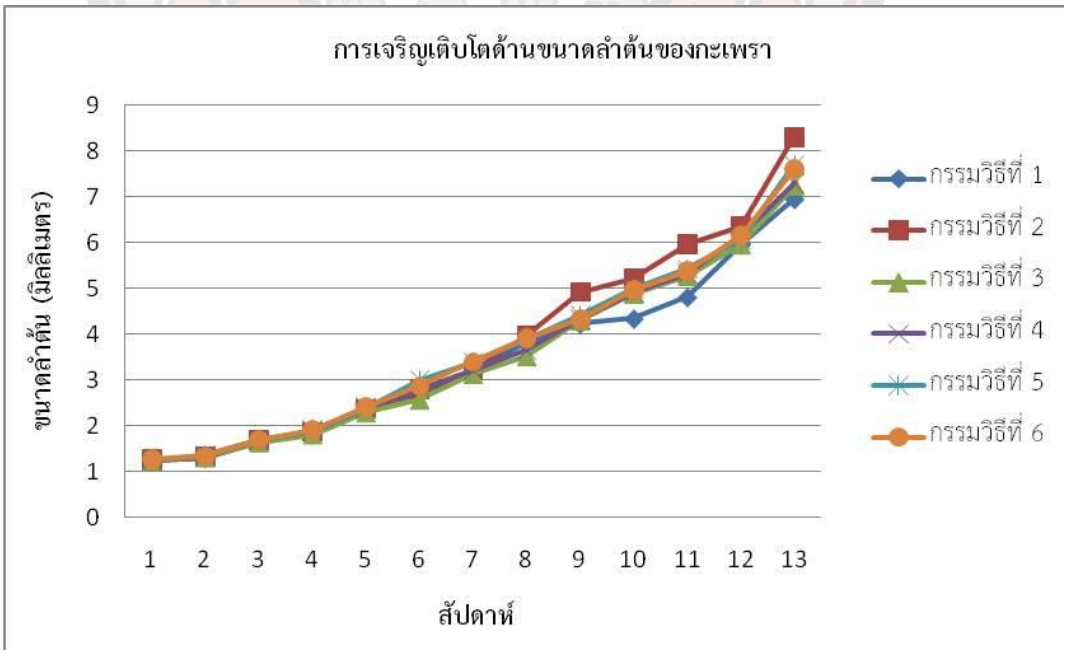
ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่ให้ขนาดลำต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.31, 7.70, 7.61, 7.36, 7.25 และ 6.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าขนาดลำต้นในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) มีขนาดลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 9 และภาพ 19

ตาราง 9 ขนาดลำต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : มิลลิเมตร

กรรมวิธี	ขนาดลำต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	1.25	1.30^{d}	1.65^{b}	1.82^{b}	2.31^{c}	2.71^{bc}	3.15^{c}	3.81^{b}	4.23^{c}	4.34^{c}	4.81^{e}	5.96^{c}	6.95^{b}
กรรมวิธีที่ 2	1.26	1.32^{bcd}	1.68^{a}	1.87^{ab}	2.37^{b}	2.79^{b}	3.20^{bc}	3.96^{a}	4.92^{a}	5.21^{a}	5.96^{a}	6.36^{a}	8.31^{a}
กรรมวิธีที่ 3	1.24	1.31^{cd}	1.64^{b}	1.81^{b}	2.29^{c}	2.57^{c}	3.13^{c}	3.52^{d}	4.30^{c}	4.88^{b}	5.27^{d}	5.96^{c}	7.25^{b}
กรรมวิธีที่ 4	1.24	1.34^{abc}	1.69^{a}	1.89^{a}	2.38^{ab}	2.81^{b}	3.22^{b}	3.65^{c}	4.33^{bc}	4.91^{b}	5.32^{c}	6.17^{b}	7.36^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	1.28	1.36^{a}	1.71^{a}	1.92^{a}	2.42^{a}	3.01^{a}	3.39^{a}	3.92^{a}	4.41^{b}	4.99^{b}	5.42^{b}	6.17^{b}	7.70^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	1.26	1.35^{ab}	1.70^{a}	1.90^{a}	2.40^{ab}	2.88^{ab}	3.41^{a}	3.89^{a}	4.33^{bc}	4.97^{b}	5.39^{b}	6.08^{bc}	7.61^{ab}
C.V. (%)	2.73	1.78	1.24	2.07	1.06	4.39	1.40	1.25	1.78	2.82	0.62	1.94	8.58
F-Test	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.052	0.360	0.031	0.581	0.038	0.185	0.069	0.071	0.119	0.208	0.050	0.179	0.974

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.



ภาพ 19 ขนาดลำต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสม

จำนวนกิ่งของกะเพรา

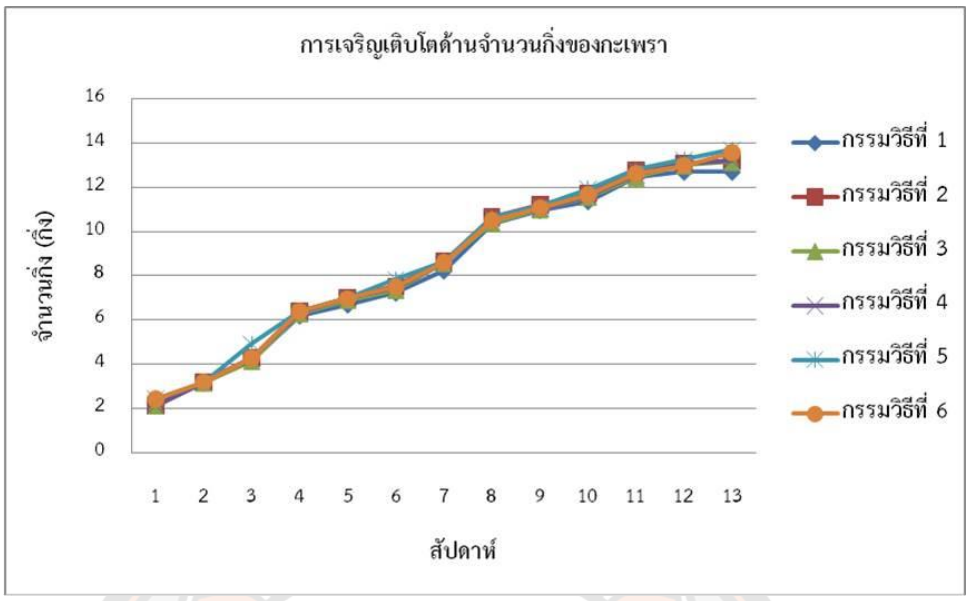
ผลการศึกษาพบว่าจำนวนกิ่ง/ต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.69, 13.58, 13.22, 13.20, 13.13 และ 12.68 กิ่ง ตามลำดับ โดยพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตาราง 10 และภาพ 20

ตาราง 10 จำนวนกิ่ง/ต้นของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้น เม็ดสูตรผสม ในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : กิ่ง

กรรมวิธี	จำนวนกิ่ง/ต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	2.11	3.14^{c}	4.17^{b}	6.67^{c}	6.17^{b}	7.21^{b}	8.21^{b}	10.35^{c}	10.95^{b}	11.35^{c}	12.41^{c}	12.68^{b}	12.68
กรรมวิธีที่ 2	2.12	3.21^{a}	4.29^{a}	6.99^{a}	6.38^{a}	7.51^{ab}	8.63^{a}	10.63^{a}	11.20^{a}	11.72^{ab}	12.74^{a}	13.03^{a}	13.20
กรรมวิธีที่ 3	2.11	3.15^{bc}	4.13^{b}	6.89^{b}	6.27^{ab}	7.34^{b}	8.56^{a}	10.38^{c}	10.98^{ab}	11.54^{bc}	12.43^{c}	12.98^{ab}	13.13
กรรมวิธีที่ 4	2.12	3.17^{abc}	4.26^{a}	6.97^{a}	6.35^{a}	7.46^{ab}	8.60^{a}	10.61^{ab}	11.03^{ab}	11.59^{abc}	12.56^{bc}	13.07^{a}	13.22
กรรมวิธีที่ 5	2.41	3.18^{ab}	4.90^{a}	6.98^{a}	6.38^{a}	7.83^{a}	8.62^{a}	10.63^{a}	11.13^{ab}	11.91^{a}	12.77^{a}	13.23^{a}	13.69
กรรมวิธีที่ 6	2.40	3.18^{ab}	4.27^{a}	6.97^{a}	6.37^{a}	7.48^{ab}	8.60^{a}	10.51^{b}	11.07^{ab}	11.67^{abc}	12.62^{ab}	13.00^{ab}	13.58
C.V. (%)	10.64	0.88	1.71	0.63	1.22	3.36	1.16	0.72	1.46	2.07	0.95	1.72	10.74
F-Test	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns
LSD.	0.348	0.042	0.109	0.066	0.116	0.378	0.149	0.114	0.243	0.363	0.180	0.336	2.144

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 20 จำนวนกิ่งของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดทรงพุ่มของกะเพรา

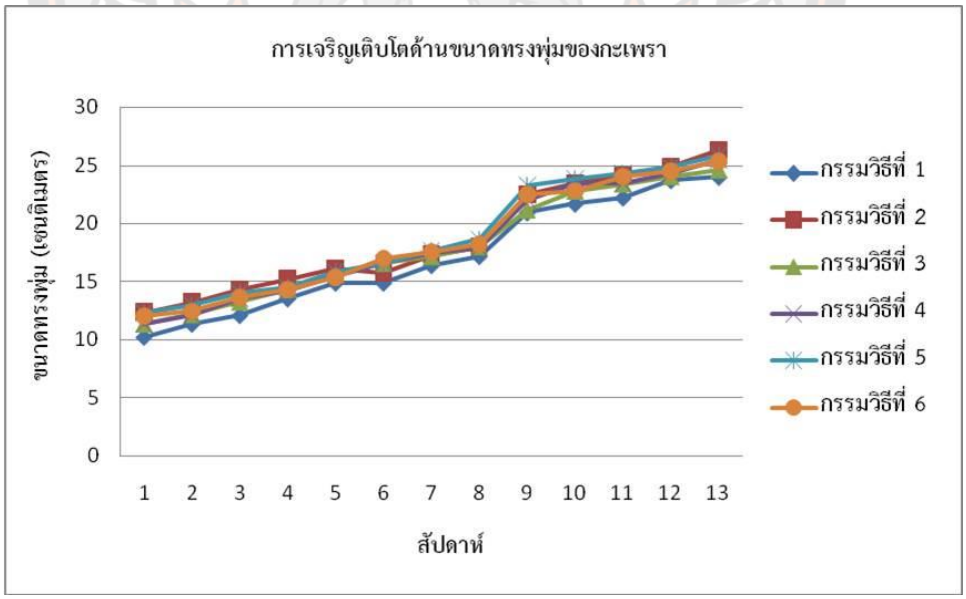
ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.31, 25.88, 25.50, 25.36, 24.57 และ 23.99 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) มีขนาดทรงพุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 11 และภาพ 21

ตาราง 11 ขนาดทรงพุ่มของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : เซนติเมตร

กรรมวิธี	ขนาดทรงพุ่ม (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	10.21^{c}	11.34^{e}	12.08^{e}	13.52^{c}	14.87^{b}	12.87	16.38^{b}	17.17^{b}	20.93^{b}	21.68^{b}	22.22^{b}	23.71^{b}	23.99^{b}
กรรมวิธีที่ 2	12.35^{a}	13.21^{a}	14.31^{a}	15.23^{a}	16.11^{a}	15.73	17.32^{ab}	18.00^{ab}	22.50^{ab}	23.45^{ab}	24.15^{ab}	24.87^{a}	26.31^{a}
กรรมวิธีที่ 3	11.33^{b}	12.15^{d}	13.21^{d}	14.32^{bc}	15.54^{ab}	16.55	17.12^{ab}	17.96^{ab}	21.1^{2ab}	22.75^{ab}	23.36^{ab}	23.99^{b}	24.57^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	12.31^{b}	12.17^{d}	13.54^{c}	14.26^{bc}	15.47^{ab}	16.6	17.46^{a}	17.98^{ab}	22.0^{7ab}	23.47^{ab}	23.49^{ab}	24.31^{ab}	25.50^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	12.31^{a}	13.01^{b}	14.02^{b}	14.54^{ab}	15.89^{a}	16.64	17.67^{a}	18.67^{a}	23.33^{a}	23.87^{a}	24.32^{a}	24.89^{a}	25.88^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	12.01^{a}	12.47^{c}	13.64^{c}	14.32^{b}c	15.35^{ab}	16.96	17.54^{a}	18.23^{a}	22.48^{ab}	22.81^{ab}	23.99^{ab}	24.47^{ab}	25.36^{ab}
C.V. (%)	3.54	0.56	0.48	4.10	3.77	20.37	3.62	3.27	6.87	6.04	5.45	2.35	5.86
F-Test	*	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.619	0.104	0.098	0.889	0.883	4.878	0.942	0.886	2.287	2.095	1.936	0.862	2.231

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 21 ขนาดทรงพุ่มของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

น้ำหนักใบสด

ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักใบสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124.92, 117.28, 107.26, 102.49, 81.39 และ 74.26 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีน้ำหนักใบสดต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง12)

น้ำหนักลำต้นสด

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 108.44, 105.21, 98.58, 91.65, 86.33 และ 77.29 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 12)

น้ำหนักรากสด

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักรากสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.23, 31.15, 28.78, 24.71, 21.65 และ 21.02 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักรากสดต่อต้น ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 12)

ตาราง 12 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลปุ๋ยจากเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	74.26^{c}	77.29	21.02
กรรมวิธีที่ 2	124.92^{a}	108.44	34.23
กรรมวิธีที่ 3	81.39b^{c}	86.33	24.71
กรรมวิธีที่ 4	107.26^{ab}	91.65	21.65

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 5	117.28[a]	98.58	31.15
กรรมวิธีที่ 6	102.49[abc]	105.21	28.78
เฉลี่ย	101.26	94.58	26.92
C.V. (%)	19.68	22.82	36.70
F-test	*	ns	ns
LSD	30.029	32.528	14.89

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation.

น้ำหนักใบแห้ง

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.61, 20.61, 20.25, 18.69, 15.64 และ 15.46 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 13)

น้ำหนักลำต้นแห้ง

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.59, 18.89, 18.53, 17.74, 16.74 และ 14.12 กรัมต่อต้น ตามลำดับโดยพบว่าน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้นทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ (ตาราง 13)

น้ำหนักรากแห้ง

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.18, 14.24, 14.20, 11.80, 11.01 และ 10.09 กรัมต่อต้น โดยพบว่าน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 13)

ตาราง 13 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลปุ๋ยจากเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	15.46^{b}	14.12	10.09^{b}
กรรมวิธีที่ 2	21.61^{a}	18.89	11.80^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	15.64^{ab}	17.74	11.01^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	20.25^{ab}	16.74	14.20^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	20.61^{ab}	18.53	17.18^{a}
กรรมวิธีที่ 6	18.69^{ab}	19.59	14.24^{ab}
เฉลี่ย	18.71	17.60	13.09
C.V. (%)	21.51	24.05	32.53
F-test	*	ns	*
LSD	6.066	6.381	6.416

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation.

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวในช่วงเก็บเกี่ยวที่กะเพรามีอายุ 85 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 710.80, 664.55, 637.02, 617.08, 491.92 และ 471.55 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 14)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวที่กะเพรามีอายุ 85 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3),กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 121.84, 114.47, 109.98, 107.89, 89.57 และ 83.35 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 14)

ตาราง 14 น้ำหนักใบสด และใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/2.4 ตร.ม.)	
	ใบสด	ใบแห้ง
กรรมวิธีที่ 1	471.55^{c}	83.35^{c}
กรรมวิธีที่ 2	710.80^{a}	121.84^{a}
กรรมวิธีที่ 3	491.92^{bc}	89.57^{bc}
กรรมวิธีที่ 4	617.08^{ab}	109.98^{abc}
กรรมวิธีที่ 5	664.55^{a}	114.47^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	637.02^{a}	107.89^{abc}
เฉลี่ย	598.82	104.52
C.V. (%)	14.66	17.66
F-test	*	*
LSD	132.31	27.816

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลผลิตต่อไร่ (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อกะเพรามีอายุ 85 วัน)

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ในช่วงเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อกะเพรามีอายุ 85 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 854.43, 738.38, 707.85, 581.85, 546.88 และ 523.98 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 1 ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 15)

ตาราง 15 ผลผลิตกะเพรา (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเก็บเกี่ยวครั้งที่1 (เมื่ออายุ 85 วัน)

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)
กรรมวิธีที่ 1	523.98^{c}
กรรมวิธีที่ 2	854.43^{a}
กรรมวิธีที่ 3	546.88^{bc}
กรรมวิธีที่ 4	581.85^{bc}
กรรมวิธีที่ 5	738.38^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	707.85^{abc}
เฉลี่ย	658.89
C.V. (%)	20.24
F-test	*
LSD	200.99

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อกะเพรามีอายุ 120 วัน)

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อกะเพรามีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 954.75, 898.05, 797.83, 793.28, 504.05 และ 359.63 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 16)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อกะเพรามีอายุ 120 วันพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 186.46, 181.30, 166.22, 164.68, 105.70 และ 72.26 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 16)

ผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อกะเพรามีอายุ 120 วัน

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 ในระยะที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดเมื่ออายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำลับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,061.0, 997.9, 886.5, 881.4, 587.1 และ 396.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับโดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 2 ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 16)

ผลผลิตรวม (กิโลกรัม/ไร่)

ผลการศึกษา พบว่าน้ำหนักผลผลิตรวมที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,736.3, 1,735.8, 1,594.4, 1,579.8, 1,134.0 และ 920.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตรวม ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 16)

ตาราง 16 องค์ประกอบผลผลิตของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (2.4 ตร.ม.)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตรวม (ครั้งที่ 1+2) (กิโลกรัม/ไร่)
	น้ำหนักใบสด	น้ำหนักใบแห้ง		
กรรมวิธีที่ 1	356.63[b]	72.26[c]	396.3[c]	920.3[b]
กรรมวิธีที่ 2	793.28[a]	164.68[a]	881.4[a]	1,735.8[a]
กรรมวิธีที่ 3	504.05[b]	105.70[b]	587.1[b]	1,134.0[b]
กรรมวิธีที่ 4	898.05[a]	181.30[a]	997.9[a]	1,579.7[a]
กรรมวิธีที่ 5	954.75[a]	186.46[a]	1,061.0[a]	1,799.3[a]
กรรมวิธีที่ 6	797.83[a]	166.22[a]	886.5[a]	1,594.4[a]
เฉลี่ย	717.43	146.10	801.68	1,460.6
C.V. (%)	16.72	12.29	15.41	14.57
F-test	*	*	*	*
LSD	180.83	27.061	186.14	320.71

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นพืช จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84, 3.41, 3.16, 3.05, 2.99 และ 2.20% ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 17) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16, 0.13,

0.13, 0.12, 0.07 และ 0.04 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 17) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31, 3.05, 2.82, 2.79, 2.74 และ 2.73 mg/kg.ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 17) ปริมาณธาตุอาหารรองในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดง รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.20, 21.20, 19.30, 18.60, 18.40 และ 17.40 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56, 1.47, 1.46, 1.45, 1.35 และ 1.31 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.06, 0.04, 0.04, 0.02, 0.02 และ 0.02 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่า กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ปริมาณธาตุอาหารเสริมในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณเหล็ก (Fe) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 108.00, 93.00, 91.00, 76.00, 75.30 และ 65.70 mg/kg ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 17) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.60, 48.60, 47.60, 43.00, 36.20 และ 36.10 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 17) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-

3),กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.10, 32.50, 26.40, 24.60, 22.30 และ 16.20 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่า กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.80, 14.30, 14.20, 14.00, 13.60 และ 12.50 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง17)

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ชนิดปุ๋ย	ระดับธาตุอาหารหลัก			ธาตุอาหารรอง				ธาตุอาหารเสริม			
	Total.N (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
T1 (control)	2.20^{e}	0.04^{d}	2.73^{d}	17.40^{d}	1.31^{d}	0.02^{c}	65.70^{e}	36.10^{e}	16.20^{f}	12.50^{d}	18.50^{f}
T2 (15-15-15)	3.05^{d}	0.13^{b}	3.05^{b}	18.40^{c}	1.35^{c}	0.02^{c}	75.30^{d}	36.20^{e}	22.30^{e}	13.60^{c}	21.20^{e}
T3 (อินทรีย์)	2.99^{d}	0.07^{c}	2.79^{c}	18.60^{c}	1.46^{b}	0.02^{c}	76.00^{d}	43.00^{d}	26.40^{c}	14.00^{b}	21.50^{d}
T4 (HO-1)	3.16^{c}	0.12^{b}	2.74^{d}	19.30^{b}	1.45^{b}	0.04^{b}	91.00^{c}	47.60^{c}	24.60^{d}	14.20^{b}	22.10^{c}
T5 (HO-2)	3.84^{a}	0.16^{a}	3.31^{a}	21.20^{a}	1.56^{a}	0.06^{a}	108.00^{a}	60.60^{a}	34.10^{a}	14.80^{a}	30.40^{a}
T6 (HO-3)	3.41^{b}	0.13^{b}	2.82^{c}	21.20^{a}	1.47^{b}	0.04^{b}	93.00^{b}	48.60^{b}	32.50^{b}	14.30^{b}	28.20^{b}
C.V. (%)	1.33	14.03	0.82	0.92	1.07	18.44	1.12	0.60	0.58	1.59	0.65
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD	0.06*	0.02*	0.36*	0.27*	0.02*	0.01*	1.44*	0.41*	0.23*	0.33*	0.23*

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ผลการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพ

ความยาวใบกะเพรา

ผลการศึกษาพบว่าความยาวใบสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.09, 5.01, 4.97, 4.82, 4.73 และ 4.62 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความยาวใบ ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 18)

ความกว้างใบกะเพรา

ผลการศึกษา พบว่าความกว้างใบสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89, 2.88, 2.81, 2.79, 2.64 และ 2.57 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความกว้างใบ ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 18)

สีของใบกะเพรา

ผลการศึกษา พบว่าสีของใบเป็นกลุ่มสีเขียวเข้ม (Green Group 137A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกลุ่มใบสีเขียวอ่อน (Green Group 137D) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ (ตาราง 18)

ตาราง 18 ข้อมูลเชิงคุณภาพของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	สีใบ
กรรมวิธีที่ 1	4.62^{c}	2.57^{c}	Green Group 137D
กรรมวิธีที่ 2	5.01^{ab}	2.88^{a}	Green Group 137A
กรรมวิธีที่ 3	4.73^{bc}	2.64^{bc}	Green Group 137D
กรรมวิธีที่ 4	4.82^{abc}	2.79^{abc}	Green Group 137A
กรรมวิธีที่ 5	5.09^{a}	2.89^{a}	Green Group 137A
กรรมวิธีที่ 6	4.94^{ab}	2.81^{ab}	Green Group 137A
เฉลี่ย	4.87	2.76	
C.V. (%)	4.48	5.39	
F-test	*	*	
LSD	0.328	0.224	

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV) CV = coefficient of variation.

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบกะเพรา

ผลการศึกษา พบว่าเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบกะเพราที่แสดงผลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.54, 6.42, 5.68, 5.50, 5.35 และ 5.26% ตามลำดับ โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 19)

ตาราง 19 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (Crude) (%)
กรรมวิธีที่ 1	5.26[f]
กรรมวิธีที่ 2	6.42[b]
กรรมวิธีที่ 3	5.35[e]
กรรมวิธีที่ 4	5.50[d]
กรรมวิธีที่ 5	6.54[a]
กรรมวิธีที่ 6	5.68[c]
เฉลี่ย	5.79
C.V. (%)	0.55
F-test	*
LSD	0.048

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV) CV = coefficient of variation.

ปริมาณสารสำคัญจากสารสกัดหยาบจากใบกะเพรา

สารยูจินอล

ผลการศึกษา พบว่าสารยูจินอลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดหยาบใบกะเพรามีปริมาณสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.14, 17.27, 16.35, 14.03, 6.60 และ 0.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 20)

สารเมทิลยูจินอล

ผลการศึกษา พบว่าสารเมทิลยูจินอลที่วิเคราะห์ได้จากสารสกัดหยาบใบกะเพรามีปริมาณสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,293.14, 1,440.03, 1,368.77, 1,277.71, 1,139.18 และ 1,039.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารเมทิลยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 20)

ตาราง 20 ปริมาณสารยูจินอล และเมทิล ยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบกะเพราที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	Eugenol (µg/ml)	Methyl Eugenol (µg/ml)
กรรมวิธีที่ 1	0.36^{f}	1,039.04^{f}
กรรมวิธีที่ 2	17.27^{b}	1,440.03^{b}
กรรมวิธีที่ 3	6.60^{e}	1,139.18^{e}
กรรมวิธีที่ 4	14.03^{d}	1,277.71^{d}
กรรมวิธีที่ 5	28.14^{a}	3,293.14^{a}
กรรมวิธีที่ 6	16.35^{c}	1,368.77^{c}
เฉลี่ย	13.79	1,593.00
C.V. (%)	0.21	0.10
F-test	*	*
LSD	0.444	2.324

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV) CV = coefficient of variation.

*ตัวอย่างเตรียมจากสารสกัด 10 mg/ml

ต้นทุนและกำไรของกะเพรา

ต้นทุน และกำไร ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าใช้สอยอื่น ๆ ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุน (บาท/ไร่) สูงสุดไปจันถึงต่ำสุดเรียงลำดับ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ย 17,000.0, 16,780.0, 16,700.0, 16,650.0, 16,350.0 และ 14,200.0 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อคำนวณกำไรที่ได้จากปริมาณผลผลิตต่อไร่คูณกับราคาขายผลผลิตต่อไร่ ซึ่งขายได้ในราคา กิโลกรัมละ 40 บาท พบว่ากรรมวิธีที่ทำกำไรสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด เรียงลำดับได้ดังนี้ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ พบว่ามีกำไรเฉลี่ย 55,275, 52,432, 49,064, 46,996, 29,010 และ 22,612 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ตาราง 21 และตาราง 22

ตาราง 21 ต้นทุนการผลิตกะเพรา

รายการต้นทุน	รายจ่าย			
	ราคา (บาท)	อัตรา (ไร่)		บาท/ไร่
ค่าวัสดุ				
เมล็ดพันธุ์	300			300
รวมค่าวัสดุ				300
ปุ๋ย (50 กิโลกรัม/กระสอบ)				
-NPK (15-15-15)	20	50		1,000
-ปุ๋ยอินทรีย์		50		350
-HO-1	13	50		650
-HO-2	14	50		700
-HO-3	15.6	50		780
รวมค่าวัสดุ				3,480
ต้นทุนค่าแรง		จำนวนคน	ครั้ง	
ค่าไถ 2 รอบ	800	1	2	1,600
ค่าแรงในการขึ้นแปลง 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการปลูก 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง 3 คน	300	3	1	900
ค่าแรงสูบน้ำตลอดฤดูปลูก	2,000	1	1	2,000
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800
ค่าแรงใส่ปุ๋ย 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800
ค่าแรงในการถางหญ้า 5 คน 2 ครั้ง	300	5	2	3,000

รายการต้นทุน	รายจ่าย		
	ราคา (บาท)	อัตรา (ไร่)	บาท/ไร่
รวมต้นทุนค่าแรง			14,700
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ			
ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ		500	
วัสดุปลูก (ถาด, เชือกฟาง, ป้าย)		500	
รวมค่าใช้จ่ายอื่น ๆ			1,000
รวม			19,480

ตาราง 22 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของกะเพรา

รายการ	กรรมวิธี					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ต้นทุนวัสดุ						
ต้นทุนพื้นฐานทั้งหมด (บาท/ไร่)	300	300	300	300	300	300
ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1000	350	650	700	780
ต้นทุนค่าแรง						
ต้นทุนค่าแรง (บาท/ไร่)	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
ต้นทุนแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
ต้นทุนอื่น ๆ						
ต้นทุนรวมค่าใช้จ่ายพื้นฐานอื่น ๆ (บาท/ไร่)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ต้นทุนการผลิตรวม	14,200	17,000	16,350	16,650	16,700	16,780
ผลผลิต						
ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	920.3	1,735.8	1,134.0	1,579.75	1,799.38	1,594.4
รายได้ (บาท)	36,812	69,432	45,360	63,190	71,975.2	63,776
กำไร (บาท/ไร่)	22,612	52,432	29,010	46,540	55,275	46,996
กำไร/ต้นทุน	1.59	3.09	1.77	2.80	3.31	2.80
ลำดับ	6	2	5	3	1	4

หมายเหตุ: กะเพราราคากิโลกรัมละ 40 บาท

สรุปผลการทดลองกะเพรา

ในการประเมินประสิทธิภาพของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ และการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ขึ้นมา 3 สูตร ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกะเพรา โดยทำการวัดความสูงต้น ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม พบว่าความสูงของต้นกะเพรา เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 85 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีความสูง และจำนวนกิ่งต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดลำต้น และขนาดทรงพุ่ม พบกว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่1 (control) ตามลำดับ การวัดด้านคุณภาพของใบ ความยาวใบ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ให้ค่าความยาวสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ความกว้างใบพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ให้ค่าความกว้างใบสูงสุดไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับส่วนสีของใบพบว่ากลุ่มของสีเขียวเข้ม (GREEN GROUP 137A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ส่วนกลุ่มสีเขียวอ่อน (GREEN GROUP 137D) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (control) เป็นต้น

ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพบว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3 สามารถเพิ่มผลผลิตให้กะเพราได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ให้ผลผลิตสูงสุด (1,739.28 กิโลกรัม) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)

ในด้านการสะสมวัตถุแห้งภายในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ให้ผลการสะสมวัตถุแห้งสารสกัดหยาบสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ส่วนปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ ยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ในด้านต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนในการผลิตสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16,350 และ 14,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ จากปริมาณผลผลิต และราคาขายเมื่อนำมาคำนวณหากำไรสุทธิพบว่ากรรมวิธีที่มีผลกำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 15-15-15),

กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีกำไร 55,275, 52,432, 49,064, 46,996, 29,010 และ 22,612 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (แมงลัก)

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง

ดำเนินการทดลองใน ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินชุดแม่ริม (Mr) ดินชั้นบนมีหน้าดินตื้น เป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน มีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลปนเทา มีความลาดชัน 2-5 % หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย pH 5.5 - 6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี และทางฟิสิกส์ทั้งก่อน และหลังการทดลองพบว่าสภาพดินก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจน (N) 0.07%, ฟอสฟอรัส (P) 16, โพแทสเซียม (K) 99, แคลเซียม (Ca) 497,แมกนีเซียม (Mg) 86 และกำมะถัน (S) 3.17mg./kg. ดินก่อนการทดลองยังพบว่าระดับเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำโดยมีค่า 109.0, 62.88, 1.10, 1.10 และ 0.14mg./kg.ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และ water content (WC) มีค่า 1.07%, 0.55 dS/cm และ 12.91% ตามลำดับ สภาพดินหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับไนโตรเจน (N) 0.09%, ฟอสฟอรัส (P) 96.0 และโพแทสเซียม (K) 164.5 mg/kg. พบว่าดินหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมเพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยมีระดับธาตุแคลเซียม (Ca) 674.0, ธาตุแมกนีเซียม (Mg) 102.0, กำมะถัน (S) 6.30, เหล็ก (Fe) 134.65, แมงกานีส (Mn) 82.33, สังกะสี (Zn) 2.69, ทองแดง (Cu) 2.19 และโบรอน (B) 0.68 mg./kg. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่า OM, EC และ WC สูงโดยมีค่า 1.54%, 0.92 mS/cm และ 19.10% ตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างนั่นดินก่อนการทดลองมีค่า pH 5.4 และหลังการทดลองพบว่าในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ความเป็นกรด-ด่าง ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นมีค่า pH 6.4-6.7 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่า pH 6.7 (ตาราง 23 และ ตาราง 24)

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในแมงลัก

กรรมวิธี	Total.N (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)	pH (ดิน)	OM (%)	เนื้อดิน Texture	EC (1:5) (mS/cm)
สมบัติของดินก่อนการทดลอง															
	0.07	16	99	497	86	3.17	109	62.88	1.10	1.10	0.14	5.4	1.07	loam	0.55
สมบัติของดินหลังการทดลอง															
T1	0.05^{c}	20.0^{e}	90.0^{e}	450.0^{f}	70.8^{f}	0.15^{e}	62.87^{e}	29.77^{e}	0.92^{e}	0.96^{e}	0.08^{d}	5.5^{d}	1.08^{f}	loam	0.53^{e}
T2	0.08^{ab}	85.0^{bc}	143.0^{b}	483.3^{e}	79.0^{e}	0.18^{e}	101.00^{d}	38.40^{d}	0.95^{d}	0.95^{e}	0.13^{d}	5.3^{e}	1.12^{e}	loam	0.40^{f}
T3	0.06^{bc}	63.0^{d}	121.0^{d}	621.8^{d}	82.0^{d}	1.83^{d}	115.13^{c}	23.66^{f}	2.26^{c}	1.26^{d}	0.34^{c}	6.2^{c}	1.27^{d}	loam	0.76^{d}
T4	0.08^{ab}	84.0^{c}	135.0^{c}	666.0^{b}	92.0^{c}	4.65^{c}	127.52^{b}	75.47^{c}	2.61^{b}	2.06^{b}	0.53^{b}	6.4^{b}	1.47^{b}	loam	0.82^{c}
T5	0.07^{ab}	87.0^{b}	145.0^{b}	627.0^{c}	94.0^{b}	5.62^{b}	128.68^{b}	76.78^{b}	2.59^{b}	1.98^{b}	0.59^{b}	6.7^{a}	1.44^{c}	loam	0.88^{b}
T6	0.09^{a}	96.0^{a}	164.5^{a}	674.0^{a}	102.0^{a}	6.30^{a}	134.65^{a}	82.33^{a}	2.69^{a}	2.19^{a}	0.68^{a}	6.7^{a}	1.54^{a}	loam	0.92^{a}
เฉลี่ย	0.073	72.5	133.1	587.0	86.75	3.12	111.6	54.4	2.00	1.57	0.39	6.13	1.32	-	0.72
C.V. (%)	23.92	2.35	1.94	0.59	0.88	13.16	1.15	1.33	0.71	1.46	12.91	2.08	0.98	-	2.12
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
LSD	0.263	2.572	3.894	5.213	1.146	0.619	1.933	1.090	0.881	0.034	0.076	0.192	0.019	-	0.023

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) CV = coefficient of variation

ตาราง 24 คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำในดิน (%)		ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลบ.ซม.)		ความพรุนของดิน (%)	
	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก
กรรมวิธีที่ 1	12.88	18.07^{ab}	2.06	1.65^{b}	36.95	64.70
กรรมวิธีที่ 2	12.74	17.70^{b}	2.01	1.68^{ab}	38.24	64.19
กรรมวิธีที่ 3	12.92	18.06^{ab}	2.02	1.69^{a}	37.86	64.91
กรรมวิธีที่ 4	12.89	18.18^{ab}	2.03	1.68^{ab}	37.97	65.71
กรรมวิธีที่ 5	12.77	18.72^{ab}	2.00	1.67^{ab}	37.47	65.18
กรรมวิธีที่ 6	13.24	19.10^{a}	2.07	1.69^{a}	36.65	65.85
เฉลี่ย	12.91	18.30	2.03	1.67	37.52	65.18
C.V. (%)	7.74	4.72	3.25	1.32	2.83	2.07
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns
LSD	1.506	1.303	0.099	0.333	1.601	2.029

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 สำหรับการปลูกแมงลักพบว่าค่า pH ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 มีค่าระหว่างเป็นกรดเล็กน้อยถึงค่า pH เป็นกลางซึ่งมีความเหมาะสมต่อการดูดซับธาตุอาหารของพืช (pH 6.65-6.82) โดยพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารหลักสูงสุด ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 13.5, 0.2 และ 0.4%.ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.4, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และ

โพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.9, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ ธาตุอาหารรองพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารรองสูงสุด ได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 10.3, 2.9 และ 10.4% ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.0, 2.1และ 8.7% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.5, 2.4 และ 10.1%ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารเสริมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมHO-3 มีระดับธาตุอาหารเสริมสูงสุด ได้แก่ เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.48, 211.0, 171.0, 25.00 และ 2.54 mg/kg ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.14, 197.0, 91.00, 19.00 และ 1.95 mg/kg ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.35, 211.0, 157.0, 21.00 และ 2.11 mg/kg ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) พบว่ามีค่าสูงสุดในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร HO-3 ที่ระดับค่า 36.17 dS/cm และ 1.27% ตามลำดับ สูงกว่า HO-2 และ HO-1 ในขณะที่ค่า C/N ratio อยู่ระหว่าง 0.19-0.22 (ตาราง 25)

ตาราง 25 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3

คุณสมบัติปุ๋ย		**HO-1**	**HO-2**	**HO-3**
ธาตุอาหารหลัก	Total N (%)	7.4	7.9	13.5
	Total P (%)	0.2	0.2	0.2
	Total K (%)	0.3	0.3	0.4
ธาตุอาหารรอง	Ca (%)	8.0	8.5	10.3
	Mg (%)	2.1	2.4	2.9
	S (%)	8.7	10.1	10.4
ธาตุอาหารเสริม	Fe (mg/kg)	2.14	2.35	2.48
	Mn (mg/kg)	197.00	211.00	211.00
	Zn (mg/kg)	91.00	157.00	171.00
	Cu (mg/kg)	19.00	21.00	25.00
	Cl (mg/kg)	1.95	2.11	2.54

คุณสมบัติปุ๋ย	HO-1	HO-2	HO-3
OM (%)	0.87	1.08	1.27
pH (1:1)	6.82	6.74	6.65
EC (1:10 dS/cm)	30.25	32.12	36.17
C/N ratio	0.22	0.19	0.21

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของแมงลัก (Vegetative Growth)

ความสูงของแมงลัก

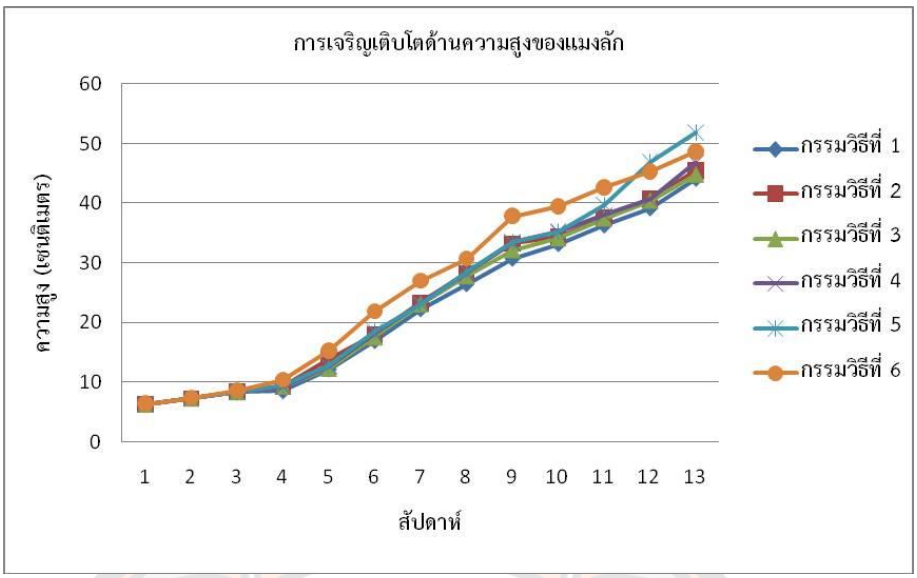
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีความสูงต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.92, 48.64, 46.83, 45.54, 44.81 และ 44.14 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความสูงในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 26 และภาพ 22

ตาราง 26 ความสูงของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : เซนติเมตร

กรรมวิธี	ความสูง (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	6.21^{b}	7.21^{b}	8.32^{c}	8.48^{d}	12.14^{e}	16.91^{e}	22.24^{c}	26.46^{c}	30.73^{c}	33.18^{d}	36.31^{d}	39.19^{d}	44.14^{c}
กรรมวิธีที่ 2	6.25a^{b}	7.27^{ab}	8.45^{b}	9.31^{c}	13.89^{b}	17.93^{c}	23.34^{b}	28.31^{b}	33.24^{b}	34.35^{c}	37.55^{c}	40.74^{c}	45.54^{bc}
กรรมวิธีที่ 3	6.21^{b}	7.23^{b}	8.29^{c}	9.26^{c}	12.22^{d}	17.48^{d}	23.06^{b}	27.76^{bc}	32.11^{bc}	34.10^{c}	37.42^{cd}	40.43^{c}	44.81^{bc}
กรรมวิธีที่ 4	6.25a^{b}	7.25^{b}	8.43^{b}	9.26^{c}	12.68^{c}	18.14^{c}	23.15^{b}	28.23^{bc}	33.40^{b}	35.24^{b}	38.06^{c}	40.68^{c}	46.83^{bc}
กรรมวิธีที่ 5	6.27a^{b}	7.28^{ab}	8.47^{b}	9.45^{b}	12.73^{c}	18.50^{b}	23.16^{b}	28.60^{b}	33.46^{b}	35.27^{b}	39.77^{b}	41.94^{b}	51.92^{a}
กรรมวิธีที่ 6	6.34^{a}	7.32^{a}	8.57^{a}	10.37^{a}	15.25^{a}	21.86^{a}	26.98^{a}	30.68^{a}	37.78^{a}	39.40^{a}	42.58^{a}	45.28^{a}	48.64^{ab}
C.V. (%)	1.23	0.64	0.54	0.58	0.35	0.84	1.69	4.16	2.90	1.53	1.94	1.36	5.81
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.116	0.070	0.069	0.082	0.069	0.234	0.604	1.775	1.464	0.811	1.127	0.845	4.116

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation



ภาพ 22 ความสูงของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดของลำต้นแมงลัก

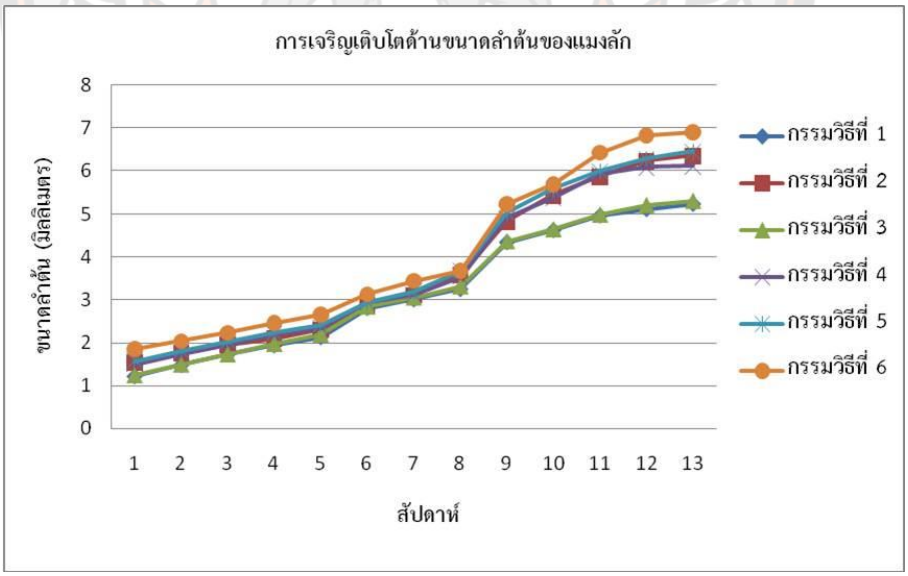
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.91, 6.46, 6.36, 6.12, 5.31 และ 5.23 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าขนาดลำต้นในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 27 และภาพ 23

ตาราง 27 ขนาดลำต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : มิลลิเมตร

กรรมวิธี	ขนาดลำต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	1.22^{d}	1.48^{c}	1.73^{d}	1.94^{f}	2.13^{e}	2.81^{d}	3.01^{d}	3.25^{d}	4.34^{e}	4.62^{e}	4.96^{d}	5.11^{e}	5.23^{c}
กรรมวิธีที่ 2	1.53^{bc}	1.75^{b}	1.95^{c}	2.10^{d}	2.30^{c}	2.87^{c}	3.10^{bcd}	3.58^{b}	4.82^{d}	5.43^{c}	5.87^{c}	6.23^{b}	6.36^{b}
กรรมวิธีที่ 3	1.25^{d}	1.50^{c}	1.74^{d}	1.98^{e}	2.20^{d}	2.85^{cd}	3.06^{c}	3.32^{c}	4.37^{e}	4.65^{e}	4.99^{d}	5.21^{d}	5.31^{c}
กรรมวิธีที่ 4	1.50^{c}	1.75^{b}	1.96^{c}	2.20^{c}	2.35^{c}	2.94^{b}	3.12^{bc}	3.54^{b}	4.91^{c}	5.37^{d}	5.93^{bc}	6.09^{c}	6.12^{b}
กรรมวิธีที่ 5	1.57^{b}	1.81^{b}	2.03^{b}	2.24^{b}	2.42^{b}	2.94^{b}	3.19^{b}	3.67^{a}	5.03^{b}	5.58^{b}	6.00^{b}	6.29^{b}	6.46^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	1.86^{a}	2.05^{a}	2.24^{a}	2.47^{a}	2.67a	3.14^{a}	3.45^{a}	3.68^{a}	5.23^{a}	5.69^{a}	6.43^{a}	6.84^{a}	6.91^{a}
C.V. (%)	1.93	3.37	0.95	0.67	1.63	0.93	2.19	1.27	1.10	0.64	1.37	0.78	6.27
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.043	0.086	0.028	0.022	0.058	0.041	0.104	0.067	0.080	0.051	0.118	0.070	0.573

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 23 ขนาดลำต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสม

จำนวนกิ่งของแมงลัก

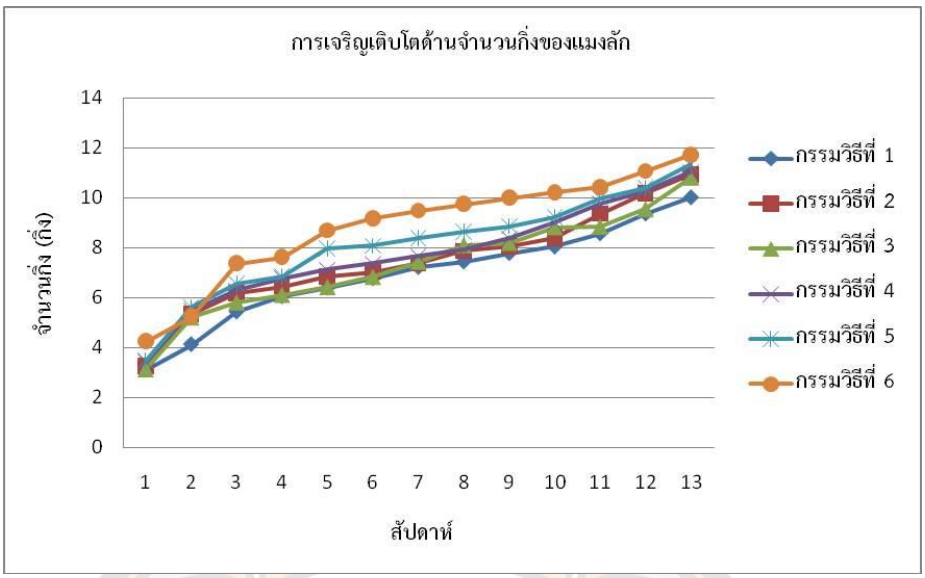
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.73, 11.35, 11.03, 10.81, 10.80 และ 10.00 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าจำนวนกิ่งในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 28 และภาพ 24

ตาราง 28 จำนวนกิ่ง/ต้นของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : กิ่ง

กรรมวิธี	ขนาดลำต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	3.11^{d}	4.12^{f}	5.43^{f}	6.04^{d}	6.38^{e}	6.76^{e}	7.21^{f}	7.43^{e}	7.77^{f}	8.03^{f}	8.56^{f}	9.35^{e}	10.00^{d}
กรรมวิธีที่ 2	3.24^{c}	5.34^{d}	6.18^{d}	6.44^{c}	6.85^{d}	7.02^{d}	7.38^{e}	7.87^{d}	8.05^{e}	8.39^{e}	9.36^{d}	10.18^{c}	10.94^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	3.13^{d}	5.21^{e}	5.81^{e}	6.11^{d}	6.43^{e}	6.83^{e}	7.44^{d}	8.09^{c}	8.19^{d}	8.82^{d}	8.84^{e}	9.54^{d}	10.81^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	3.43^{b}	5.47^{c}	6.29^{c}	6.76^{b}	7.12^{c}	7.36^{c}	7.66^{c}	7.90^{d}	8.37^{c}	9.00^{c}	9.76^{c}	10.25^{c}	11.03^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	3.46^{b}	5.61^{b}	6.54^{b}	6.85^{b}	7.97^{b}	8.08^{b}	8.39^{b}	8.63^{b}	8.86^{b}	9.22^{b}	9.98^{b}	10.39^{b}	11.35^{a}
กรรมวิธีที่ 6	4.23^{a}	5.24^{a}	7.37^{a}	7.62^{a}	8.70^{a}	9.17^{a}	9.49^{a}	9.75^{a}	10.00^{a}	10.22^{a}	10.43^{a}	11.07^{a}	11.73^{a}
C.V. (%)	0.60	0.64	0.66	1.01	0.71	0.94	0.53	0.83	0.50	0.32	0.59	0.51	6.43
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.031	0.514	0.062	0.101	0.077	0.107	0.030	0.104	0.065	0.434	0.085	0.077	1.060

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 24 จำนวนกิ่งของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดทรงพุ่มของแมงลัก

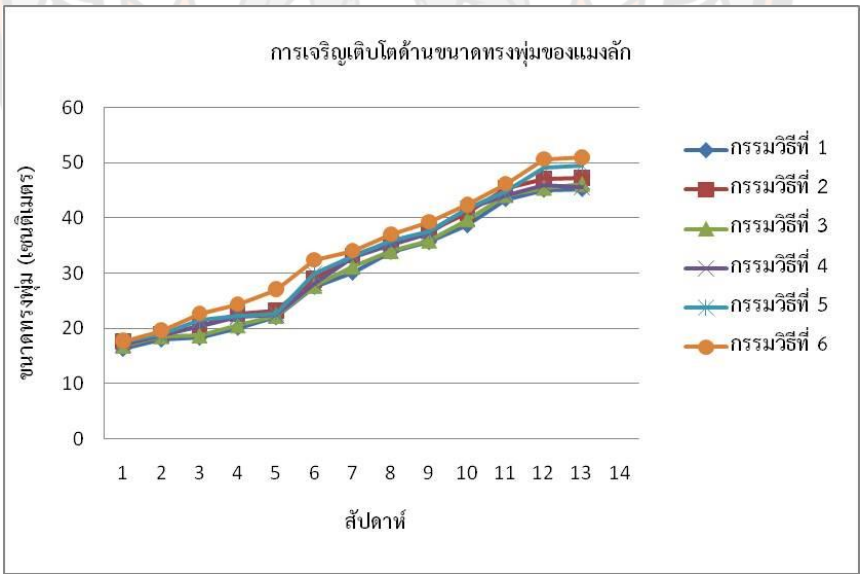
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.97, 49.50, 47.30, 46.13, 45.63 และ 45.25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าขนาดทรงพุ่มในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 29 และภาพ 25

ตาราง 29 ขนาดทรงพุ่มของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : เซนติเมตร

กรรมวิธี	ขนาดทรงพุ่ม (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	16.32^{e}	18.02^{e}	18.34^{d}	20.14^{f}	22.03^{f}	27.54^{f}	30.11^{c}	33.87^{e}	35.64^{e}	38.68^{e}	43.42^{e}	45.12^{e}	45.25^{c}
กรรมวิธีที่ 2	17.65^{a}	18.9^{b}	20.54^{bc}	22.68^{b}	23.28^{b}	28.98^{c}	33.25^{ab}	35.47^{c}	37.65^{b}	40.88^{c}	45.36^{b}	47.12^{c}	47.30^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	16.78^{d}	18.54^{d}	18.65^{d}	20.47^{e}	22.22^{e}	27.68^{e}	31.11^{c}	33.96^{e}	35.87^{d}	39.68^{d}	44.12^{d}	45.43^{e}	46.13^{c}
กรรมวิธีที่ 4	16.98^{c}	18.64^{cd}	20.31^{c}	22.01^{d}	22.39^{d}	28.11^{d}	32.98^{b}	35.19^{d}	37.19^{c}	41.65^{b}	44.21^{d}	46.02^{d}	45.63^{c}
กรรมวิธีที่ 5	17.55^{b}	18.77^{bc}	21.47^{b}	22.25^{c}	22.68^{c}	29.87^{b}	33.12^{ab}	35.78^{b}	37.54^{b}	41.72^{b}	44.82^{c}	49.13^{b}	49.50^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	17.67^{a}	19.57^{a}	22.68^{a}	24.35^{a}	26.99^{a}	32.34^{a}	34.02^{a}	37.02^{a}	39.25^{a}	42.34^{a}	46.2^{1a}	50.63^{a}	50.97^{a}
C.V. (%)	0.20	0.77	3.27	0.22	0.29	0.21	1.91	0.52	0.36	0.34	0.75	0.46	3.60
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.053	0.219	1.001	0.072	0.103	0.093	0.934	0.275	0.201	0.207	0.508	0.324	2.576

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 25 ขนาดทรงพุ่มของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสม

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

น้ำหนักใบสด

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.68, 38.37, 37.34, 31.00, 25.86 และ 24.44 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 30)

น้ำหนักลำต้นสด

ผลการศึกษาน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.52, 67.30, 59.72, 57.16, 51.38 และ 51.27 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 30)

น้ำหนักรากสดต่อต้น

ผลการศึกษาน้ำหนักรากสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุด อายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.82, 24.59, 24.24, 19.49, 19.31 และ 11.76 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักรากสดต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 30)

ตาราง 30 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของแมงลักได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	24.44^{c}	51.27	11.76^{b}
กรรมวิธีที่ 2	37.34^{ab}	59.72	24.24^{a}
กรรมวิธีที่ 3	25.86^{c}	51.38	19.31^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	31.00^{bc}	57.16	19.49^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	38.37^{ab}	67.30	24.59^{a}
กรรมวิธีที่ 6	42.68^{a}	67.52	26.82^{a}
เฉลี่ย	33.28	59.05	21.63
C.V. (%)	19.97	27.76	27.63
F-test	*	ns	*
LSD	10.02	24.70	8.76

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation.

น้ำหนักใบแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.82, 6.59, 6.30, 5.95, 4.78 และ 4.66 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 31)

น้ำหนักลำต้นแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 1 (control) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 15.14, 14.67, 12.71, 12.25, 10.98 และ 10.96 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้นทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 31)

น้ำหนักรากแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุด อายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.75, 11.53, 10.72, 9.73, 9.68 และ 6.24 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 31)

ตาราง 31 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	4.66^{c}	10.98	6.24^{b}
กรรมวิธีที่ 2	6.30^{abc}	10.96	11.53^{a}
กรรมวิธีที่ 3	4.78^{bc}	12.25	9.68^{a}
กรรมวิธีที่ 4	5.95^{bc}	12.71	10.72^{a}
กรรมวิธีที่ 5	6.59^{ab}	14.67	9.73^{a}
กรรมวิธีที่ 6	7.82^{a}	15.14	11.75^{a}
เฉลี่ย	6.01	12.79	9.94
C.V. (%)	20.34	29.84	16.96
F-test	*	ns	*
LSD	1.84	5.75	2.54

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุด อายุ 85 วัน ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 492.07, 456.45, 440.20, 420.50, 347.76 และ 314.00 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 32)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุด อายุ 85 วัน ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.06, 92.93, 83.02, 80.44, 73.40 และ 63.84 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 32)

ตาราง 32 น้ำหนักใบสด และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของแมงลัก ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/1.2 ตร.ม.)	
	ใบสด (กรัม)	ใบแห้ง (กรัม)
กรรมวิธีที่ 1	314.00^{c}	63.84^{b}
กรรมวิธีที่ 2	456.45^{ab}	83.02^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	347.76^{bc}	73.40^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	420.50^{abc}	80.44^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	440.20^{abc}	92.93^{a}
กรรมวิธีที่ 6	492.07^{a}	96.06^{a}
เฉลี่ย	411.82	81.61
C.V. (%)	22.08	22.76
F-test	*	*
LSD	0.220	0.177

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลผลิตต่อไร่ (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อแมงลักมีอายุ 85 วัน)

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิต ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อพืชมีอายุ 85 วัน พบว่ากรรมวิธี 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,118.1, 1,100.5, 1,051.1, 1,015.5, 869.2 และ 784.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 1 ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 33)

ตาราง 33 ผลผลิตแมงลัก (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (เมื่ออายุ 85 วัน)

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)
กรรมวิธีที่ 1	784.9
กรรมวิธีที่ 2	1,100.5
กรรมวิธีที่ 3	869.2
กรรมวิธีที่ 4	1,015.5
กรรมวิธีที่ 5	1,051.1
กรรมวิธีที่ 6	1,118.1
เฉลี่ย	989.93
C.V. (%)	29.37
F-test	ns
LSD	438.23

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อแมงลักมีอายุ 120 วัน)

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 829.86, 727.99, 685.33, 646.64, 433.18 และ 380.37 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 34)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 144.31, 139.26, 119.96, 113.59, 78.36 และ 74.10 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนัก ใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และ

กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 34)

ผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อแมงลักมีอายุ 120 วัน

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,074.6, 1,820.0, 1,713.3, 1,616.6, 1,082.9 และ 950.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 2 ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 34)

ผลผลิตรวม (กิโลกรัม/ไร่)

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิตรวมที่ได้จากผลผลิตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธี 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,192.7, 2,920.5 และ 2,728.8, 2,667.7, 1,952.1 และ 1,735.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตรวมในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธี 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 34)

ตาราง 34 องค์ประกอบผลผลิตของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/1.2 ตร.ม.)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตรวม (ครั้งที่ 1+2) (กิโลกรัม/ไร่)
	น้ำหนักใบสด	น้ำหนักใบแห้ง		
กรรมวิธีที่ 1	380.37^{c}	74.10^{c}	950.9^{c}	1,735.8^{c}
กรรมวิธีที่ 2	727.99^{ab}	139.26^{ab}	1,820.0^{ab}	2,920.5^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	433.18^{c}	78.36^{c}	1,082.9^{c}	1,952.1^{c}
กรรมวิธีที่ 4	646.64^{b}	113.59^{b}	1,616.6^{b}	2,667.7^{b}
กรรมวิธีที่ 5	685.33^{b}	119.96^{ab}	1,713.3^{b}	2,728.8^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	829.86^{a}	144.31^{a}	2,074.6^{a}	3,192.7^{a}
เฉลี่ย	617.23	111.60	1,543.1	2,533.0

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/1.2 ตร.ม.)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตรวม (ครั้งที่ 1+2) (กิโลกรัม/ไร่)
	น้ำหนักใบสด	น้ำหนักใบแห้ง		
C.V. (%)	15.04	17.31	15.04	13.09
F-test	*	*	*	*
LSD	139.94	29.12	349.85	499.63

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นพืช จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72, 3.63, 3.16, 3.05, 2.66 และ 2.41% ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31, 0.20, 0.15, 0.13, 0.07 และ 0.07mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธี 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10, 3.05, 2.83, 2.72, 2.37 และ 2.30 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) ปริมาณธาตุอาหารรองในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.6, 16.2, 15.8, 15.1, 14.6 และ 12.6 mg./kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) สูงสุดแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.72, 1.66, 1.63, 1.42, 1.33 และ 1.04 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และ กรรมวิธีที่ 4(H0-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06, 0.04, 0.04, 0.02, 0.02 และ 0.02 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) ปริมาณธาตุอาหารเสริมในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณเหล็ก (Fe) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.9, 74.0, 65.4, 62.2, 57.2 และ 55.0 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 129.0, 122.0, 113.0, 100.0, 84.2 และ 83.0 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 27.8, 27.8, 27.7, 11.4, 10.6 และ 10.1 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 13.4, 12.8, 11.8, 11.4, 10.6 และ 10.1 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 35)

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในต้นแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ชนิดปุ๋ย	ระดับธาตุอาหารหลัก			ธาตุอาหารรอง			ธาตุอาหารเสริม				
	Total N (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
T1 (control)	2.41^{d}	0.07^{d}	2.30^{f}	12.6^{f}	1.04^{f}	0.02^{c}	55.0^{f}	83.0^{e}	23.5^{d}	10.1^{f}	14.2^{e}
T2 (15-15-15)	3.63^{a}	0.15b^{c}	3.05^{b}	14.6^{e}	1.33^{e}	0.02^{c}	57.2^{e}	84.2^{e}	24.2^{c}	10.6^{e}	15.5^{d}
T3 (อินทรีย์)	2.66^{c}	0.07^{d}	2.37^{e}	15.1^{d}	1.42^{d}	0.02^{c}	62.2^{d}	100.0^{d}	26.2^{b}	11.4^{d}	16.1^{c}
T4 (HO-1)	3.30^{b}	0.13^{c}	2.72^{d}	15.8^{c}	1.63^{c}	0.04^{b}	65.4^{c}	113.0^{c}	27.8^{a}	11.8^{c}	17.1^{b}
T5 (HO-2)	3.34^{b}	0.20^{b}	2.83^{c}	16.2^{b}	1.66^{b}	0.04^{b}	74.0^{b}	122.0^{b}	27.7^{a}	12.8^{b}	17.8^{a}
T6 (HO-3)	3.72^{a}	0.31^{a}	3.10^{a}	16.6^{a}	1.72^{a}	0.06^{a}	90.9^{a}	129.0^{a}	27.8^{a}	13.4^{a}	17.7^{a}
C.V. (%)	2.75	23.36	0.79	1.11	0.49	6.90	1.35	1.16	0.27	0.29	0.72
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD	0.13	0.55	0.03	0.25	0.01	0.02	1.37	1.83	0.11	0.05	0.18

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ผลการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพ

ความยาวใบแมงลัก

ผลการศึกษาความยาวใบ พบว่ากรรมวิธีที่แสดงผลออกมาสูงที่สุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.65, 5.62, 5.61, 5.57, 4.32 และ 4.23 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความยาวใบในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 36)

ความกว้างใบแมงลัก

ผลการศึกษาความกว้างใบ พบว่ากรรมวิธีที่แสดงผลออกมาสูงที่สุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.81, 2.78, 2.76, 2.75, 2.17 และ 2.08 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความกว้างใบในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 36)

สีของใบแมงลัก

ผลการศึกษาสีของใบแมงลักเป็นกลุ่มสีเขียวเข้ม (Green Group 134A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) กลุ่มใบสีเขียว (Green Group 134B) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกลุ่มใบสีเขียวอ่อน (Green Group 144B) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ (ตาราง 36)

ตาราง 36 ข้อมูลเชิงคุณภาพของแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	สีใบ
กรรมวิธีที่ 1	4.23[b]	2.08[b]	Green Group 144B
กรรมวิธีที่ 2	5.61[a]	2.76[a]	Green Group 143A
กรรมวิธีที่ 3	4.32[b]	2.17[b]	Green Group 143B
กรรมวิธีที่ 4	5.57[a]	2.75[a]	Green Group 143A
กรรมวิธีที่ 5	5.62[a]	2.78[a]	Green Group 143A
กรรมวิธีที่ 6	5.65[a]	2.81[a]	Green Group 143A
เฉลี่ย	5.17	2.56	
C.V. (%)	2.83	4.59	
F-test	*	*	
LSD	0.220	0.177	

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6; CV = coefficient of variation

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบแมงลัก

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบแมงลัก พบว่ากรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.94, 5.54, 5.49, 5.23, 5.14 และ 4.61% ตามลำดับ โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 37)

ตาราง 37 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของใบแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (%Crude)
กรรมวิธีที่ 1	4.61[e]
กรรมวิธีที่ 2	5.23[c]
กรรมวิธีที่ 3	5.14[d]
กรรมวิธีที่ 4	5.54[b]
กรรมวิธีที่ 5	5.49[b]
กรรมวิธีที่ 6	5.94[a]
เฉลี่ย	5.33
C.V. (%)	0.85
F-test	*
LSD	0.068

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ปริมาณสารสำคัญที่ได้จากสารสกัดหยาบใบแมงลัก

สารยูจินอล

ผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารยูจินอลจากสารสกัดหยาบใบแมงลัก พบว่ากรรมวิธีที่ให้สารยูจินอลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.51, 91.53, 3.67, 2.65, 1.76 และ 1.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 38)

สารเมทิลยูจินอล

ผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารเมทิลยูจินอลจากสารสกัดหยาบใบแมงลัก พบว่ากรรมวิธีที่ให้สารเมทิลยูจินอลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 166.93, 163.11, 111.35, 67.30, 30.44 และ 16.43 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารเมทิลยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 38)

ตาราง 38 การวิเคราะห์ปริมาณสารยูจินอล และเมทิล ยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบแมงลักที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	Eugenol (µg/ml)	Methyl Eugenol (µg/ml)
กรรมวิธีที่ 1	1.04^{f}	16.43^{f}
กรรมวิธีที่ 2	91.53^{b}	111.35^{c}
กรรมวิธีที่ 3	1.76^{e}	30.44^{e}
กรรมวิธีที่ 4	2.65^{d}	67.30^{d}
กรรมวิธีที่ 5	3.67^{c}	163.11^{b}
กรรมวิธีที่ 6	136.51^{a}	166.93^{a}
เฉลี่ย	39.53	92.59
C.V. (%)	0.86	0.08
F-test	*	*
LSD	0.51	0.114

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

*ตัวอย่างเตรียมจากสารสกัด 10 mg/ml

ต้นทุน และกำไรของแมงลัก

ต้นทุน และกำไร ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าใช้สอยอื่น ๆ ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุน (บาท/ไร่) สูงสุดไปจันถึงต่ำสุดเรียงลำดับ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ย 17,000.0, 16,780.0, 16,700.0, 16,650.0, 16,350.0 และ 14,200.0 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อคำนวณกำไรที่ได้จากปริมาณผลผลิตต่อไร่คูณกับราคาขายผลผลิตต่อไร่ ซึ่งขายได้ในราคา กิโลกรัมละ 35 บาท พบว่ากรรมวิธีที่ทำกำไรสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด เรียงลำดับได้ดังนี้

กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) พบว่ามีกำไรเฉลี่ย 94,965, 85,218, 78,808, 76,720, 51,974 และ 46,553 บาทต่อไร่ ตามตาราง 39 และตาราง 40

ตาราง 39 ต้นทุนการผลิตแมงลัก

รายการต้นทุน	รายจ่าย			
	ราคา (บาท)	อัตรา (ไร่)		บาท/ไร่
ค่าวัสดุ				
เมล็ดพันธุ์	300			300
	รวมค่าวัสดุ			300
ปุ๋ย (50 กิโลกรัม/กระสอบ)				
-NPK (15-15-15)	20	50		1,000
-ปุ๋ยอินทรีย์		50		350
-HO-1	13	50		650
-HO-2	14	50		700
-HO-3	15.6	50		780
	รวมค่าวัสดุ			3,480
ต้นทุนค่าแรง		จำนวนคน	ครั้ง	
ค่าไถ 2 รอบ	800	1	2	1,600
ค่าแรงในการขึ้นแปลง 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการปลูก 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง 3 คน	300	3	1	900
ค่าแรงสูบน้ำตลอดฤดูปลูก	2,000	1	1	2,000
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800
ค่าแรงใส่ปุ๋ย 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800
ค่าแรงในการถางหญ้า 5 คน 2 ครั้ง	300	5	2	3,000
	รวมต้นทุนค่าแรง			14,700
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ				
ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ			500	
วัสดุปลูก (ถาด, เชือกฟาง, ป้าย)			500	
	รวมค่าใช้จ่ายอื่น ๆ			1,000
	รวม			19,480

ตาราง 40 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของแมงลัก

รายการ	กรรมวิธี					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ต้นทุนวัสดุ						
ต้นทุนพื้นฐานทั้งหมด (บาท/ไร่)	300	300	300	300	300	300
ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1000	350	650	700	780
ต้นทุนค่าแรง						
ต้นทุนค่าแรง (บาท/ไร่)	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
ต้นทุนแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
ต้นทุนอื่น ๆ						
ต้นทุนรวมค่าใช้จ่ายพื้นฐานอื่น ๆ (บาท/ไร่)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ต้นทุนการผลิตรวม	14,200	17,000	16,350	16,650	16,700	16,780
ผลผลิต						
ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	1,735.8	2,920.5	1,952.1	2,667.7	2,728.8	3,192.7
รายได้ (บาท)	60,753	102,217.5	68,323.5	93,369.5	95,508	111,744.5
กำไร (บาท/ไร่)	46,553	85,218	51,974	76,720	78,808	94,965
กำไร/ต้นทุน	3.27	5.01	3.18	4.61	4.72	5.66
ลำดับ	6	2	5	4	3	1

หมายเหตุ: แมงลักกิโลกรัมละ 35 บาท

สรุปผลการทดลองแมงลัก

ในการประเมินประสิทธิภาพของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ และการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ขึ้นมา 3 สูตร ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของแมงลัก ทางด้านความสูงต้น ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดในทุกรายการไม่แตกต่างทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ๆ การวัดด้านคุณภาพของใบ พบว่าความยาวใบกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนความกว้างใบพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนสีของใบกลุ่มที่เป็นสีเขียวเข้ม (GREEN GROUP 143A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกลุ่มสีเขียวอ่อน (GREEN GROUP 143B) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (control) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ตามลำดับ

ในด้านผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ผลผลิตสูงสุดในทุกรายการที่ทำการบันทึก แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ในด้านการสะสมวัตถุแห้งพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ผลการสะสมวัตถุแห้งสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี15-15-15) เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบสูงสุด 5.94% และปริมาณสารสำคัญยูจินอล และเมทิลยูจินอล สูงสุดเช่นเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ในด้านต้นทุนการผลิตพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนในการผลิตสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16,350 และ14,200 บาทต่อไร่ตามลำดับ จากปริมาณผลผลิต และราคาขายเมื่อนำมาคำนวณหากำไรสุทธิ พบว่ากรรมวิธีที่มีผลกำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีผลกำไร 94,965, 85,218, 78,808, 76,720, 51,974 และ 46,553 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศ สกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (โหระพา)

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง

ดำเนินการทดลองใน ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินชุดแม่ริม (Mr) ดินชั้นบนมีหน้าดินตื้น เป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน มีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลปนเทา มีความลาดชัน 2-5 % หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย pH 5.5 - 6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี และทางฟิสิกส์ทั้งก่อน และหลังการทดลองพบว่าสภาพดินก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจน (N) 0.07 %, ฟอสฟอรัส (P) 14, โพแทสเซียม (K) 92, แคลเซียม (Ca) 517, แมกนีเซียม (Mg) 91 และกำมะถัน (S) 6.29 mg/kg. ดินก่อนการทดลองยังพบว่าระดับเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำโดยมีค่า 94.06, 50.66, 1.20, 1.05 และ0.13 mg/kg. ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และ water content (WC) มีค่า 1.11%, 0.56 dS/cm และ 6.84% ตามลำดับ สภาพดินหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับไนโตรเจน (N) 0.09%, ฟอสฟอรัส (P) 53.0 และโพแทสเซียม (K) 98 mg/kg. พบว่าดินหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม

เพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยมีระดับธาตุแคลเซียม (Ca) 705.5, ธาตุแมกนีเซียม (Mg) 141.0, กำมะถัน (S) 7.14, เหล็ก (Fe) 99.5, แมงกานีส (Mn) 98.1, สังกะสี (Zn) 1.46, ทองแดง (Cu) 1.37 และโบรอน (B) 0.20 mg/kg. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่า OM, EC และ WC สูงโดยมีค่า 1.18%, 0.75 mS/cm และ 19.68% ตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างนั่น ดินก่อนการทดลองมีค่า pH 5.6 และหลังการทดลองพบว่าในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ความเป็นกรด-ด่าง ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นมีค่า pH 6.8-6.9 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่าpH 6.9 (ตาราง 41 และตาราง 42)

ตาราง 41 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดินก่อน และหลังการทดลองในโหระพา

กรรมวิธี	Total N (%)	AvailP (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)	pH (ดิน)	OM (%)	เนื้อดิน Texture	EC (1:5) (mS/cm)
	0.07	14	92	517	91	6.29	94.06	50.66	1.20	1.05	0.13	5.6	1.11	Loam	0.56
T1	0.05^{c}	10.0^{e}	67.0^{c}	299.0^{d}	72.5^{c}	0.54^{b}	52.2^{e}	40.6^{d}	0.89^{e}	0.99^{d}	0.06^{c}	5.6^{c}	1.09^{b}	Loam	0.53^{de}
T2	0.07^{ab}	50.0^{b}	91.0^{ab}	427.0^{c}	75.3^{c}	0.69^{b}	64.7^{d}	47.6^{cd}	1.02^{d}	1.01^{cd}	0.07^{bc}	5.5^{c}	1.07^{b}	loam	0.51^{e}
T3	0.06^{bc}	30.0^{d}	75.0^{b}	627.0^{b}	112.0^{b}	0.75^{b}	83.9^{c}	55.6^{c}	0.89^{e}	0.99^{d}	0.18^{ab}	6.6^{b}	1.14^{a}	Loam	0.60^{cd}
T4	0.07^{ab}	44.0^{c}	84.0^{b}	671.0^{ab}	133.0^{a}	6.81^{a}	95.4^{b}	78.9^{b}	1.21^{c}	1.11^{c}	0.20^{a}	6.8^{ab}	1.15^{a}	loam	0.66^{bc}
T5	0.08^{a}	48.0^{b}	86.0^{b}	678.0^{ab}	135.0^{a}	6.83^{a}	97.2^{ab}	89.7^{a}	1.29^{b}	1.23^{b}	0.18^{ab}	6.8^{a}	1.17^{a}	Loam	0.71^{ab}
T6	0.09^{a}	53.0^{a}	98.0^{a}	705.5^{a}	141.0^{a}	7.14^{a}	99.5^{a}	98.1^{a}	1.46^{a}	1.37^{a}	0.20^{a}	6.9^{a}	1.18^{a}	Loam	0.75^{a}
เฉลี่ย	0.074	39.25	83.63	567.92	111.54	3.79	82.15	68.42	1.13	1.12	0.14	6.35	1.13	-	0.62
C.V. (%)	13.48	4.32	7.31	6.78	5.51	6.75	2.02	9.61	3.60	6.47	50.21	2.00	2.51	-	8.97
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
LSD	0.015	2.557	9.220	58.068	8.664	0.386	2.497	9.911	0.061	0.109	0.110	0.192	0.043	-	0.084

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ตาราง 42 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินก่อน และหลังการทดลอง

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำในดิน (%)		ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลบ.ซม.)		ความพรุนของดิน (%)	
	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก	ช่วงปลูก	หลังปลูก
กรรมวิธีที่ 1	6.99	18.19	1.87^{ab}	1.67^{b}	39.31^{ab}	60.23
กรรมวิธีที่ 2	6.44	18.85	1.83^{b}	1.72^{ab}	40.53^{a}	60.97
กรรมวิธีที่ 3	7.02	18.84	1.85^{ab}	1.71^{ab}	39.27^{ab}	61.29
กรรมวิธีที่ 4	6.86	18.91	1.89^{a}	1.72^{ab}	38.21^{b}	61.83
กรรมวิธีที่ 5	6.61	19.15	1.85^{ab}	1.72^{ab}	40.24^{a}	61.53
กรรมวิธีที่ 6	7.11	19.68	1.87^{ab}	1.74^{a}	39.39^{ab}	62.27
เฉลี่ย	6.84	18.94	1.86	1.72	39.49	61.35
C.V. (%)	12.19	7.87	1.56	2.50	2.73	3.96
F-test	ns	ns	*	*	*	ns
LSD	1.257	2.245	0.044	0.647	1.622	3.658

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และ HO-3

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 สำหรับการปลูกโหระพาพบว่าค่า pH ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1, HO-2 และ HO-3 มีค่าระหว่างเป็นกรดเล็กน้อยถึงค่า pH เป็นกลางซึ่งมีความเหมาะสมต่อการดูดซับธาตุอาหารของพืช (pH 6.65-6.82) โดยพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารสูงสุด ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 13.5, 0.2 และ 0.4% ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.4, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบ 7.9, 0.2 และ 0.3% ตามลำดับ ธาตุอาหารรองพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารรองสูงสุด ได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 10.3, 2.9 และ 10.4% ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุแคลเซียม

(Ca),แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.0, 2.1 และ8.7% ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบ 8.5, 2.4 และ10.1% ตามลำดับ ส่วนระดับธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 มีระดับธาตุอาหารเสริมสูงสุด ได้แก่ ธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.48 , 211 , 171 , 25 และ 2.54 mg/kg ตามลำดับ แตกต่างกับปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 โดยในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 มีระดับธาตุเหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.14, 197, 91, 19 และ1.95 mg/kg ตามลำดับ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-2 มีระดับธาตุเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และคลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบ 2.35, 211, 157, 21 และ2.11 mg/kg ตามลำดับส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินและปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) พบว่ามีค่าสูงสุดในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-3 ที่ระดับ 36.17 dS/cm และ1.27% ตามลำดับ สูงกว่า HO-2 และHO-1 ในขณะที่ค่า C/N ratio อยู่ระหว่าง 0.19-0.22 (ตาราง 43)

ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO-1 HO-2 และHO-3

คุณสมบัติปุ๋ย		HO-1	HO-2	HO-3
ธาตุอาหารหลัก	Total N (%)	7.4	7.9	13.5
	Total P (%)	0.2	0.2	0.2
	Total K (%)	0.3	0.3	0.4
ธาตุอาหารรอง	Ca (%)	8.0	8.5	10.3
	Mg (%)	2.1	2.4	2.9
	S (%)	8.7	10.1	10.4
ธาตุอาหารเสริม	Fe (mg/kg)	2.14	2.35	2.48
	Mn (mg/kg)	197.00	211.00	211.00
	Zn (mg/kg)	91.00	157.00	171.00
	Cu (mg/kg)	19.00	21.00	25.00
	Cl (mg/kg)	1.95	2.11	2.54
OM (%)		0.87	1.08	1.27
pH (1:1)		6.82	6.74	6.65
EC (1:10 dS/cm)		30.25	32.12	36.17
C/N ratio		0.22	0.19	0.21

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของโหระพา (Vegetative Growth)

ความสูงของโหระพา

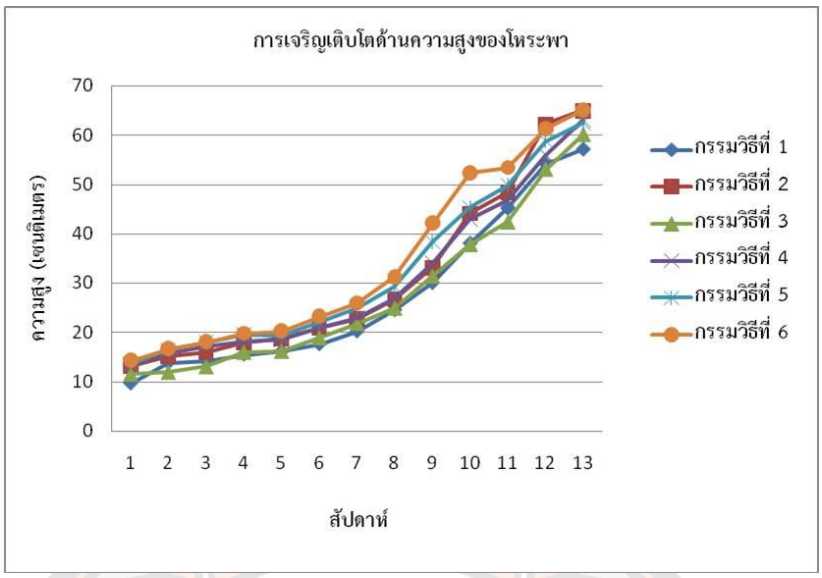
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีความสูงต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.14, 64.94, 63.14, 62.47, 60.06 และ57.09 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความสูงในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 44 และภาพ 26

ตาราง 44 ความสูงของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย: เซนติเมตร

กรรมวิธี	ขนาดลำต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	9.67^{f}	11.94^{c}	13.12^{e}	15.52^{f}	16.12^{f}	17.62^{e}	20.22^{f}	24.52^{e}	30.02^{f}	37.81^{e}	42.35^{f}	53.00^{f}	57.09^{d}
กรรมวิธีที่ 2	13.17^{d}	15.10^{d}	15.94^{c}	17.92^{d}	18.68^{c}	20.84^{c}	22.73^{d}	26.75^{c}	33.13^{d}	44.16^{c}	48.39^{c}	62.25^{a}	64.94^{a}
กรรมวิธีที่ 3	11.59^{e}	13.94^{f}	14.23^{d}	16.04^{e}	16.21^{e}	18.95^{d}	21.81^{e}	24.96^{d}	31.38^{e}	38.03^{e}	45.12^{e}	57.19^{d}	60.06^{c}
กรรมวิธีที่ 4	13.36^{c}	15.80^{c}	17.11^{b}	18.09^{c}	18.51^{d}	20.84^{c}	22.97^{e}	26.89^{c}	34.05^{c}	42.98^{d}	46.87^{d}	56.06^{e}	63.14^{b}
กรรมวิธีที่ 5	13.52^{b}	16.48^{b}	17.89^{a}	19.52^{c}	19.21^{b}	22.03^{b}	24.95^{b}	29.21^{b}	38.30^{b}	45.27^{b}	49.68^{b}	58.75^{c}	62.47^{b}
กรรมวิธีที่ 6	14.21^{a}	16.69^{a}	18.01^{a}	19.75^{a}	20.22^{a}	23.22^{a}	25.9^{2a}	31.23^{a}	42.12^{a}	52.34^{a}	53.45^{a}	61.28^{a}	65.14^{a}
C.V. (%)	0.17	0.37	0.59	0.28	0.26	0.34	0.33	0.55	0.86	0.81	1.60	0.28	1.81
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.032	0.084	0.143	0.074	0.072	0.107	0.114	0.228	0.451	0.533	1.148	0.242	1.694

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 26 ความสูงของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดของลำต้นโหระพา

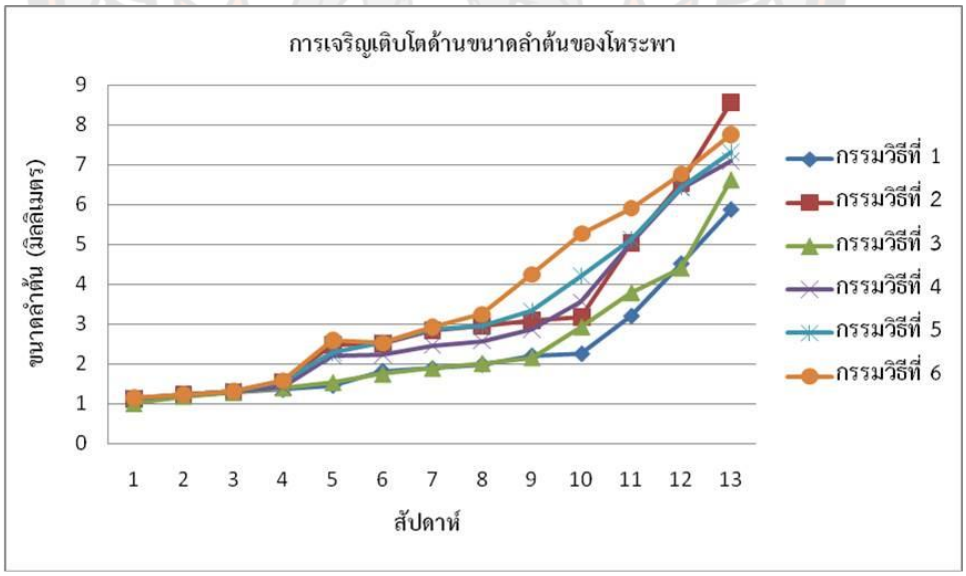
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.56, 7.75, 7.32, 7.10, 6.61 และ5.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าขนาดลำต้นในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 45 และภาพ 27

ตาราง 45 ขนาดลำต้นของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : มิลลิเมตร

กรรมวิธี	ขนาดลำต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	1.02^{d}	1.19	1.28	1.35^{c}	1.45^{c}	1.81^{b}	1.88^{d}	1.98^{d}	2.20^{e}	2.25^{f}	3.20^{e}	4.52^{d}	5.88^{d}
กรรมวิธีที่ 2	1.12^{bc}	1.23	1.31	1.56^{a}	2.49^{ab}	2.51^{a}	2.85^{b}	2.96^{b}	3.09^{c}	3.18^{d}	5.04^{c}	6.53^{b}	8.56^{a}
กรรมวิธีที่ 3	1.01^{d}	1.19	1.29	1.41^{b}	1.54^{c}	1.75^{b}	1.89^{d}	2.02^{d}	2.16^{e}	2.93^{e}	3.79^{d}	4.40^{e}	6.61^{cd}
กรรมวิธีที่ 4	1.11^{c}	1.21	1.31	1.41^{b}	2.19^{b}	2.23^{a}	2.46^{c}	2.5^{7c}	2.86^{d}	3.55^{c}	5.05^{c}	6.41^{c}	7.10^{bc}
กรรมวิธีที่ 5	1.13^{ab}	1.21	1.29	1.55^{a}	2.27^{ab}	2.52^{a}	2.85^{b}	2.95^{b}	3.32^{b}	4.19^{b}	5.13^{b}	6.44^{c}	7.32^{bc}
กรรมวิธีที่ 6	1.14^{a}	1.23	1.32	1.58^{a}	2.59^{a}	2.53^{a}	2.92^{a}	3.24^{a}	4.24^{a}	5.26^{a}	5.90^{a}	6.76^{a}	7.75^{b}
C.V. (%)	1.21	2.83	2.31	1.93	10.76	10.98	1.18	1.89	1.20	1.09	0.61	0.63	8.81
F-Test	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.019	0.052	0.045	0.043	0.338	0.368	0.044	0.075	0.54	0.059	0.043	0.055	0.955

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.



ภาพ 27 ขนาดลำต้นของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด สูตรผสม

จำนวนกิ่งของโหระพา

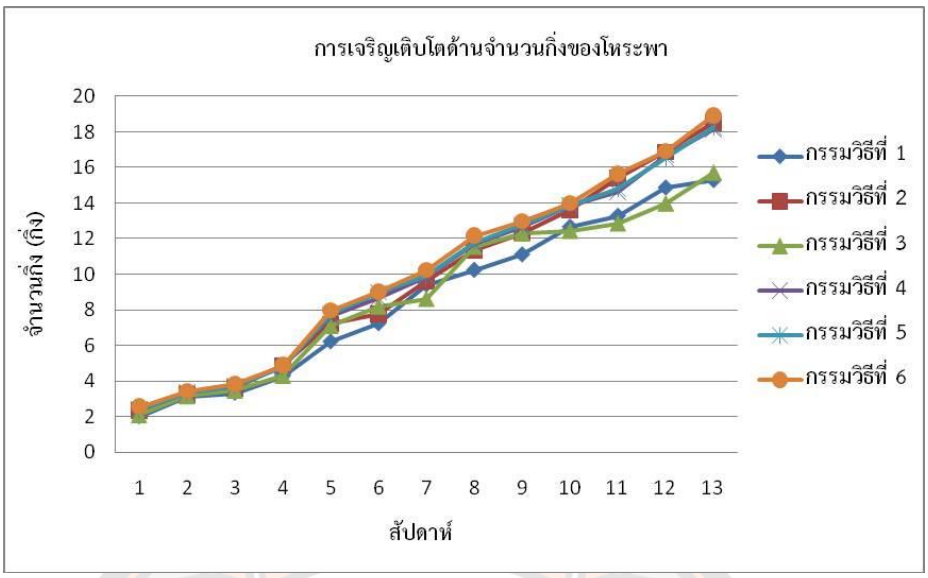
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.91, 18.53, 18.26, 18.16, 15.72 และ15.29 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าจำนวนกิ่งในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 46 และภาพ 28

ตาราง 46 จำนวนกิ่ง/ต้น ของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย: กิ่ง

กรรมวิธี	จำนวนกิ่ง/ต้น (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	2.01^{d}	3.15^{d}	3.34^{e}	4.28^{d}	6.22^{f}	7.24^{e}	9.42^{d}	10.24^{f}	11.11^{d}	12.67^{c}	13.28^{e}	14.87^{d}	15.29^{b}
กรรมวิธีที่ 2	2.35^{b}	3.25^{c}	3.61^{c}	4.89^{a}	7.23^{d}	7.78^{d}	9.64^{c}	11.35^{e}	12.35^{c}	13.61^{b}	15.42^{b}	16.89^{a}	18.53^{a}
กรรมวิธีที่ 3	2.10^{c}	3.17^{d}	3.48^{d}	4.32^{c}	7.11^{e}	8.21^{c}	8.63^{e}	11.56^{d}	12.31^{c}	12.46^{d}	12.87^{f}	13.99^{e}	15.72^{b}
กรรมวิธีที่ 4	2.40^{b}	3.36^{b}	3.71^{b}	4.87^{a}	7.67^{c}	8.68^{b}	9.87^{b}	11.69^{c}	12.65^{b}	13.86^{a}	14.62^{d}	16.68^{b}	18.16^{a}
กรรมวิธีที่ 5	2.39^{b}	3.34^{b}	3.68^{bc}	4.75^{b}	7.76^{b}	8.98^{a}	9.89^{b}	11.78^{b}	12.78^{b}	13.86^{a}	14.81^{c}	16.52^{c}	18.26^{a}
กรรมวิธีที่ 6	2.54^{a}	3.41a	3.82^{a}	4.89^{a}	7.95^{a}	9.01^{a}	10.21^{a}	12.14^{a}	12.97^{a}	13.98^{a}	15.61^{a}	16.91^{a}	18.91^{a}
C.V. (%)	2.63	0.65	1.37	0.48	0.33	0.44	0.57	0.19	0.88	0.75	0.43	0.16	4.92
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.091	0.032	0.075	0.034	0.036	0.051	0.082	0.033	0.165	0.153	0.095	0.038	1.297

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.



ภาพ 28 จำนวนกิ่งของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ขนาดทรงพุ่มของโหระพา

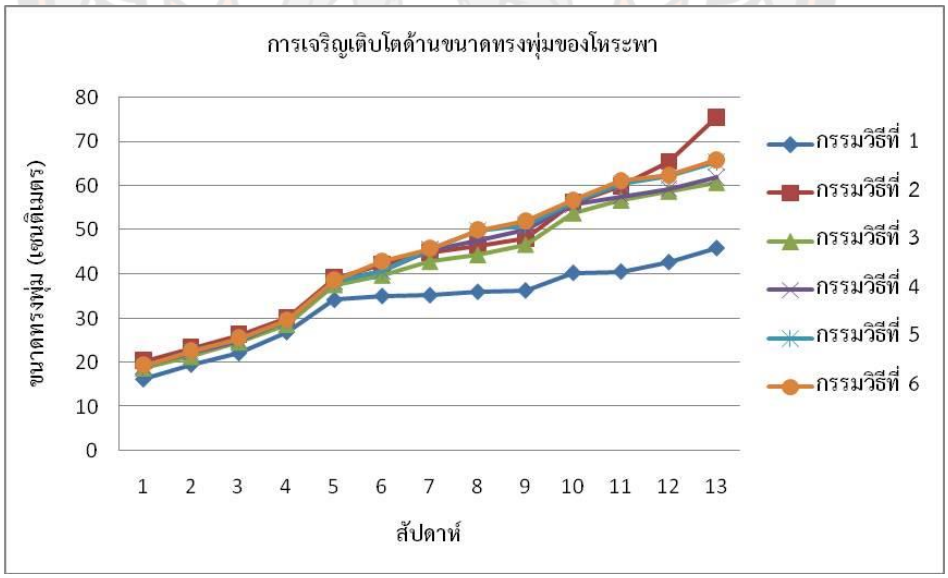
ผลการศึกษา พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดทรงพุ่มสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.59, 65.88, 65.44, 62.00, 60.66 และ45.85 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าขนาดทรงพุ่มในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ดังตาราง 47 และภาพ 29

ตาราง 47 ขนาดทรงพุ่มของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในอัตรา 50 กก./ไร่ ช่วงอายุ 1-13 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

หน่วย : เซนติเมตร

กรรมวิธี	ขนาดทรงพุ่ม (สัปดาห์)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
กรรมวิธีที่ 1	16.24^{f}	19.54^{f}	22.14^{e}	26.89^{e}	34.15^{f}	35.02^{e}	35.21^{f}	35.98^{e}	36.28^{f}	40.25^{f}	40.54^{f}	42.68^{e}	45.85^{d}
กรรมวิธีที่ 2	20.31^{a}	23.34^{a}	26.31^{a}	30.12^{a}	39.1^{3a}	42.17^{a}	44.87^{c}	46.58^{c}	48.12^{d}	56.21^{c}	59.99^{c}	63.54^{a}	75.59^{a}
กรรมวิธีที่ 3	18.67^{e}	21.31^{e}	24.57^{e}	28.54^{d}	37.54^{e}	39.69^{d}	42.77^{e}	44.35^{d}	46.67^{e}	53.78^{e}	56.68e	58.67^{d}	60.66^{c}
กรรมวิธีที่ 4	19.21^{c}	22.17^{d}	25.01^{c}	29.61^{bc}	38.53^{c}	40.68^{c}	45.35^{d}	47.69^{b}	50.17^{b}	55.78^{b}	57.64^{d}	59.36^{c}	62.00^{bc}
กรรมวิธีที่ 5	18.98^{d}	22.57^{c}	25.22^{c}	29.57^{c}	38.21^{d}	40.71^{c}	45.67^{ab}	49.87^{a}	51.14^{c}	56.34^{d}	60.39^{b}	62.34^{b}	65.44^{b}
กรรมวิธีที่ 6	19.34^{b}	22.64^{b}	25.60^{b}	29.64^{b}	38.64^{b}	42.89^{b}	45.78^{a}	49.97^{a}	52.01^{a}	56.74^{a}	61.12^{a}	62.34^{b}	65.88^{b}
C.V. (%)	0.34	0.14	0.85	0.09	0.10	0.10	0.09	0.15	0.10	0.08	0.09	0.09	0.23
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD.	0.097	0.047	0.319	0.041	0.054	0.062	0.059	0.105	0.071	0.062	0.076	0.083	0.209

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation



ภาพ 29 ขนาดทรงพุ่มของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

น้ำหนักใบสด

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.42, 81.98, 74.33, 71.86, 58.66 และ50.30 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 48)

น้ำหนักลำต้นสด

ผลการศึกษาน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.57, 50.65, 46.99, 40.18, 31.94 และ25.55 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักลำต้นสดต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 48)

น้ำหนักรากสด

ผลการศึกษาน้ำหนักรากสดต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.02, 34.76, 34.70, 27.30, 25.42 และ22.19 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักรากสดต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 48)

ตาราง 48 น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของโหระพาได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	50.30^{c}	25.55^{c}	22.19^{b}
กรรมวิธีที่ 2	103.42^{a}	53.57^{a}	34.70^{a}
กรรมวิธีที่ 3	58.66^{bc}	31.94^{bc}	25.42^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	74.33^{bc}	46.99^{a}	34.76^{a}
กรรมวิธีที่ 5	71.86^{bc}	40.18^{ab}	27.30^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	81.98^{ab}	50.65^{a}	35.02^{a}
เฉลี่ย	73.42	41.48	29.90
C.V. (%)	25.14	22.78	22.81
F-test	*	*	*
LSD	27.820	14.243	10.28

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation

น้ำหนักใบแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.03, 15.25, 13.36, 13.30, 10.51 และ8.45 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 49)

น้ำหนักลำต้นแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3),กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.57,

8.76, 8.40, 7.86, 6.07 และ4.39 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 49)

น้ำหนักรากแห้ง

ผลการศึกษาน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.01, 13.49, 12.97, 11.77, 11.36 และ9.79 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักรากแห้งต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 49)

ตาราง 49 น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ใบ ลำต้น และรากของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)		
	ใบ	ลำต้น	ราก
กรรมวิธีที่ 1	8.45^{c}	4.39^{c}	9.79^{b}
กรรมวิธีที่ 2	17.03^{a}	9.57^{a}	13.49^{ab}
กรรมวิธีที่ 3	10.51^{bc}	6.07^{bc}	11.36^{ab}
กรรมวิธีที่ 4	13.36^{abc}	8.40^{ab}	11.77^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	13.30^{abc}	7.86^{ab}	12.97^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	15.25^{ab}	8.76^{ab}	15.01^{a}
เฉลี่ย	12.97	7.51	12.40
C.V. (%)	25.56	25.00	21.70
F-test	*	*	*
LSD	4.997	2.827	4.06

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 398.24, 334.18, 275.16, 265.86, 234.65 และ187.42 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี อื่น ๆ (ตาราง 50)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตสูงสุดอายุ 85 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.40, 42.99, 34.72, 33.42, 25.22 และ24.17 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกตางกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 50)

ตาราง 50 น้ำหนักใบสด และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/1.2 ตร.ม.)	
	ใบสด	ใบแห้ง
กรรมวิธีที่ 1	187.42^{c}	24.17^{b}
กรรมวิธีที่ 2	398.24^{a}	46.40^{a}
กรรมวิธีที่ 3	234.65^{bc}	25.22^{b}
กรรมวิธีที่ 4	265.86^{bc}	34.72^{ab}
กรรมวิธีที่ 5	275.16^{abc}	33.42^{ab}
กรรมวิธีที่ 6	334.18^{ab}	42.99^{a}
เฉลี่ย	282.58	34.49
C.V. (%)	29.33	27.15
F-test	*	*
LSD	124.91	14.110

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลผลิตต่อไร่ (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อโหระพามีอายุ 85 วัน)

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 เมื่อพืชมีอายุ 85 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 995.58, 835.46, 687.90, 664.64, 586.62 และ564.56 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 1 ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 51)

ตาราง 51 ผลผลิตโหระพา (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (เมื่ออายุ 85 วัน)

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)
กรรมวิธีที่ 1	564.56[c]
กรรมวิธีที่ 2	995.58[a]
กรรมวิธีที่ 3	586.62[bc]
กรรมวิธีที่ 4	664.64[bc]
กรรมวิธีที่ 5	687.90[bc]
กรรมวิธีที่ 6	835.46[ab]
เฉลี่ย	722.45
C.V. (%)	23.65
F-test	*
LSD	257.46

*Significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อโหระพามีอายุ 120 วัน)

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,369.8, 1,255.7, 1,125.9, 1,086.0, 918.4 และ835.0 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 52)

น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 215.96, 209.75, 196.92, 189.71, 152.65 และ138.97 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 52)

ผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อโหระพามีอายุ 120 วัน

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 2 เมื่อพืชมีอายุ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,424.5, 3,139.2, 2,814.6, 2,715.1, 2,296.1 และ2,087.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ครั้งที่ 2 ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 52)

ผลผลิตรวม (กิโลกรัม/ไร่)

ผลการศึกษาน้ำหนักผลผลิตรวมที่ได้จากผลผลิตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธี 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,420.08, 3,974.66, 3,502.50, 3,379.74, 2,882.62 และ 2,652.06 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักผลผลิตรวม ในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 52)

ตาราง 52 องค์ประกอบผลผลิตของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

กรรมวิธี	น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม/1.2 ตร.ม.)		ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตรวม (ครั้งที่ 1+2) (กิโลกรัม/ไร่)
	ใบสด	ใบแห้ง		
กรรมวิธีที่ 1	835.0^{d}	138.97^{b}	2,087.5^{d}	2,652.06^{d}
กรรมวิธีที่ 2	1,369.8^{a}	215.96^{a}	3,424.5^{a}	4,420.08^{a}
กรรมวิธีที่ 3	918.4^{cd}	152.65^{b}	2,296.1^{cd}	2,882.62^{cd}
กรรมวิธีที่ 4	1,086.0^{bcd}	196.92^{a}	2,715.1^{bcd}	3,379.74^{bc}
กรรมวิธีที่ 5	1,125.9^{abc}	189.71^{a}	2,814.6^{abc}	3,502.50^{bc}
กรรมวิธีที่ 6	1,255.7^{ab}	209.75^{a}	3,139.2^{ab}	3,974.66^{ab}
เฉลี่ย	1,098.5	183.99	2,746.2	3,468.6
C.V. (%)	15.46	12.99	15.46	12.37
F-test	*	*	*	*
LSD	256.00	36.02	640.00	646.52

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นพืช จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1),กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25, 3.20, 3.10, 2.94, 2.50 และ2.42% ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43, 0.31, 0.30, 0.24,

0.11 และ0.10 mg/kg. ตามลำดับโดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3),กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธี 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67, 3.30, 3.19, 3.15, 2.61 และ2.61 mg/kg. ตามลำดับโดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) ปริมาณธาตุอาหารรองในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.30, 17.70, 17.40, 17.40, 17.10 และ17.00 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.78, 1.70, 1.54, 1.46, 1.46 และ1.32 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (H0-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3(ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับซึ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29, 0.29, 0.17, 0.09, 0.08 และ0.06 mg/kg.ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุกำมะถัน (S) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) ปริมาณธาตุอาหารเสริมในต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.70, 44.40, 43.90, 42.50, 40.40 และ32.90 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.9, 59.8, 59.8, 58.4, 50.90 และ44.1 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1

(control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.5, 34.4, 30.6, 27.8, 27.1 และ24.4 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 50) กรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) ในต้นพืชสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.4, 10.4, 10.1, 9.84, 9.59 และ8.52 mg/kg. ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณธาตุทองแดง (Cu) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 53)

ตาราง 53 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ชนิดปุ๋ย	ระดับธาตุอาหารหลัก			ธาตุอาหารรอง			ธาตุอาหารเสริม				
	Total N (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
T1 (control)	2.42^{d}	0.10^{d}	2.61^{d}	17.00^{c}	1.32^{c}	0.06^{d}	32.90^{f}	44.10^{e}	24.40^{f}	8.52^{f}	18.70^{e}
T2 (15-15-15)	3.20^{ab}	0.30^{b}	3.30^{b}	17.10^{c}	1.46^{b}	0.08^{cd}	40.40^{e}	50.90^{d}	27.10^{e}	9.59^{e}	20.20^{d}
T3 (อินทรีย์)	2.50^{d}	0.11^{d}	2.61^{d}	17.40^{bc}	1.46^{b}	0.09^{c}	42.50^{d}	59.80^{b}	27.80^{d}	9.84^{d}	21.00^{c}
T4 (HO-1)	3.10^{b}	0.24^{c}	3.19^{c}	17.40^{bc}	1.54^{b}	0.17^{b}	44.40^{b}	58.40^{c}	30.60^{c}	10.10^{c}	21.60^{b}
T5 (HO-2)	2.94^{c}	0.31^{b}	3.15^{c}	17.70^{b}	1.70^{a}	0.29^{a}	43.90^{c}	59.80^{b}	34.40^{b}	10.40^{b}	21.30^{bc}
T6 (HO-3)	3.25^{a}	0.43^{a}	3.67^{a}	19.30^{a}	1.78^{a}	0.29^{a}	49.70^{a}	91.90^{a}	35.50^{a}	12.40^{a}	23.70^{a}
C.V. (%)	3.19	13.26	2.01	2.05	3.69	14.06	0.35	0.29	0.23	1.01	1.78
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD	0.1397	0.0496	0.0937	0.5454	0.0859	0.0349	0.2258	0.2687	0.1030	0.1545	0.5662

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

ผลการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพ

ความยาวใบโหระพา

ผลการศึกษาความยาวใบพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17, 4.15, 3.95, 3.87, 3.56 และ3.36 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความยาวใบ ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 54)

ความกว้างใบโหระพา

ผลการศึกษาความกว้างใบ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20, 7.95, 7.51, 7.38, 6.84 และ6.64 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าความกว้างใบ ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 54)

สีของใบโหระพา

ผลการศึกษา พบว่าสีของใบโหระพาเป็นกลุ่มสีเขียวเข้ม (Green Group 137B) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกลุ่มใบสีเขียวเหลือง (Green Group 144A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ (ตาราง 54)

ตาราง 54 ข้อมูลเชิงคุณภาพของโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	สีใบ
กรรมวิธีที่ 1	6.64[c]	3.36[e]	Yellow Green 144A
กรรมวิธีที่ 2	7.95[a]	4.15[ab]	Green Group 137B
กรรมวิธีที่ 3	6.84[c]	3.56[d]	Green Group 137B
กรรมวิธีที่ 4	7.51[b]	3.95[bc]	Green Group 137B
กรรมวิธีที่ 5	7.38[b]	3.87[c]	Green Group 137B
กรรมวิธีที่ 6	8.20[a]	4.17[a]	Green Group 137B
เฉลี่ย	7.42	3.84	
C.V. (%)	3.86	3.42	
F-test	*	*	
LSD	0.431	0.198	

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบโหระพา

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบจากใบโหระพา พบว่ากรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85, 4.75, 4.52, 4.30, 4.15 และ3.57% ตามลำดับ โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 55)

ตาราง 55 เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของใบโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (%Crude)
กรรมวิธีที่ 1	3.57[f]
กรรมวิธีที่ 2	4.30[d]
กรรมวิธีที่ 3	4.15[e]
กรรมวิธีที่ 4	4.75[b]
กรรมวิธีที่ 5	4.52[c]
กรรมวิธีที่ 6	4.85[a]
เฉลี่ย	4.36
C.V. (%)	1.38
F-test	*
LSD	0.091

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6); CV = coefficient of variation.

ปริมาณสารสำคัญที่ได้จากสารสกัดหยาบใบโหระพา

สารยูจินอล

ผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารยูจินอลจากสารสกัดหยาบใบโหระพา พบว่ากรรมวิธีที่ให้สารยูจินอลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.19, 8.95, 7.65, 6.22, 5.93 และ5.40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 56)

สารเมทิลยูจินอล

ผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารเมทิลยูจินอลจากสารสกัดหยาบใบโหระพา พบว่า กรรมวิธีที่ให้สารเมทิลยูจินอลสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.53, 62.26, 62.26, 52.18, 47.86 และ42.63 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณสารเมทิลยูจินอล ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 56)

ตาราง 56 ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล จากสารสกัดหยาบของใบโหระพาที่ได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

กรรมวิธี	Eugenol (µg/ml)	Methyl Eugenol (µg/ml)
กรรมวิธีที่ 1	5.40^{f}	42.63^{e}
กรรมวิธีที่ 2	8.95^{b}	62.26^{b}
กรรมวิธีที่ 3	5.93^{e}	47.86^{d}
กรรมวิธีที่ 4	6.22^{d}	52.18^{c}
กรรมวิธีที่ 5	7.65^{c}	62.26^{b}
กรรมวิธีที่ 6	9.19^{a}	69.53^{a}
เฉลี่ย	7.22	56.12
C.V. (%)	0.88	0.01
F-test	*	*
LSD	0.096	0.008

*significant at 95% confidence interval in each column of the same period, the different in small indicated significant at 95% ($p<0.05$) by DMRT between different groups (n = 6) ; CV = coefficient of variation.

*ตัวอย่างเตรียมจากสารสกัด 10 mg/ml

ต้นทุนและกำไรของโหระพา

ต้นทุน และกำไร ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าใช้สอยอื่น ๆ ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุน (บาท/ไร่) สูงสุดไปจันถึงต่ำสุดเรียงลำดับ ดังนี้กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ย 17,000.0, 16,780.0, 16,700.0, 16,650.0, 16,350.0 และ14,200.0 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อคำนวณกำไรที่ได้จากปริมาณผลผลิตต่อไร่คูณกับราคาขายผลผลิตต่อไร่ ซึ่งขายได้ในราคา กิโลกรัมละ50 บาท พบว่ากรรมวิธีที่ทำกำไรสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด เรียงลำดับได้ดังนี้ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) พบว่ามีกำไรเฉลี่ย 204,004, 181,953, 158,425, 152,337, 127,781 และ118,403 บาทต่อไร่ ตามตาราง 57 และตาราง 58

ตาราง 57 ต้นทุนการผลิตโหระพาโดยสังเขป

รายการต้นทุน	รายจ่าย			
	ราคา (บาท)	อัตรา (ไร่)		บาท/ไร่
ค่าวัสดุ				
เมล็ดพันธุ์	300			300
รวมค่าวัสดุ				300
ปุ๋ย (50 กิโลกรัม/กระสอบ)				
-NPK (15-15-15)	20	50		1,000
-ปุ๋ยอินทรีย์		50		350
-HO-1	13	50		650
-HO-2	14	50		700
-HO-3	15.6	50		780
รวมค่าวัสดุ				3,480
ต้นทุนค่าแรง		จำนวนคน	ครั้ง	
ค่าไถ 2 รอบ	800	1	2	1,600
ค่าแรงในการขึ้นแปลง 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการปลูก 6 คน	300	6	1	1,800
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง 3 คน	300	3	1	900
ค่าแรงสูบน้ำตลอดฤดูปลูก	2,000	1	1	2,000
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800

รายการต้นทุน	รายจ่าย			
	ราคา (บาท)	อัตรา (ไร่)		บาท/ไร่
ค่าแรงใส่ปุ๋ย 3 คน 2 ครั้ง	300	3	2	1,800
ค่าแรงในการถางหญ้า 5 คน 2 ครั้ง	300	5	2	3,000
รวมต้นทุนค่าแรง				14,700
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ				
ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ			500	
วัสดุปลูก (ถาด, เชือกฟาง, ป้าย)			500	
รวมค่าใช้จ่ายอื่น ๆ				1,000
รวม				19,480

ตาราง 58 ต้นทุนการผลิตรายได้ และกำไรของโหระพา

รายการ	กรรมวิธี					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ต้นทุนวัสดุ						
ต้นทุนพื้นฐานทั้งหมด (บาท/ไร่)	300	300	300	300	300	300
ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1000	350	650	700	780
ต้นทุนค่าแรง						
ต้นทุนค่าแรง (บาท/ไร่)	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
ต้นทุนแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่)	0	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
ต้นทุนอื่น ๆ						
ต้นทุนรวมค่าใช้จ่ายพื้นฐานอื่น ๆ (บาท/ไร่)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ต้นทุนการผลิตรวม	14,200	17,000	16,350	16,650	16,700	16,780
ผลผลิต						
ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	2,652.06	4,420.08	2,882.62	3,379.74	3,502.5	3,974.66
รายได้ (บาท)	132,603	221,004	144,131	168,987	175,125	198,733
กำไร (บาท/ไร่)	118,403	204,004	127,781	152,337	158,425	181,953
กำไร/ต้นทุน	8.34	12.00	8.82	9.15	9.48	10.84
ลำดับ	6	1	5	4	3	2

หมายเหตุ: โหระพากิโลกรัมละ 50 บาท

สรุปผลการทดลองโหระพา

ในการประเมินประสิทธิภาพของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ และการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ขึ้นมา 3 สูตร ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโหระพา ทางด้านความสูงต้น ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม ผลการศึกษาทางด้านขนาดลำต้น พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ความสูง และจำนวนกิ่ง พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนขนาดทรงพุ่ม พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ผลการวัดด้านคุณภาพของใบทางด้านความยาวใบ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนความกว้างของใบพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนสีของใบพบว่าในกลุ่มที่เป็นสีเขียวเข้ม (GREEN GROUP 137B) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกลุ่มที่เป็นสีเขียวเหลือง (YELLOW-GREEN GROUP 144A) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 (control) เป็นต้น

ในด้านผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ผลสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี อื่น ๆ

ในด้านการสะสมวัตถุแห้งภายในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้ผลสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบปริมาณสารยูจินอล และปริมาณเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ในด้านต้นทุนการผลิตพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนในการผลิตสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) พบว่ามีต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16,350 และ14,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ จากปริมาณผลผลิต และราคาขายเมื่อนำมาคำนวณหากำไรสุทธิพบว่ากรรมวิธีที่มีผลกำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีผลกำไร 204,004, 181,953, 158,425, 152,337, 127,781 และ118,403 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

สภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ทำการทดลอง

สภาพภูมิอากาศระหว่างเดือนกันยายน 2563 – กันยายน 2564 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ตั้งอยู่ที่ละติจูด 18.26 ลองติจูด 100.14 สูงกว่าระดับน้ำทะเล 214 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1370.9 มิลลิเมตร ในช่วงทำการทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.46-33.06 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9.98 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 52.02% ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ กะเพรา โหระพา และแมงลัก โดยในบางช่วงเวลาเพิ่มระบบน้ำ เพื่อชดเชยสภาพการขาดน้ำ ลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีธาตุอาหารในปริมาณที่ต่ำ

ผลการวิเคราะห์ดินก่อน และหลังการทดลองดินแปลงปลูกกะเพรา

ดำเนินการทดลองในชุดดินแม่ริม (Mr) ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หน้าดินตื้น ความลาดชัน 2-5% หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย มีความเป็นกรดเล็กน้อยpH 5.5 - 6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งดินแปลงปลูกกะเพรา ก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองบางตัวอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.05%, ฟอสฟอรัส (P) 64, โพแทสเซียม (K) 151, แคลเซียม (Ca) 650, แมกนีเซียม (Mg) 121 และกำมะถัน (S) 10.15mg/kg. ส่วนระดับเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำมีค่า 72.59, 33.33, 1.55, 1.15 และ 0.14 mg/kg. ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และwater content (WC) มีค่า 1.07% 0.11 dS/cm และ 11.81 % พบว่าอยู่ในระดับต่ำผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง พบว่าในธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสซียม (K) ในดินมีระดับธาตุอาหารสูงขึ้นในทุกกรรมวิธีของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO1) เช่นเดียวกับปริมาณธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมก็เพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เช่นเดียวกัน โดยในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ระดับธาตุอาหารรอง และเสริมเพิ่มขึ้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) โดยมีระดับแคลเซียม (Ca) 870, แมกนีเซียม (Mg) 150, กำมะถัน (S) 7.46, เหล็ก (Fe) 85.53, แมงกานีส (Mn) 35.44, สังกะสี

(Zn) 2.59, ทองแดง (Cu) 1.85 และโบรอน (B) 0.64 mg/kg. ตามลำดับ นอกจากนี้คุณสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ก็พบว่าในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงค่าสูงสุดดังนี้ OM1.13%, EC0.48 dS/cm และ water content (WC) 11.84% ตามลำดับ โดยเฉพาะค่า %WP ความสามารถในการอุ้มน้ำนั้นเพิ่มจาก 11.09% เป็น 16.33% แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้นการระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) นั่นดินก่อนการทดลองมีค่า pH 6.1 และหลังการทดลองในทุกกรรมวิธี ความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น (pH 6.3-6.8) ซึ่งพบว่าค่า pH ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และปุ๋ยอินทรีย์ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มปุ๋ยเคมีในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่แสดงความเป็นกรดมากขึ้น โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีค่าสูงสุดคือ pH 6.8 เนื่องจากธาตุอาหารในดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือการให้ปุ๋ยมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเพิ่มสารอาหารในดิน (Ahmad, I.I et al., 2011; Verme, S.K. et al., 2011)

จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม อีกทั้งยังสามารถปรับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดินให้สูงขึ้นเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 (control) แสดงค่าต่ำสุดในทุกรายการของผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง โดยในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) พบว่ามีธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในระดับสูงขึ้นเนื่องจากกรรมวิธีดังกล่าวเป็นกรรมวิธีที่มีการผสมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีปริมาณธาตุอาหารในระดับสูงจึงมีปริมาณธาตุอาหารหลงเหลืออยู่ในดินเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามยังพบว่าระดับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมซึ่งเป็นปุ๋ยละลายช้า และมีธาตุอาหารแบบสมดุลอยู่ในเม็ดปุ๋ย โดยเฉพาะมีกลุ่มธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในปริมาณมาก ธาตุอาหารเหล่านี้จึงหลงเหลืออยู่ในดิน ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดเป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุอาหาร 13 ชนิด ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (วิภาวรรณ สายคำยศ และคณะ, 2561; วิชาญ ชุ่มมั่น และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2559) การมีสารอาหารในดินที่สมดุล และเพียงพอ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sharma, A. et al. 2017) ผลการวิเคราะห์จึงแสดงผลออกเช่นนั้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่าดินหลังการทดลองค่า pH เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ผลที่แสดงออกมาสรุปว่าปฏิกิริยาดินในแปลงที่ใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้น มีพวกปูน และวัสดุปรับปรุงดินอยู่จำนวนมาก จึงช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Zhang et al. (2012) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถปรับปรุงสภาพโครงสร้างดิน สารอาหารใน

ดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ใช้ในการทดลองนั้นทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดอยู่แล้ว จึงแสดงค่าความเป็นกรดออกมาชัดเจนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่สามารถช่วยในการปรับปรุงโครงสร้าง และคุณภาพของดิน (He et al.,2015; Liu et al., 2010) การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ดินมีสารอินทรีย์ต่ำส่งผลให้ขบวนการชีวภาพในดินลดน้อยลง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางฟิสิกส์ของดิน (He et al.,2015) สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ภายหลังปลูกพืชแล้ว ทำให้ดินมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ลดลงเป็นส่วนใหญ่ การปลูกกะเพราควรใช้ดินที่มี pH ระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งดินที่มี pH สูงเกินไปทำให้การดูดธาตุอาหารบางชนิดได้ต่ำลงโดยเฉพาะธาตุเหล็ก (Fe) (Fisher et al., 2003) ซึ่งค่า pH ในการทดลองนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะเพรา ส่วนคุณสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านเคมี ให้ดีขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ดังนี้ OM (1.13%),EC (0.48 mS/cm), WC (16.33%) ตามลำดับ โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) การที่อินทรียวัตถุมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบของปุ๋ย นอกจากนั้น OM และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในปุ๋ย HO เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงในการพัฒนาสูตรปุ๋ย Intanon, (2013c) รายงานว่าค่า OM และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดที่จัดอยู่ในกลุ่มปุ๋ยในอุดมคติคือ กลุ่มปุ๋ย HO-2 (0.13) และค่า C/N ratio 0.21 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มปุ๋ยที่ดี

ภายหลังการทดลองพบว่าค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงสุดโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ผลที่แสดงออกมานั้นเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) เป็นปุ๋ยละลายช้า มีธาตุอาหารจำนวนมาก มีองค์ประกอบมาจากน้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และกลุ่มแร่ธาตุต่าง ๆ เมื่อละลายออกมาจึงมีผลทำให้ค่า EC สูงขึ้นสอดคล้องกับค่า OM และpH ของดินที่เพิ่มขึ้น ส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ค่า %WC ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 11.84% เป็น 15.81% ซึ่งผลของความหนาแน่นรวม (Db) ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงจาก 2.05 เป็น 1.68 แสดงว่าความหนาแน่นรวมลดลง เป็นผลสืบเนื่องจากความพรุนของดิน (E%) พบว่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนของดินเพิ่มจาก 36.18 % เป็น 61.04 % แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้น การระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น โครงสร้างดินได้รับการปรับปรุงมากขึ้นดินมีความพรุนมากขึ้นทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีทั้งอินทรียวัตถุ น้ำหมักชีวภาพที่ให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จากสารปรับปรุงบำรุงดินเป็นส่วนผสม วัสดุเหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วทำให้โครงสร้างดินมีการปรับปรุงดีขึ้นเม็ดดินจับกันมากขึ้น (aggregation) ความพรุนจึงมากขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ดินเหมาะต่อการเจริญเติบโตของกะเพรามากยิ่งขึ้นนั่นเอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่ใช้ในการทดลอง 3 สูตร ประกอบด้วย HO-1, HO-2 และHO-3 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักพบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ย HO-3 มีค่าสูงสุดมีไนโตรเจน (N) 13.5, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.4% ตามลำดับ รองลงมาคือ HO-2 มีไนโตรเจน (N) 7.9, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ และHO-1 มีไนโตรเจน (N) 7.4, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ เป็นผลที่ได้จากการพัฒนาสูตรปุ๋ยที่ให้ระดับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K เหล่านี้เกิดจากองค์ประกอบของสูตรปุ๋ยที่มีวัสดุให้ธาตุอาหารที่มีความหลากหลาย จึงทำให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม มีสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับพืชบริโภคใบสด โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีธาตุอาหารรองสูงสุดคือ HO-3 มีแคลเซียม (Ca) 10.3, แมกนีเซียม (Mg) 2.9, กำมะถัน (S) 10.4 mg/kg. รองลงมาคือ HO-2 มีแคลเซียม (Ca) 8.5, แมกนีเซียม (Mg) 2.4, กำมะถัน (S) 10.1 mg/kg. และHO-1 มีแคลเซียม (Ca) 8.0, แมกนีเซียม (Mg) 2.1, กำมะถัน (S) 8.7 mg/kg. ตามลำดับ โดยวัสดุที่เป็นพวกปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก น้ำหมักชีวภาพฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ และน้ำสกัดสมุนไพร กลุ่มแร่ดินเหนียวในสารปรับปรุงดินทำให้ได้ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับค่า EC 26.0 dS/cm ของปุ๋ย HO ที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง อ้างอิงตามวิธีผลิตฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) จากผลการวิเคราะห์พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม หรือปุ๋ย HO ทั้ง 3 สูตร HO-1, HO-2 และHO-3 นั้นเป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ โดยรวมต่อดิน และพืชทั้งนี้ เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม มี EM และbio-fertilizer ในกรณีที่ดินขาดธาตุอาหาร หรือมีสภาพไม่เหมาะสมทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และผลผลิตต่ำ EM มีคุณสมบัติเปลี่ยนธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในดินผ่านกระบวนการไนโตรเจนฟิกเซชั่น และสารละลายฟอสเฟตจากหิน (Dikr, & Belete, 2017; Intanon P., et al. 2011) ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ ธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ ธาตุสังกะสี (Zn) และธาตุแคลเซียม (Ca) ในระดับสูง EM หรือจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารเสริมออกมาอย่างช้า ๆ ผ่านการดำรงชีพ ของจุลินทรีย์ดิน จึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วยตลอดช่วงการเจริญเติบโต นอกจากนั้นอินทรียวัตถุหรือ OM (humus) ในสูตรปุ๋ยก็เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (Dikr and Belete, 2017) ส่วนการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยพบว่า HO-1, HO-2 และHO-3 มีค่า pH 6.82, 6.74 และ6.65 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ย HO เกิดจากองค์ประกอบของปูนกลุ่มที่ใช้สารปรับปรุงบำรุงดินจะมีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ย HO ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนของปูน

หรือสารปรับปรุงดิน ระหว่าง 25-30% โดยน้ำหนัก (Intanon, P. et al., 2017; Intanon, P., 2013; Jubkaew, S., & Intanon, P., 2012)

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช

ในการวิเคราะห์ผลของปุ๋ยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของกะเพรา โดยพบว่าความสูง จำนวนกิ่ง ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดลำต้น, ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

จากผลการวิเคราะห์สามารถอธิบายได้ว่า เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีระดับธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในสภาพสมดุล และเป็นปุ๋ยละลายช้า การใช้ธาตุอาหารของพืชอายุสั้นเช่นกะเพรา จึงมีประสิทธิภาพสูง (Sharma, A. et al., 2017) โดยธาตุไนโตรเจนเกี่ยวข้องกับการยืด และขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของพืช ดังนั้น การเจริญเติบโตทางด้านความสูง สอดคล้องกับ Sanjeeva Rao, P. et al. (1998) ที่พบว่าไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การยืด และการขยายตัวของเซลล์พืชนอกจากธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe Cu และZn ที่จำเป็นสำหรับ การสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้การเจริญเติบโตสูงเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จึงทำให้ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ จึงทำให้ความสูงต้น และขนาดทรงพุ่มขยายเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Hussein, M. M.et al., 2011; Kumar, A., and Singh, A.K., 2011) ขนาดทรงพุ่มมีส่วนสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ปกคลุม ซึ่งจำนวนกิ่ง และจำนวนใบของพืชมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตโดยตรง

ไนโตรเจน เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสูงของเซลล์พืช ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ และมีความจำเป็นอย่างมากในกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์พืช การสร้างเนื้อเยื่อ การสร้างอินทรีย์สาร เช่น คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมัน โพแทสเซียมช่วยเพิ่มการสร้างคาร์โบไฮเดรต ส่วนฮอร์โมนที่เติมในปุ๋ยฮอรโมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ช่วยเพิ่มการสร้างสาร indo-acetic acid (IAA) ที่สามารถช่วยกระตุ้นการขยายตัวของเซลล์ ทำให้พืชสูงขึ้น ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีเปอร์เซ็นต์ plant growth regulator (PGR) การนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ (Zhang et al., 2012; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Glick, 2003; Ahmed, M., & Kibret, M., 2014) พบว่าปุ๋ยชีวภาพ และอินทรีย์มีความปลอดภัยสำหรับสิ่งแวดล้อมมากกว่าปุ๋ยเคมี และมี

บทบาทสำคัญในลดการใช้ปุ๋ยเคมีลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ปุ๋ยชีวภาพเป็นจุลินทรีย์ สารตั้งต้นที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย, สาหร่าย และเชื้อรา เพียงอย่างเดียว หรือรวมกันซึ่งอาจช่วยในการเพิ่มผลผลิตปุ๋ยชีวภาพ มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงผ่านการผลิตไฟโตฮอร์โมน เช่นจิบเบอเรลลิน, ไซโตไคนิน และIAA ที่ทำหน้าที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยอ้อมผ่านการตรึงไนโตรเจน และการผลิตสารควบคุมทางชีวภาพต่อต้านไฟโตพาโตเจนในดิน และเพิ่มการก่อตัวของสารที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช และเสริมการทำงานของเนื้อเยื่อ เพื่อให้เกิดการเติบโตมากขึ้นเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ (Divya, N. G. K. et al., 2017) ที่ใช้ปุ๋ยในหลายความเข้มข้น Jubkaew, S., & Intanon P. (2010) รายงานการปลูกข้าวที่ให้ต้นสูงเมื่อใช้ปุ๋ยผสมฮอร์โมน สารอาหารที่หลากหลาย มีผลต่อความสูงของต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น และขนาดทรงพุ่ม สอดคล้องกับการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ที่ทำให้ค่าของการเจริญเติบโตแสดงผลออกมารสูงสุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ผลของการวิเคราะห์ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ปริมาณผลผลิตกะเพรา

เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ผลผลิตทางด้านน้ำหนักลำต้นสดและน้ำหนักรากสด พบว่าในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักใบสดต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 124.92 กรัมต่อต้น และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 117.28 กรัมต่อต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกับกรรมวิธี อื่น ๆ

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 710.80, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 664.55, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 637.02 และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 617.08 แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 491.92 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 471.55 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ (ครั้งที่ 1) พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 854.43, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 738.38, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 707.85 และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 581.85 แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 546.88 กิโลกรัม และกรรมวิธีที่ 1 (control) 523.98 กิโลกรัม ตามลำดับ

เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-1) 954.75, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 898.05, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 797.83, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 793.28 แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 504.05 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 356.63 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-1) 1,061.0, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 997.9, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 886.5, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 881.4 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิตแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 587.1 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 396.3 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากการบันทึกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่แสดงออกมาดังกล่าวข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า ผลผลิตน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่ และน้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Cu และZn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช และปุ๋ย HO เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้มีการเจริญเติบโตสูงสุดเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อาทิความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบ เป็นต้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในต้นพืช ที่พบว่าระดับธาตุไนโตรเจน (N=3.84%), ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P=0.16 mg/kg.), ระดับธาตุโพแทสเซียม (K=3.31mg/kg.) ในต้นพืชที่พบว่ามีธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมยังพบว่าแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) เช่นเดียวกัน อิทธิพลของปริมาณธาตุอาหารในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านการเจริญเติบโตของพืช (ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบ) ซึ่งแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ดังนั้นเมื่อการเจริญเติบโตของพืชเกิดขึ้นสูงสุดจึงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง และการสร้างอินทรีย์สารภายในต้นจึงทำให้กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีการสะสมวัตถุแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงสุด และได้น้ำหนักผลผลิตสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ สอดคล้องกับผลการบันทึกน้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ที่แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสอดคล้องกับ Shadanpour, F. et al. (2011) และChuinon, C., & Intanon, P. (2011) ที่พบว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืช

การสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช

จากการบันทึกน้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักรากแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่าในทุกรายการดังกล่าวพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลออกมาสูงสุดในทุกรายการ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) โดยพบว่าน้ำหนักใบแห้งต่อต้น, น้ำหนักรากแห้งต่อต้น, น้ำหนักใบ

แห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 สูงสุดเป็นผลมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของปุ๋ย HO ที่มีอยู่อย่างครบถ้วนส่งผลต่อการสะสมธาตุอาหาร และวัตถุแห้งภายในต้นพืช สอดคล้องกับรายงานของ Ahmad, I. I. et al. (2011)ให้ผลเช่นเดียวกันคือ ปุ๋ยที่เป็นสารสกัดอินทรีย์ช่วยกระตุ้น PGR อย่างมีนัยสำคัญโดยถ่ายทอดสารอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นและสะสมน้ำหนักได้ดีขึ้น ซึ่งปริมาณ EC และC/N ratios ที่มีในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืชอีกด้วย (Shadanpour F. et al., 2011; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) พบว่าน้ำหนักรากสดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่น้ำหนักรากแห้งกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) พบว่ามีน้ำหนักรากแห้งสูงสุด 17.18 กรัม ซึ่งการมีรากที่สมบูรณ์ช่วยให้พืชดูดสารอาหารได้รวดเร็วซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Canellas, L. P. et al., (2002) แสดงถึงผลของการใช้สารสกัด humic acids จาก OM ช่วยกระตุ้น H+-ATPase ในพลาสมาเมมเบรน กระตุ้นออกซิเจนในรากทำให้รากข้าวโพดยาวขึ้น จึงทำให้กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ระดับธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชจากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีปริมาณ 3.84 แสดงผลมีระดับธาตุไนโตรเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 3.41, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 3.16, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.05, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.99 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 2.20% ตามลำดับ ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.16.แสดงผลมีระดับธาตุฟอสฟอรัสสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 0.13, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.13, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.12, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.07 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.04 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 3.31 แสดงผลมีระดับธาตุโพแทสเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.05, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 2.82, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.79, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 2.74 และกรรมวิธี 1 (control) 2.73 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 21.20 แสดงผลมีระดับธาตุแคลเซียมสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 19.30, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 18.60, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 18.40 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 17.40 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1.56แสดงผลมีระดับธาตุแมกนีเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1.47, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1.46, กรรมวิธีที่

4 (HO-1) 1.45, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1.35 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 1.31 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุซัลเฟอร์ (S) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.06แสดงผลมีระดับธาตุซัลเฟอร์สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 0.04, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.04, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.02, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.02 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.02 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุเหล็ก (Fe) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 108.00 แสดงผลมีระดับธาตุเหล็กสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 93.00, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 91.00, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 76.00, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 75.30 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 65.70 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 60.60 แสดงผลมีระดับธาตุแมงกานีสสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 48.60, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 47.60, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 43.00, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 36.20 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 36.10 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 34.10แสดงผลมีระดับสังกะสีสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 32.50, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 26.40, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 24.60, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 22.30 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 16.20 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุคอปเปอร์ (Cu) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 14.80 แสดงผลมีระดับคอปเปอร์สูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 14.30, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 14.20, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 14.00, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 13.60 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 12.50 mg/kg. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต น้ำหนักต้นสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อต้น, น้ำหนักรากสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว, ผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 1, น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2, ผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 2 และผลผลิตรวม พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตรองลงมากรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-2) ซึ่งกรรมวิธีที่ทำให้ผลค่อนข้างต่ำคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ทั้งนี้สามารถอธิยายโดยรวมได้ว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีธาตุอาหารหลักครบซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้ทันที ส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO สูตรต่าง ๆ มีส่วนผสมของสารอินทรีย์, EM, PGR, Soil Stimulants สารอนินทรีย์ทำให้กะเพรามีขนาดลำต้นใหญ่ขึ้น ทั้งจำนวนกิ่ง, ใบมีผลมาจากการสร้าง PGR และความสามารถในการดูดซึมธาตุอาหารจาก rhizosphere โดย EM (Kumar, R. et al., 2010) ธาตุไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมจากรากทำให้เกิดการลำเลียง Cytokinin ไปยังเซลล์เป้าหมาย ระดับ

ของ Cytokinin กระตุ้นการแตกกิ่งก้านสาขา (Divya, N, G. K. et al., 2017) PGR ช่วยกระตุ้นในระดับคลอโรพลาส ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ในกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ photosystemII ช่วยในการทำงานของเอนไซด์ Rubisco เป็นแหล่งของสาร ATP และNADPH ในขบวนการลดคาร์บอน (Rivas-San, V.M. and Plasencia, J. 2011) จากข้อมูลจำนวนกิ่งต่อต้นที่เพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ช่วยให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น สะสมอาหารได้เพิ่มมากขึ้น จากรายงานของ He et al., 2015 ยืนยันว่าสารอินทรีย์ในต้นพืชมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญดังนั้นนอกจาก กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ซึ่งมีธาตุอาหารหลักแล้ว ในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO ในกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) พืชได้รับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมครบถ้วนระดับหนึ่งตามความต้องการของพืชกะเพรา สำหรับพืชทานใบ ซึ่งปุ๋ยฮอร์โมนชนิดนี้เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธาตุอาหารไนโตรเจน (N), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), สังกะสี (Zn), เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสูงต้น, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความเขียว และปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น, กิ่งใบ (Vegetative phase) ของกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกลุ่มของบปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงผลออกมาสูงในระดับต้น ๆ เมื่อมีการเจริญเติบโตด้านลำต้น (Vegetative phase) มากขึ้นแสดงว่าพืชมีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ในขณะเดียวกันภายในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO นั้นมีธาตุอาหารอย่างครบถ้วนต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และการสร้างคลอโรฟิลล์ ด้วยเหตุนี้พืชจึงมีการสร้างอินทรีย์สาร และวัตถุแห้ง (dry matter) จำนวนมาก และมีฮอร์โมนพืชที่ไม่มีในปุ๋ยชนิดอื่น ๆ อีกด้วย การพัฒนาเชิงคุณภาพ การสะสมแป้ง, น้ำตาล และไขมัน ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งมีครบในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO ซึ่งความสมดุลของธาตุอาหารเหล่านี้มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารในต้นพืช ในด้านความสูงของต้นพืช การมีไนโตรเจน ระดับสูงที่เพียงพอ จะช่วยในการแบ่งตัวของเซลล์, ขยายขนาดของเซลล์, เพิ่มจำนวนยอด, เพิ่มความสูง และการแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี แต่ถ้ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนในสัดส่วนที่สูงมากเกินไป จะไปยับยั้งการทำงานของโพแทสเซียม ซึ่งมีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาลในต้นพืช สอดคล้องกับ พิชิต สพโชค และคณะ (2549) พบว่าธาตุไนโตรเจนมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน, คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด ทำให้พืชมีสีเขียว และแข็งแรง ไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชทานใบ เช่น กะเพรา ส่วนธาตุโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, โบรอน และแมงกานิส มีหน้าที่สร้างกรดอะมิโน, วิตามิน, ไขมัน, น้ำตาล และแป้ง มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต และเคลื่อนย้ายแป้ง และสารอื่น ๆ เป็นต้น จึงทำให้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีผลให้กะเพรามีความสูง, ขนาด

ทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, น้ำหนักกิ่งต้น, น้ำหนักรากรวมถึงการสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช, การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืชแสดงผลสูงสุดดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของผลผลิต

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (Crude) กะเพรา

ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกะเพรา พบว่ากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ 6.54แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 6.42, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 5.68, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 5.50, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 5.35 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 5.26% ตามลำดับ

ยูจินอล และเมทิลยูจินอล

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณสารยูจินอล (Eugenol) (µg/ml) ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 28.14 แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 17.27, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 16.35, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 14.03, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 6.60 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารเมทิลยูจินอล (Methyl Eugenol) (µg/ml) ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 3,293.14 แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1,440.03,กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1,368.77, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1,277.71,กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1,139.18 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 1,039.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวข้างต้นเนื่องจากสารสกัดหยาบกะเพรา และสารสำคัญนั้นเป็นผลิตภัณฑ์จากการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีการเจริญเติบโตสูงสุดทางด้านกิ่งก้าน, ลำต้น และใบดังกล่าวมาแล้วจากผลการบันทึกการเจริญเติบโต การสะสมน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งเป็นอิทธิพลจากระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในสูตรปุ๋ยไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้การสังเคราะห์แสงสูงขึ้นมีผลต่อการสร้างอินทรีย์สาร หรือวัตถุแห้งในต้นพืชสูงขึ้น อินทรีย์สารหรือวัตถุแห้งเหล่านี้มี การสะสมในหลายลักษณะ เช่น การสะสมแป้งในข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลัง การสะสมน้ำมันในพวกปาล์ม ละหุ่ง หรือ สบู่ดำ การสะสมสารสำคัญ และน้ำมันหอมระเหยในพืชสมุนไพรทั้งหลายเป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีสารสกัดหยาบ และสาระสำคัญ (ยูจินอล และเมทิลยูจินอล) แสดงผลสูงสุดดังกล่าว สอดคล้องกับ Mady and Youssef (2014) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตน้ำมันหอมระเหยของ dragonhead plants ให้กับพืชได้ ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และมีผลต่อการสะสมน้ำมันหอมระเหยภายในต้นพืชอีกด้วย สอดคล้องกับ Nurzyńska-Wierdak, R.,et al., (2012) ที่พบว่าผล การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรวงศ์กะเพรา มีธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, คลอรีน และกำมะถัน เป็น

ส่วนประกอบที่สำคัญ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีปัจจัยมาจากพันธุ์ และลักษณะประจำพันธุ์ของพืชสมุนไพรประกอบด้วย นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมต่อสัดส่วนของไนโตรเจนในผลผลิตอีกด้วยโดยพบว่าถ้าสัดส่วนของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของสารสำคัญในพืชสกุลกะเพราเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการจัดการให้ธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในปริมาณที่เพียงพอในพืชสกุลกะเพรา ขณะเดียวกันก็ให้ธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม, คลอรีน และกำมะถัน ในปริมาณที่เพียงพอจะมีผลทำให้สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ และปริมาณสารสำคัญ ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้มีอยู่อย่างครบถ้วนในระดับสูงในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ดังนั้นปริมาณสารสำคัญ หรือน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นผลมาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแต่ละชนิด และปริมาณธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันนั้นเอง

ต้นทุน และกำไรโดยสังเขปของการผลิตกะเพรา

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตโดยสังเขปต่อรอบการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัสดุ (เมล็ดพันธุ์, ปุ๋ยเคมี 15-15-15, ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (H0-3) เป็นต้น ต้นทุนค่าแรง (ค่ารถไถ, ค่าแรงในการขึ้นแปลง, ค่าปลูก, ค่าตัดแต่งกิ่ง, ค่าแรงในการสูบน้ำ, ค่าแรงในการถางหญ้า และค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ 500 บาทต่อฤดู, ค่าวัสดุปลูก เป็นต้น)

ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ โดยพบว่าต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16350, และ14,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาคำนวณกำไรอันเกิดจากปริมาณผลผลิตต่อไร่กับราคาจำหน่าย ซึ่งจำหน่ายในรูปใบกะเพราสดราคากิโลกรัมละ 40 บาท เมื่อรายได้มาหักกับต้นทุนออกแล้วพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับโดยมีกำไรเฉลี่ย 55,275, 52,432, 49,064, 46,696, 29,010 และ22,612 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ดินก่อน และหลังการทดลองดินแปลงปลูกแมงลัก

ดินแปลงปลูกแมงลักดำเนินการทดลองในชุดดินแม่ริม (Mr) ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หน้าดินตื้น ความลาดชัน 2-5% หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย มีความเป็นกรดเล็กน้อยpH 5.5 - 6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งดินแปลงปลูกแมงลัก ก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองบางตัวอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.05%,

ฟอสฟอรัส (P) 16, โพแทสเซียม (K) 99.00, แคลเซียม (Ca) 497.0,แมกนีเซียม (Mg) 86.00 และกำมะถัน (S) 3.17 mg/kg. ส่วนระดับเหล็ก (Fe) 109.0, แมงกานีส (Mn) 62.88, สังกะสี (Zn) 1.10, ทองแดง (Cu) 1.10 และโบรอน (B) 0.14 mg/kg. ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และwater content (WC) มีค่า 1.07% 0.55 dS/cm และ12.91 % พบว่าอยู่ในระดับต่ำผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองพบว่าในธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสซียม (K) ในดินมีระดับธาตุอาหารสูงขึ้นในทุกกรรมวิธีของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), และกรรมวิธีที่4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่มีระดับธาตุอาหารรอง และเสริมเพิ่มขึ้นสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยมีระดับแคลเซียม (Ca) 674, แมกนีเซียม (Mg) 102, กำมะถัน (S) 6.30, เหล็ก (Fe) 134.65, แมงกานีส (Mn) 82.33, สังกะสี (Zn) 2.69, ทองแดง (Cu) 2.19 และโบรอน (B) 0.68 mg/kg. ตามลำดับ นอกจากนี้คุณสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ก็พบว่าในกรรมวิธีที่ 6 (HO-2) แสดงค่าสูงสุดดังนี้ OM 1.54%, EC 0.92 dS/cm และ water content (WC) 19.10 % ตามลำดับ โดยเฉพาะค่า %WP ความสามารถในการอุ้มน้ำนั้นเพิ่มจาก 12.91% เป็น 18.30% แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้นการระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) นั่นดินก่อนการทดลองมีค่า pH 5.4 และหลังการทดลองในทุกกรรมวิธี ความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น (pH 6.2-6.7) ซึ่งพบว่าค่า pH ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยในกลุ่มปุ๋ยเคมีกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่แสดงความเป็นกรดมากขึ้น โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่าสูงสุดคือ pH 6.7 เนื่องจากธาตุอาหารในดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือการให้ปุ๋ยมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเพิ่มสารอาหารในดิน (Ahmad, I.I et al., 2011; Verme, S.K. et al., 2011)

จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม อีกทั้งยังสามารถปรับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดินให้สูงขึ้นเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 (control) แสดงค่าต่ำสุดในทุกรายการของผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง โดยในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) พบว่ามีธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในระดับสูงขึ้น เนื่องจากกรรมวิธีดังกล่าวเป็นกรรมวิธีที่มีการผสมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีธาตุอาหารในระดับสูง จึงมีปริมาณธาตุอาหารหลงเหลืออยู่ในดินเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามพบว่าระดับธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธี 6

(HO-3), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมซึ่งเป็นปุ๋ยละลายช้าและมีธาตุอาหารแบบสมดุลอยู่ในเม็ดปุ๋ย โดยเฉพาะมีกลุ่มธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในปริมาณมาก ธาตุอาหารเหล่านี้จึงหลงเหลืออยู่ในดิน ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดเป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุอาหาร 13 ชนิด ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (วิภาวรรณ สายคำยศ และคณะ, 2561; วิชาญ ชุ่มมั่น, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2559) การมีสารอาหารในดินที่สมดุล และเพียงพอ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sharma, A. et al. 2017) ผลการวิเคราะห์จึงแสดงผลออกเช่นนั้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่าดินหลังการทดลองค่า pH เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ผลที่แสดงออกมาสรุปว่าปฏิกิริยาดินในแปลงที่ใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้นมีพวกปูน และวัสดุปรับปรุงดินอยู่จำนวนมาก จึงช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Zhang et al. (2012) พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถปรับปรุงสภาพโครงสร้างดิน สารอาหารในดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ใช้ในการทดลองนั้นทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดอยู่แล้ว จึงแสดงค่าความเป็นกรดออกมาชัดเจนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่สามารถช่วยในการปรับปรุงโครงสร้าง และคุณภาพของดิน (He et al.,2015; Liu et al., 2010) การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ดินมีสารอินทรีย์ต่ำ ส่งผลให้ขบวนการชีวภาพในดินลดน้อยลง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางฟิสิกส์ของดิน (He et al., 2015) สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ภายหลังปลูกพืชแล้ว ทำให้ดินมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ลดลงเป็นส่วนใหญ่ การปลูกแมงลักควรใช้ดินที่มี pH ระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งดินที่มี pH สูงเกินไปทำให้การดูดธาตุอาหารบางชนิดได้ต่ำลงโดยเฉพาะธาตุเหล็ก (Fe) (Fisher et al., 2003) ซึ่งมีค่า pH ในการทดลองนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมงลัก ส่วนคุณสมบัติด้านเคมี อื่น ๆ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านเคมี ให้ดีขึ้นกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ดังนี้ OM (1.54%), EC (0.92 mS/cm), WC (19.10%) ตามลำดับ โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) การที่อินทรียวัตถุมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบของปุ๋ยนอกจากนั้น OM และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในปุ๋ย HO เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงในการพัฒนาสูตรปุ๋ย Intanon, P. (2013c) รายงานว่าค่า OM และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดที่จัดอยู่ในกลุ่มปุ๋ยในอุดมคติคือ กลุ่มปุ๋ย HO-3 (1.27) และค่า C/N ratio 0.21 ซึ่งจัดเป็นปุ๋ยที่ดี

ภายหลังการทดลองพบว่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงสุดโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ผลที่แสดงออกมานั้นเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เป็นปุ๋ยละลายช้ามีธาตุอาหารจำนวนมาก มีองค์ประกอบมาจากน้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และกลุ่มแร่ธาตุต่าง ๆ เมื่อละลายออกมาจึงมีผลทำให้ค่า EC สูงขึ้นสอดคล้องกับค่า OM และpH ของดินที่เพิ่มขึ้น

ส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ค่า %WC ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 12.91% เป็น 18.30% ซึ่งผลของความหนาแน่นรวม (Db) ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงจาก 2.03 เป็น 1.67 แสดงว่าความหนาแน่นรวมลดลง เป็นผลสืบเนื่องจากความพรุนของดิน (E%) พบว่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนของดินเพิ่มจาก 36.57% เป็น 65.18% แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้น การระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น โครงสร้างดินได้รับการปรับปรุงมากขึ้นดินมีความพรุนมากขึ้นทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีทั้งอินทรียวัตถุน้ำหมักชีวภาพที่ให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จากสารปรับปรุงบำรุงดินเป็นส่วนผสม วัสดุเหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วทำให้โครงสร้างดินมีการปรับปรุงดีขึ้น เม็ดดินจับกันมากขึ้น (aggregation) ความพรุนจึงมากขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ดินเหมาะต่อการเจริญเติบโตของแมงลัก มากยิ่งขึ้นนั่นเอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่ใช้ในการทดลอง 3 สูตร ประกอบด้วย HO-1, HO-2 และHO-3 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักพบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ย HO-3 มีค่าสูงสุดมีไนโตรเจน (N) 13.5, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.4% ตามลำดับ รองลงมาคือ HO-2 มีไนโตรเจน (N) 7.9, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ และHO-1 มีไนโตรเจน (N) 7.4, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ เป็นผลที่ได้จากการพัฒนาสูตรปุ๋ยที่ให้ระดับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K เหล่านี้เกิดจากองค์ประกอบของสูตรปุ๋ยที่มีวัสดุให้ธาตุอาหารที่มีความหลากหลาย จึงทำให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม มีสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับพืชบริโภคใบสด โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีธาตุอาหารรองสูงสุดคือ HO-3 มีแคลเซียม (Ca) 10.3, แมกนีเซียม (Mg) 2.9, กำมะถัน (S) 10.4 รองลงมาคือ HO-2 มีแคลเซียม (Ca) 8.5, แมกนีเซียม (Mg) 2.4, กำมะถัน (S) 10.1 mg/kg. และHO-1 มีแคลเซียม (Ca) 8.0, แมกนีเซียม (Mg) 2.1, กำมะถัน (S) 8.7 mg/kg. ตามลำดับ โดยวัสดุที่เป็นพวกปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก, น้ำหมักชีวภาพ, ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ และน้ำสกัดสมุนไพร กลุ่มแร่ดินเหนียวในสารปรับปรุงดินทำให้ได้ธาตุแคลเซียม, แมกนีเซียม และกำมะถัน เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับค่า EC 26.0 dS/cm ของปุ๋ย HO ที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง อ้างอิงตามวิธีผลิตฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) จากผลการวิเคราะห์พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม หรือปุ๋ย HO ทั้ง 3 สูตร HO-1, HO-2 และ HO-3 นั้นเป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ โดยรวมต่อดิน และพืชทั้งนี้ เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปันเม็ดสูตรผสมมี EM และ bio-fertilizer ในกรณีที่ดินขาดธาตุอาหาร หรือมีสภาพไม่เหมาะสมทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และผลผลิตต่ำ EM มีคุณสมบัติเปลี่ยนธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในดินผ่านกระบวนการไนโตรเจนฟิกเซชั่น และสารละลายฟอสเฟตจากหิน (Dikr, & Belete, 2017; Intanon

P. et al. 2011) ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ ธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ สังกะสี (Zn) และธาตุแคลเซียม (Ca) ในระดับสูง EM หรือจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารเสริม (S) ออกมาอย่างช้า ๆ ผ่านการดำรงชีพ ของจุลินทรีย์ดิน จึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วยตลอดช่วงการเจริญเติบโตนอกจากนั้น อินทรียวัตถุหรือ OM (humus) ในสูตรปุ๋ยก็เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (Dikr, & Belete, 2017) ส่วนการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยพบว่า HO-1, HO-2 และHO-3 มีค่า pH 6.82, 6.74 และ6.65 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ย HO เกิดจากองค์ประกอบของปูนกลุ่มที่ใช้สารปรับปรุงบำรุงดินจะมีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ย HO ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนของปูน หรือสารปรับปรุงดิน ระหว่าง 25-30% โดยน้ำหนัก (Intanon, P. et al., 2017; Intanon, 2013; Jubkaew, S., & Intanon P., 2012)

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช

ในการวิเคราะห์ผลของปุ๋ยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของแมงลัก โดยพบว่าความสูง, ขนาดลำต้น, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

จากผลการวิเคราะห์สามารถอธิบายได้ว่า เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในสภาพสมดุล และเป็นปุ๋ยละลายช้า การใช้ธาตุอาหารของพืชอายุสั้นเช่นแมงลัก จึงมีประสิทธิภาพสูง (Sharma, A. et al., 2017) โดยธาตุไนโตรเจนเกี่ยวข้องกับการยืด และขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของพืช ดังนั้นการเจริญเติบโตทางด้านความสูง สอดคล้องกับ Sanjeeva Rao, P. et al., (1998) ที่พบว่าไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การยืด และการขยายตัวของเซลล์พืชนอกจากธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Cu และZn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้การเจริญเติบโตสูงเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จึงทำให้ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งการใช้ปุ๋ย HO ทำให้ความสูงต้น และขนาดทรงพุ่มขยายเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Hussein, M. M. et al., 2011; Kumar, A., & Singh, A.K., 2011) อย่างไรก็ตามขนาดทรงพุ่มมีส่วนสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ปกคลุม จำนวนกิ่ง, จำนวนใบของพืช และขนาดทรงพุ่มจึงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตโดยตรง

ไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสูงของเซลล์พืช ฟอสฟอรัส (P) เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ และมีความจำเป็นอย่างมากในกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์พืช การสร้างเนื้อเยื่อ การสร้างอินทรีย์สาร เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน โพแทสเซียมช่วยเพิ่มการสร้างคาร์โบไฮเดรต ส่วนฮอร์โมนที่เต็มในปุ๋ยผสมปั้นเม็ดสูตร (HO) ช่วยเพิ่มการสร้างสาร indo-acetic acid (IAA) ที่สามารถช่วยกระตุ้น การขยายตัวของเซลล์ ทำให้พืชสูงขึ้น ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีเปอร์เซ็นต์ plant growth regulator (PGR) การนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ (Zhang et al., 2012; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Glick, B., R., 2003; Ahmed, M., & Kibret, M., 2014) พบว่าปุ๋ยชีวภาพ และอินทรีย์มีความปลอดภัยกว่าสำหรับสิ่งแวดล้อมมากกว่าปุ๋ยเคมี และมีบทบาทสำคัญในลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ปุ๋ยชีวภาพเป็นจุลินทรีย์ สารตั้งต้นที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตของจุลินทรีย์ เช่นแบคทีเรีย, สาหร่าย และเชื้อรา เพียงอย่างเดียวหรือรวมกันซึ่งอาจช่วยในการเพิ่มผลผลิตปุ๋ยชีวภาพ มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงผ่านการผลิตไฟโตฮอร์โมน เช่นจิบเบอเรลลิน, ไซโตไคนิน และIAA ที่ทำหน้าที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยอ้อมผ่านการตรึงไนโตรเจน และการผลิตสารควบคุมทางชีวภาพต่อต้านไฟโตพาโตเจนในดิน และเพิ่มการก่อตัวของสารที่กระตุ้นให้การเจริญเติบโตของพืช และเสริมสร้างการทำงานของเนื้อเยื่อ เพื่อให้เกิดการเติบโตมากขึ้นเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ (Divya, N. G. K. et al., 2017) ที่ใช้ปุ๋ยในหลายความเข้มข้น Jubkaew, S., & Intanon P. (2012) รายงานการปลูกข้าวที่ให้ต้นสูงเมื่อใช้ปุ๋ยผสมฮอร์โมน สารอาหารที่หลากหลาย มีผลต่อความสูงของต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น และขนาดทรงพุ่ม สอดคล้องกับการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่ทำให้ทุกค่าของการเจริญเติบโตแสดงผลออกมาสูงสุดสูงมากกว่าการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีอื่น ๆ

ผลของการวิเคราะห์ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

ปริมาณผลผลิตแมงลัก

การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ผลทางด้านน้ำหนักลำต้นสด พบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักใบสดต่อต้น พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 42.68, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 38.37 และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 37.34 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 5.95, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 4.78 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 4.66 กรัมต่อต้น ส่วนน้ำหนักรากสดต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 26.82, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 24.59 และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 24.24 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 4 (HO-1) 19.49, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 19.31 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 11.76 กรัมต่อต้น

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 492.07, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 456.45, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 440.20 และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 420.50 แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 349.76 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 314.60 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ (ครั้งที่ 1) พบว่าทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิต โดยกรรมวิธีมีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูงสุด คือกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1,118.1 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1,100.5, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1,051.1, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1,015.5, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 869.2 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 784.9 กิโลกรัม ตามลำดับ

เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 829.86 และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 727.99 แสดงค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 685.33, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 646.64, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 433.18 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 380.37 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 2,074.6, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1,820.0 แสดค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1,713.3, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1,616.6, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1,082.9 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 950.9 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากการบันทึกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่แสดงออกมาดังกล่าวข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า ผลผลิตน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่ และน้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Cu และ Zn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช และปุ๋ย HO เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้มีการเจริญเติบโตสูงสุดเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อาทิ ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบเป็นต้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในต้นพืชที่พบว่าระดับธาตุไนโตรเจน (N=3.72%) ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P=0.31 mg/kg.) ระดับธาตุโพแทสเซียม (K=3.10mg/kg.) ในต้นพืชที่พบว่ามีธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนั้นการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมยังพบว่าแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เช่นเดียวกัน อิทธิพลของปริมาณธาตุอาหารในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านการเจริญเติบโตของพืช (ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบ) ซึ่งแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ดังนั้นเมื่อการเจริญเติบโตของพืชเกิดขึ้นสูงสุดจึงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง และการสร้างอินทรีย์สารภายในต้น

จึงทำให้กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีการสะสมวัตถุแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงสุด และได้น้ำหนักผลผลิตสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ สอดคล้องกับผลการบันทึกน้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสอดคล้องกับ Shadanpour F., et al., (2011) และ Chuinon, C., & Intanon, P. (2011) ที่พบว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืช

การสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช

จากการบันทึก น้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น ทุกกรรมวิธีแสดงผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักรากแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1 และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ครั้งที่ 2 พบว่า ในทุกรายการดังกล่าวพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลออกมาสูงสุดในทุกรายการ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) โดยพบว่า น้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักรากแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 สูงสุดเป็นผลมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของปุ๋ย HO ที่มีอยู่อย่างครบถ้วนส่งผลต่อการสะสมธาตุอาหารและวัตถุแห้งภายในต้นพืช สอดคล้องกับรายงานของ Ahmad, I. I. et al. (2011) ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ปุ๋ยที่เป็นสารสกัดอินทรีย์ช่วยกระตุ้น PGR อย่างมีนัยสำคัญโดยถ่ายทอดสารอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้น และสะสมน้ำหนักได้ดีขึ้น ซึ่งปริมาณ EC และ C/N ratios ที่มีในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืชอีกด้วย (Shadanpour, F. et al., 2011; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) พบว่าน้ำหนักรากแห้งในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีน้ำหนักที่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ พบว่ามีน้ำหนักแห้งสูงสุด 11.75 กรัม ซึ่งรากที่มีขนาดใหญ่สามารถช่วยให้พืชดูดสารอาหารได้รวดเร็วซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Canellas, L. P. et al. (2002) แสดงถึงผลของการใช้สารสกัด humic acids จาก OM ช่วยกระตุ้น H+-ATPase ในพลาสมาเมมเบรน กระตุ้นออกซิเจนในรากทำให้รากข้าวโพดยาวขึ้น ทำให้กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ระดับธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชจากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณ 3.72 แสดงผลมีระดับธาตุไนโตรเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.63, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 3.34, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 3.30, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.66 และ

กรรมวิธีที่ 1 (control) 2.41% ตามลำดับ ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 0.31 แสดงผลมีระดับธาตุฟอสฟอรัสสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.20, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.15, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.13, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.07 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.07 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 3.10 แสดงผลมีระดับธาตุโพแทสเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.05, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 2.83, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 2.72, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.37 และกรรมวิธี 1 (control) 2.30 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 16.6 แสดงผลมีระดับธาตุแคลเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 16.2, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 15.8, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 15.1, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 14.6 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 12.6 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1.72 แสดงผลมีระดับธาตุแมกนีเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1.66, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1.63, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1.42, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1.33 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 1.04 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุซัลเฟอร์ (S) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 0.06 แสดงผลมีระดับธาตุซัลเฟอร์สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.04, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.04, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.02, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.02 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.02 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุเหล็ก (Fe) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 90.9. แสดงผลมีระดับธาตุเหล็กสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 74.00, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 65.40, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 62.20, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 57.20 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 55.00 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 129.0 แสดงผลมีระดับธาตุแมงกานีสสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 122.00, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 113.00, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 100.00, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 84.20 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 83.00 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 27.8 และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 27.80 แสดงผลมีระดับธาตุสังกะสีสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 27.70, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 26.20, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 24.20 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 23.50 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุคอปเปอร์ (Cu) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 13.40 แสดงผลมีระดับธาตุคอปเปอร์สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 12.80, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 11.80, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 11.40, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 10.60 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 10.10 mg/kg. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต น้ำหนักต้นสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อต้น, น้ำหนักรากสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว, น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 1 น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2, น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 2 และผลผลิตรวม พบว่า กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสำคัญที่มีผลต่อผลผลิต รองลงมากรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ซึ่งกรรมวิธีที่ทำให้ผลค่อนข้างต่ำคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ทั้งนี้สามารถอธิยายโดยรวมได้ว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) มีธาตุอาหารหลักครบซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้ทันที ส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO สูตรต่าง ๆ มีส่วนผสมของสารอินทรีย์, EM, PGR, Soil Stimulants สารอนินทรีย์ทำให้แมงลักมีขนาดลำต้นใหญ่ขึ้น อีกทั้งจำนวนกิ่ง, ใบ มีผลมาจากการสร้าง PGR และความสามารถในการดูดซึมธาตุอาหารจาก rhizosphere โดย EM (Kumar R. et al., 2010) ธาตุไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมจากรากทำให้เกิดการลำเลียง Cytokinin ไปยังเซลล์เป้าหมายระดับของ Cytokinin กระตุ้นการแตกกิ่งก้านสาขา (Divya, N, G. K. et al., 2017) PGR ช่วยกระตุ้นในระดับคลอโรพลาส ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ในกระบวนการสังเคราะห์แสง แบบ photosystemII ช่วยในการทำงานของเอนไซด์ Rubisco เป็นแหล่งของสาร ATP และNADPH ในขบวนการลดคาร์บอน (Rivas-San, V.M., & Plasencia, J., 2011) จากข้อมูลจำนวนกิ่งต่อต้นที่เพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ช่วยให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น สะสมอาหารได้เพิ่มมากขึ้นจากรายงานของ He et al., 2015 ยืนยันว่าสารอินทรีย์ในต้นพืชมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญดังนั้นนอกจากกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ซึ่งมีธาตุอาหารหลักแล้ว ในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) พืชได้รับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ครบถ้วนระดับหนึ่งตามความต้องการของแมงลักซึ่งเป็นพืชทานใบ ปุ๋ยฮอร์โมนชนิดนี้เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธาตุอาหารไนโตรเจน (N), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), สังกะสี (Zn), เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสูงต้น, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความเขียว และปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งใบ (Vegetative phase) ในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) แสดงผลออกมาสูงในระดับต้น ๆ เมื่อมีการเจริญเติบโต ด้านลำต้น (Vegetative phase) มากขึ้นแสดงว่าพืชมีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ในขณะเดียวกันภายในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO นั้นมีธาตุอาหารอย่างครบถ้วนต่อ

กระบวนการสังเคราะห์แสง และการสร้างคลอโรฟิลล์ ด้วยเหตุนี้พืชจึงมีการสร้างอินทรีย์สาร และวัตถุแห้ง (dry matter) จำนวนมาก และมีฮอร์โมนพืชที่ไม่มีในปุ๋ยชนิดอื่น ๆ อีกด้วย การพัฒนาเชิงคุณภาพ การสะสมแป้ง, น้ำตาล และไขมัน ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งมีครบในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO ซึ่งความสมดุลของธาตุอาหารเหล่านี้มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารในต้นพืชในด้านความสูงของต้นพืช การมีไนโตรเจนระดับสูงที่เพียงพอจะช่วยในการแบ่งตัวของเซลล์, ขยายขนาดของเซลล์, เพิ่มจำนวนยอด, เพิ่มความสูง และการแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี แต่ถ้ามีปริมาณธาตุไนโตเจนในสัดส่วนที่สูงมากเกินไป จะไปยับยั้งการทำงานของโพแทสเซียมซึ่งมีผลต่อการสะสมแป้ง และน้ำตาลในต้นพืช สอดคล้องกับพิชิต สพโชค และคณะ (2549) พบว่าธาตุไนโตรเจนมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน, คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด ทำให้พืชมีสีเขียว และแข็งแรง ไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชทานใบ เช่นแมงลัก ส่วนธาตุโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, โบรอน และแมงกานิส มีหน้าที่สร้างกรดอะมิโน, วิตามิน, ไขมัน, น้ำตาล และแป้ง มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต และเคลื่อนย้ายแป้ง และสารอื่น ๆ เป็นต้น จึงทำให้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีผลให้แมงลัก มีความสูง, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, น้ำหนักกิ่ง/ต้น, น้ำหนักรากรวมถึงการสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช, การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืชแสดงผลสูงสุดดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของผลผลิต

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (Crude) แมงลัก

ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของแมงลัก พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ 5.94 แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 5.54, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 5.49, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 5.23, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 5.14 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 4.61% ตามลำดับ

ยูจินอล และเมทิลยูจินอล

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณสารยูจินอล (Eugenol) ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 136.51 แสดงค่าสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 91.53, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 3.67, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 2.65, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1.76 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 1.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารเมทิลยูจินอล (Methyl Eugenol) ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 166.93 แสดงค่าสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 163.11, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 111.35, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 67.30, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 30.44 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 16.43 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวข้างต้นเนื่องจากสารสกัดหยาบแมงลัก และสารสำคัญนั้นเป็นผลิตภัณฑ์จากการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีการเจริญเติบโตสูงสุดทางด้านกิ่งก้าน, ลำต้น และใบ ดังกล่าวมาแล้วจากการบันทึกการเจริญเติบโต มีการสะสมน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตดังกล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นอิทธิพลจากระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในสูตรปุ๋ยไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้การสังเคราะห์แสงสูงขึ้นมีผลต่อการสร้างอินทรีย์สารหรือวัตถุแห้งในต้นพืชสูงขึ้น อินทรีย์สารหรือวัตถุแห้งเหล่านี้ มีการสะสมในหลายลักษณะเช่นการสะสมแป้งในข้าว, ข้าวโพด และมันสำปะหลัง การสะสมน้ำมันในพวกปาล์ม, ละหุ่ง หรือสบู่ดำ การสะสมสารสำคัญ และน้ำมันหอมระเหยในพืชสมุนไพรทั้งหลายเป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีสารสกัดหยาบ และสารสำคัญ (ยูจินอล และเมทิลยูจินอล) แสดงผลสูงสุดดังกล่าว สอดคล้องกับ Mady, & Youssef (2014) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตน้ำมันหอมระเหยของ dragonhead plants ให้กับพืชได้ ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และมีผลต่อการสะสมน้ำมันหอมระเหยภายในต้นพืชอีกด้วย สอดคล้องกับ Nurzy**ń**ska-Wierdak R., et al., (2012) ที่พบว่าผลการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรวงศ์กะเพรา มีธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, คลอรีน และกำมะถัน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีปัจจัยมาจากพันธุ์ และลักษณะประจำพันธุ์ ของพืชสมุนไพรประกอบด้วย นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมต่อสัดส่วนของไนโตรเจนในผลผลิตอีกด้วย โดยพบว่าถ้าสัดส่วนของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของสารสำคัญในพืชสกุลกะเพราเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการจัดการให้ธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในปริมาณที่เพียงพอในพืชสกุลกะเพรา ขณะเดียวกันก็ให้ธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม, คลอรีน และกำมะถัน ในปริมาณที่เพียงพอจะมีผลทำให้สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ และปริมาณสารสำคัญ ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้มีอยู่อย่างครบถ้วนในระดับสูงในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ดังนั้นปริมาณสารสำคัญ หรือน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นผลมาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแต่ละชนิด และปริมาณธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันนั้นเอง

ต้นทุน และกำไรโดยสังเขปของการผลิตแมงลัก

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตโดยสังเขปต่อรอบการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัสดุ, เมล็ดพันธุ์, ปุ๋ยเคมี 15-15-15, ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO ในกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เป็นต้น ต้นทุนค่าแรง (ค่ารถไถ, ค่าแรงในการขึ้นแปลง, ค่าปลูก, ค่าตัดแต่งกิ่ง, ค่าแรงในการสูบน้ำ, ค่าแรงในการถางหญ้า และค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ 500 บาทต่อฤดู, ค่าวัสดุปลูก เป็นต้น)

ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ โดยพบว่าต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16,350, และ14,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาคำนวณกำไรอันเกิดจากปริมาณผลผลิตต่อไร่กับราคาจำหน่าย ซึ่งจำหน่ายในรูปใบแมงลักสดได้ในราคากิโลกรัมละ 35 บาท เมื่อรายได้มาหักกับต้นทุนออกแล้วพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) โดยมีกำไรเฉลี่ย 94,965, 85,218, 78,808, 76,720, 51,947 และ46,553 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ดินก่อน และหลังการทดลองดินแปลงปลูกโหระพา

ดำเนินการทดลองในชุดดินแม่ริม (Mr) ในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หน้าดินตื้น ความลาดชัน 2-5% หน้าดินถูกชะล้างพังทลายเล็กน้อย มีความเป็นกรดเล็กน้อยpH 5.5-6.5 มีอินทรียวัตถุต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตอิออนต่ำ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งดินแปลงปลูกโหระพา ก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองบางตัวอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.07%, ฟอสฟอรัส (P) 14.00, โพแทสเซียม (K) 92, แคลเซียม (Ca) 517, แมกนีเซียม (Mg) 91 และกำมะถัน (S) 6.29 mg/kg. ส่วนระดับเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำมีค่า 94.06, 50.66, 1.20, 1.05 และ0.13 mg/kg. ตามลำดับ สำหรับค่า OM, EC และwater content (WC) มีค่า1.11%, 0.56 dS/cm และ6.84% พบว่าอยู่ในระดับต่ำ ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลองพบว่าในธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสซียม (K) ในดินมีระดับธาตุอาหารสูงขึ้นในทุกกรรมวิธีของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยพบว่าธาตุอาหารหลักสูงขึ้นเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ และพบว่าปริมาณธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมได้เพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ระดับธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมเพิ่มสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) โดยมีระดับแคลเซียม (Ca) 705, แมกนีเซียม (Mg) 141, กำมะถัน (S) 7.14, เหล็ก (Fe) 99.50, แมงกานีส (Mn) 98.1, สังกะสี (Zn) 1.46, ทองแดง (Cu) 1.37 และโบรอน (B) 0.20 mg/kg. ตามลำดับ นอกจากนี้คุณสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ก็พบว่าในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงค่าสูงสุดดังนี้ OM (1.18%), EC (0.75 dS/cm) และ water content (WC) 19.68% ตามลำดับ โดยเฉพาะค่า %WP ความสามารถในการอุ้มน้ำนั้นเพิ่มจาก 7.11% เป็น 19.68% แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้นการระบายน้ำ และ

อากาศดีขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) นั่นดินก่อนการทดลองมีค่า pH 5.6 และหลังการทดลองในกรรมวิธีของปุ๋ย HO และปุ๋ยอินทรีย์ ความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น (pH 6.8-6.9) ซึ่งพบว่าค่า pH ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มปุ๋ยเคมีกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่แสดงความเป็นกรดมากขึ้น โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีค่าสูงสุดคือ pH 6.9 ธาตุอาหารในดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือการให้ปุ๋ยมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเพิ่มสารอาหารในดิน (Ahmad, I.I et al., 2011; Verme, S.K. et al., 2011)

จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธีที่ 4 (HO1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม อีกทั้งสามารถปรับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของดินให้สูงขึ้นเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 (control) แสดงค่าต่ำสุดในทุกรายการของผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง โดยในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) พบว่ามีธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในระดับสูงขึ้น เนื่องจากกรรมวิธีดังกล่าวเป็นเป็นกรรมวิธีที่มีการผสมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีปริมาณธาตุอาหารในระดับสูง จึงมีปริมาณธาตุอาหารหลงเหลืออยู่ในดินเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามพบว่าระดับธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธีที่ 4 (HO1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเป็นปุ๋ยละลายช้า และมีธาตุอาหารแบบสมดุลอยู่ในเม็ดปุ๋ย โดยเฉพาะมีกลุ่มธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในปริมาณมาก ธาตุอาหารเหล่านี้จึงหลงเหลืออยู่ในดิน ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดเป็นปุ๋ยที่ประกอบด้วยธาตุอาหาร 13 ชนิด ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (วิภาวรรณ สายคำยศ และคณะ, 2561; วิชาญ ชุ่มมั่น, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2559) การมีสารอาหารในดินที่สมดุล และเพียงพอ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sharma, A. et al. 2017) ผลกการวิเคราะห์จึงแสดงผลออกเช่นนั้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่าดินหลังการทดลองค่า pH เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ผลที่แสดงออกมาสรุปว่าปฏิกิริยาดินในแปลงที่ใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้นมีพวกปูน และวัสดุปรับปรุงดินอยู่จำนวนมาก จึงช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Zhang et al. (2012) ที่ระบุว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถปรับปรุงสภาพโครงสร้างดิน สารอาหารดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ใช้ในการทดลองนั้นทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดอยู่แล้ว จึงแสดงค่าความเป็นกรดออกมาชัดเจนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่สามารถช่วย

ในการปรับปรุงโครงสร้าง และคุณภาพของดิน (He et al., 2015; Liu et al., 2010) การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ดินมีสารอินทรีย์ต่ำส่งผลให้ขบวนการชีวภาพในดินลดน้อยลง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางฟิสิกส์ของดิน (He et al., 2015) สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 15-15-15) ภายหลังปลูกพืชแล้ว ทำให้ดินมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ลดลงเป็นส่วนใหญ่ การปลูกโหระพาควรใช้ดินที่มี pH ระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งดินที่มี pH สูงเกินไปทำให้การดูดธาตุอาหารบางชนิดได้ต่ำลงโดยเฉพาะธาตุเหล็ก (Fe) (Fisher et al., 2003) ซึ่งค่า pH ในการทดลองนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโหระพา ส่วนคุณสมบัติด้านเคมี อื่น ๆ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีแนวโน้มให้ค่าคุณสมบัติด้านเคมี ค่อนข้างสูง กว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ดังนี้ OM (1.18%),EC (0.75 mS/cm), WC (19.68%) ตามลำดับ โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) การที่อินทรียวัตถุมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบของปุ๋ย นอกจากนั้น OM และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในปุ๋ย HO เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงในการพัฒนาสูตรปุ๋ย Intanon, P. (2013a) รายงานว่าค่า OM และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดที่จัดอยู่ในกลุ่มของปุ๋ยในอุดมคติคือ กลุ่มปุ๋ย HO-3 (1.27) และค่า C/N ratio 0.21 ซึ่งจัดเป็นปุ๋ยที่ดี

ภายหลังการทดลองพบว่าการนำไฟฟ้า (EC) ให้ค่าสูงสุดโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ผลที่แสดงออกมานั้นเป็นผลมาจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เป็นปุ๋ยละลายช้ามีธาตุอาหารจำนวนมาก มีองค์ประกอบมาจากน้ำหมักชีวภาพ, ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก และกลุ่มแร่ธาตุต่าง ๆ เมื่อละลายออกมาจึงมีผลทำให้ค่า EC สูงขึ้นสอดคล้องกับค่า OM และpH ของดินที่เพิ่มขึ้น ส่วนความสามารถในการอุ้มน้ำของดินค่า %WC ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก 6.84% เป็น 18.94% ซึ่งผลของความหนาแน่นรวม (Db) ภายหลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงจาก 1.86 เป็น 1.72 แสดงว่าความหนาแน่นรวมลดลง เป็นผลสืบเนื่องจากความพรุนของดิน (E%) พบว่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนของดินเพิ่มจาก 36.49 % เป็น 61.35 % แสดงให้เห็นว่าดินหลังการทดลองมีความพรุนมากขึ้น การระบายน้ำ และอากาศดีขึ้น โครงสร้างดินได้รับการปรับปรุงมากขึ้นดินมีความพรุนมากขึ้นทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีทั้งอินทรียวัตถุน้ำหมักชีวภาพที่ให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จากสารปรับปรุงบำรุงดินเป็นส่วนผสม วัสดุเหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วทำให้โครงสร้างดินมีการปรับปรุงดีขึ้น เม็ดดินจับกันมากขึ้น (aggregation) ความพรุนจึงมากขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้ดินเหมาะต่อการเจริญเติบโตของโหระพามากยิ่งขึ้นนั้นเอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่ใช้ในการทดลอง 3 สูตร ประกอบด้วย HO-1, HO-2 และHO-3 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักพบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ย HO-3 มีค่าสูงสุดมีไนโตรเจน (N) 13.5, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.4% ตามลำดับ รองลงมาคือ HO-2 มีไนโตรเจน (N) 7.9, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ และHO-1 มีไนโตรเจน (N) 7.4, ฟอสฟอรัส (P) 0.2, โพแทสเซียม (K) 0.3% ตามลำดับ เป็นผลที่ได้จากการพัฒนาสูตรปุ๋ยที่ให้ระดับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K เหล่านี้เกิดจากองค์ประกอบของสูตรปุ๋ยที่มีวัสดุให้ธาตุอาหารที่มีความหลากหลาย จึงทำให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม มีสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับพืชบริโภคใบสด โดยปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีธาตุอาหารรองสูงสุดคือ HO-3 มีแคลเซียม (Ca) 10.3, แมกนีเซียม (Mg) 2.9, กำมะถัน (S) 10.4 รองลงมาคือ HO-2 มีแคลเซียม (Ca) 8.5, แมกนีเซียม (Mg) 2.4, กำมะถัน (S) 10.1 mg/kg. และHO-1 มีแคลเซียม (Ca) 8.0, แมกนีเซียม (Mg) 2.1, กำมะถัน (S) 8.7 mg/kg. ตามลำดับ โดยวัสดุที่เป็นพวกปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก, น้ำหมักชีวภาพ, ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ และน้ำสกัดสมุนไพร กลุ่มแร่ดินเหนียวในสารปรับปรุงดินทำให้ได้ธาตุแคลเซียม, แมกนีเซียม และกำมะถัน เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับค่า EC 26.0 dS/cm ของปุ๋ย HO ที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง อ้างอิงตามวิธีผลิตฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) จากผลการวิเคราะห์พบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม หรือปุ๋ย HO ทั้ง 3 สูตร HO-1, HO-2 และHO-3 นั้นเป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพโดยรวมต่อดิน และพืชทั้งนี้เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปันเม็ดสูตรผสมมี EM และ bio-fertilizer ในกรณีที่ดินขาดธาตุอาหาร หรือมีสภาพไม่เหมาะสมทำให้พืชไม่เจริญเติบโต และผลผลิตต่ำ EM มีคุณสมบัติเปลี่ยนธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในดินผ่านกระบวนการไนโตรเจนฟิกเซชั่น และสารละลายฟอสเฟตจากหิน (Dikr, & Belete, 2017; Intanon P. et al., 2011) ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ ธาตุแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ ธาตุสังกะสี (Zn) และธาตุแคลเซียม (Ca) ในระดับสูง EM หรือจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารเสริมออกมาอย่างช้า ๆ ผ่านการดำรงชีพของจุลินทรีย์ดิน จึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วนตลอดช่วงการเจริญเติบโต นอกจากนั้นอินทรียวัตถุหรือ OM (humus) ในสูตรปุ๋ยก็เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (Dikr, & Belete, 2017) ส่วนการวิเคราะห์ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยพบว่า HO-1, HO-2 และHO-3 มีค่า pH 6.82, 6.74 และ 6.65 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ย HO เกิดจากองค์ประกอบของปูนกลุ่มที่ใช้เป็นสารปรับปรุงบำรุงดินจะมีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ย HO ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนของปูน หรือสารปรับปรุงดิน

ระหว่าง 25-30% โดยน้ำหนัก (Intanon, P. et al., 2017; Intanon, 2013; Jubkaew, S., & Intanon P., 2012)

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช

ในการวิเคราะห์ผลของปุ๋ยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของโหระพา โดยการวัดความสูง, ขนาดลำต้น, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

จากผลการวิเคราะห์สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอยู่ในสภาพสมดุล และเป็นปุ๋ยละลายช้า การใช้ธาตุอาหารของพืชอายุสั้นเช่นโหระพา จึงมีประสิทธิภาพสูง (Sharma, A. et al., 2017) โดยธาตุไนโตรเจน (N) เกี่ยวข้องกับการยืด และขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของพืช ดังนั้น การเจริญเติบโตทางด้านความสูง สอดคล้องกับ Sanjeeva Rao, P. et al., (1998) ที่พบว่าไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การยืด และการขยายตัวของเซลล์พืชนอกจากธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Cu และZn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืชจึงทำให้การเจริญเติบโตสูงเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จึงทำให้ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, สีใบ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) การใส่ปุ๋ยจึงทำให้ความสูงต้น และขนาดทรงพุ่มขยายเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Hussein, M. M.et al., 2011; Kumar, A., and Singh, A.K., 2011) อย่างไรก็ตามขนาดทรงพุ่มมีส่วนสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ปกคลุมซึ่งจำนวนกิ่ง และจำนวนใบมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลผลิตโดยตรง

ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสูงของเซลล์พืช ฟอสฟอรัส เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ และมีความจำเป็นอย่างมากในกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์พืช การสร้างเนื้อเยื่อ การสร้างอินทรีย์สาร เช่น คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมัน โพแทสเซียมช่วยเพิ่มการสร้างคาร์โบไฮเดรต ส่วนฮอร์โมนที่เติมในปุ๋ยผสมปั้นเม็ดสูตร HO ช่วยเพิ่มการสร้างสาร indo-acetic acid (IAA) ที่สามารถช่วยกระตุ้นการขยายตัวของเซลล์ทำให้พืชสูงขึ้น ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีเปอร์เซ็นต์ plant growth regulator (PGR) การนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ (Zhang et al., 2012; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ahmed, M., & Kibret, M., 2014) พบว่าปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์มีความปลอดภัยสำหรับสิ่งแวดล้อมมากกว่าปุ๋ยเคมี และมีบทบาทสำคัญในลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ปุ๋ยชีวภาพเป็นจุลินทรีย์ สารตั้งต้นที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย, สาหร่าย และเชื้อราเพียงอย่างเดียว หรือรวมกันซึ่งอาจช่วย

ในการเพิ่มผลผลิตปุ๋ยชีวภาพมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงผ่าน การผลิตไฟโตฮอร์โมน เช่น จิบเบอเรลลิน, ไซโตไคนิน และIAA ที่ทำหน้าที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยอ้อมผ่านการตรึงไนโตรเจน และการผลิตสารควบคุมทางชีวภาพต่อต้านไฟโตพาโตเจนในดิน และเพิ่มการก่อตัวของสารที่กระตุ้นให้การเจริญเติบโตของพืช และเสริมสร้างการทำงานของเนื้อเยื่อ เพื่อให้เกิดการเติบโตมากขึ้นเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ (Divya, N. G. K. et al., 2017) ที่ใช้ปุ๋ยในหลายความเข้มข้น Jubkaew, S., & Intanon P., (2012) รายงานการปลูกข้าวที่ให้ต้นสูงเมื่อใช้ปุ๋ยผสมฮอร์โมน สารอาหารที่หลากหลายมีผลต่อความสูงของต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น และขนาดทรงพุ่ม สอดคล้องกับการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่ทำให้ค่าของการเจริญเติบโตแสดงผลออกมาสูงสุดไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต

ปริมาณผลผลิตโหระพา

เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 น้ำหนักใบต้นสดต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 103.42, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 81.98 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 74.33, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 71.86, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 58.66 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 50.30 กรัม/ต้น ตามลำดับ น้ำหนักลำต้นสดต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 53.57, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 50.65, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 46.99, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 40.18, ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 31.94 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 25.55 กรัม/ต้น ตามลำดับ น้ำหนักรากสดต่อต้น พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 35.02, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 34.70, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 34.76, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 27.30, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 25.42 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 (control) 22.19 กรัม/ต้น ตามลำดับ

น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 398.24, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 334.18 และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 275.16 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 34.76, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 25.42 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 187.42 กรัม/พื้นที่เก็บเกี่ยว ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ (ครั้งที่ 1) กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 995.58 และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 835.46 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 687.90, กรรมวิธีที่ 4 (HOI-1) 664.64, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 586.62 และกรรมวิธีที่ (control) 564.56 กิโลกรัม ตามลำดับ

เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1,369.8, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1,255.7 และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1,125.9 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1,086.0, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 918.4 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 835.0 กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3,424.5, กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 3,139.2 และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 2,814.6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 2,715.1, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2,296.1 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 2,087.5 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากการบันทึกผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่แสดงออกมาดังกล่าวข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่าผลผลิตน้ำหนักใบสดต่อพื้นที่ และน้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ เป็นผลสืบเนื่องมาจากกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) เนื่องจากในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีระดับธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Cu และZn ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช และปุ๋ย HO เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้มีการเจริญเติบโตสูงสุดเกือบทุกรายการเหนือกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อาทิความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบ เป็นต้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในต้นพืช ที่พบว่าระดับธาตุไนโตรเจน (N=3.25%), ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P=0.43 mg/kg.), ระดับธาตุโพแทสเซียม (K=3.67 mg/kg.) ในต้นพืชที่พบว่ามีธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมยังพบว่าแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เช่นเดียวกัน อิทธิพลของปริมาณธาตุอาหารในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านการเจริญเติบโตของพืช (ความสูงต้น, ขนาดลำต้น, จำนวนกิ่ง, ขนาดทรงพุ่ม, ความกว้างใบ, ความยาวใบ และสีใบ) ซึ่งแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ดังนั้นเมื่อการเจริญเติบโตของพืชเกิดขึ้นสูงสุดจึงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง และการสร้างอินทรีย์สารภายในต้นจึงทำให้กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) มีการสะสมวัตถุแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงสุด และได้น้ำหนักผลผลิตสูงสุดเหนือกรรมวิธีอื่น ๆ สอดคล้องกับผลการบันทึกน้ำหนักใบแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสอดคล้องกับ Shadanpour, F. et al. (2011) และChuinon, C., & Intanon, P. (2011) ที่พบว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืช

การสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช

จากการบันทึกน้ำหนักต้นใบแห้งต่อต้น น้ำหนักลำต้นแห้งต่อต้น น้ำหนักใบแห้งต่อต้นต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และน้ำหนักใบแห้งต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ในทุกรายการดังกล่าวพบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพการสะสมวัตถุแห้งของต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลออกมาสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) โดยพบว่าน้ำหนักรากแห้งต่อต้นสูงสุด ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของปุ๋ย HO ที่มีอยู่อย่างครบถ้วนส่งผลต่อการสะสมธาตุอาหาร และวัตถุแห้งภายในต้นพืช สอดคล้องกับรายงานของ Ahmad, I. I. et al., 2011 ให้ผลเช่นเดียวกันคือปุ๋ยที่เป็นสารสกัดอินทรีย์ช่วยกระตุ้น PGR อย่างมีนัยสำคัญโดยถ่ายทอดสารอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้น และสะสมน้ำหนักได้ดีขึ้น ซึ่งปริมาณ EC และC/N ratios ที่มีในปุ๋ยช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการดูดซึมธาตุอาหาร และการสังเคราะห์แสงของพืชอีกด้วย (Shadanpour, F. et al., 2011; Chuinon, C., & Intanon, P., 2011) พบว่าน้ำหนักรากสด และน้ำหนักรากแห้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) พบว่ามีน้ำหนักรากสดสูงสุด (35.02) และน้ำหนักรากแห้งสูงสุด 15.01 กรัม ตามลำดับ ซึ่งการที่มีรากขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากช่วยให้พืชดูดสารอาหารได้รวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Canellas, L., P. et al. (2002) แสดงถึงผลของการใช้สารสกัด humic acids จาก OM ช่วยกระตุ้น H+-ATPase ในพลาสมาเมมเบรน กระตุ้นออกซิเจนในรากทำให้รากข้าวโพดยาวขึ้น ทำให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ระดับธาตุไนโตรเจน (N) ในต้นพืชจากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีปริมาณ 3.25 แสดงผลมีระดับธาตุไนโตรเจนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.20, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 3.10, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 2.94, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.50 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 2.42% ตามลำดับ ระดับธาตุฟอสฟอรัส (P) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 0.43 แสดงผลมีระดับธาตุฟอสฟอรัสสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.31, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.30, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.24, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.11 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.10 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุโพแทสเซียม (K) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 3.6แสดงผลมีระดับธาตุโพแทสเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 3.30, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 3.19, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 3.15, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 2.61 และ

กรรมวิธี 1 (control) 2.61 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแคลเซียม (Ca) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 19.30 แสดงผลมีระดับธาตุแคลเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 17.70, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 17.40, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 17.40, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 17.10 และกรรมวิธีที1 (control) 17.00 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 1.78 แสดงผลมีระดับธาตุแมกนีเซียมสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 1.70, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 1.54, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 1.46, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 1.46 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 1.32 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุซัลเฟอร์ (S) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 0.29 แสดงผลมีระดับธาตุซัลเฟอร์สูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 0.17, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 0.09, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 0.08 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 0.06 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุเหล็ก (Fe) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 49.70 แสดงผลมีระดับธาตุเหล็กสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 44.40, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 43.90, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 42.50, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 40.40 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 32.90 mg/kg. ตามลำดับ ระดับธาตุแมงกานีส (Mn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 91.90 แสดงผลมีระดับธาตุแมงกานีสสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 59.80, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 59.80, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 58.40, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 50.90 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 44.10 mg/kg ตามลำดับ ระดับธาตุสังกะสี (Zn) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 35.50 แสดงผลมีระดับสังกะสีสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 34.40, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 30.60, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 27.80, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 27.10 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 24.40 mg/kg .ตามลำดับ ระดับธาตุคอปเปอร์ (Cu) ในต้นพืชพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 12.40 แสดงผลมีระดับคอปเปอร์สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 10.40, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 10.10, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 9.84, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 9.59 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 8.52 mg/kg. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต น้ำหนักต้นสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อต้น, น้ำหนักรากสดต่อต้น, น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว, น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 1 น้ำหนักใบสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวครั้งที่ 2, น้ำหนักผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ครั้งที่ 2 และผลผลิตรวมพบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) และกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) แสดงผลสูงสุดในทุกรายการสำคัญที่มีผลต่อผลผลิต รองลงมากรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), ซึ่งกรรมวิธีที่ทำให้ผลค่อนข้างต่ำ

คือกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ทั้งนี้สามารถอธิยายโดยรวมได้ว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีธาตุอาหารหลักครบซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้ทันที ส่วนปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO สูตรต่าง ๆ มีส่วนผสมของสารอินทรีย์, EM, PGR, Soil Stimulants สารอนินทรีย์ทำให้โหระพามีขนาดลำต้นใหญ่ขึ้น ทั้งจำนวนกิ่ง และใบมีผลมาจากการสร้าง PGR และความสามารถในการดูดซึมธาตุอาหารจาก rhizosphere โดย EM (Kumar, R., et al., 2010) ธาตุไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมจากรากทำให้เกิดการลำเลียง Cytokinin ไปยังเซลล์เป้าหมาย ระดับของ Cytokinin กระตุ้นการแตกกิ่งก้านสาขา (Divya, N, G. K. et al., 2017) PGR ช่วยกระตุ้นในระดับคลอโรพลาส ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการสังเคราะห์แสง แบบ photosystemII ช่วยในการทำงานของเอนไซด์ Rubisco เป็นแหล่งของสาร ATP และNADPH ในขบวนการลดคาร์บอน (Rivas-San, V. M., & Plasencia, J., 2011) จากข้อมูลจำนวนกิ่งต่อต้นที่เพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 18.91 กิ่งต่อต้น ช่วยให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น สะสมอาหารได้เพิ่มมากขึ้นจากรายงานของ (He et al., 2015Z ยืนยันว่าสารอินทรีย์ในต้นพืชมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญดังนั้นนอกจากกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ซึ่งมีธาตุอาหารหลักแล้ว ในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO ในกรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) พืชได้รับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมครบถ้วนระดับหนึ่งตามความต้องการของโหระพาซึ่งเป็นพืชทานใบ ซึ่งปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมชนิดนี้เป็นปุ๋ยละลายช้าจึงทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธาตุอาหารไนโตรเจน (N), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), สังกะสี (Zn), เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสูงต้น, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, ความเขียว และปริมาณคลอโรฟิลล์ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช จึงทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งใบ (Vegetative phase) ของกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) และกลุ่มของบปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตร HO ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลออกมาสูงในระดับต้น ๆ เมื่อมีการเจริญเติบโต ด้านลำต้น (Vegetative phase) มากขึ้นแสดงว่าพืชมีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ในขณะเดียวกันภายในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO นั้นมีธาตุอาหารอย่างครบถ้วนต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และการสร้างคลอโรฟิลล์ ด้วยเหตุนี้พืชจึงมีการสร้างอินทรีย์สาร และวัตถุแห้ง (dry matter) จำนวนมาก และมีฮอร์โมนพืชที่ไม่มีในปุ๋ยชนิดอื่น ๆ อีกด้วย การพัฒนาเชิงคุณภาพ การสะสมแป้ง, น้ำตาล และไขมัน ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งมีครบในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO ซึ่งความสมดุลของธาตุอาหารเหล่านี้มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารในต้นพืช ในด้านความสูงของต้นพืช การมีไนโตรเจนระดับสูงที่เพียงพอ จะช่วยในการแบ่งตัวของเซลล์, ขยายขนาดของเซลล์, เพิ่มจำนวนยอด, เพิ่มความสูง และการแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี แต่ถ้ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนในสัดส่วนที่สูงมากเกินไปจะไปยับยั้งการทำงานของโพแทสเซียมซึ่งมีผลต่อการสะสมแป้ง และน้ำตาลในต้นพืช สอดคล้องกับ

พิชิต สพโชค และคณะ (2549) พบว่าธาตุไนโตรเจนมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน, โปรตีน, คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด ทำให้พืชมีสีเขียว และแข็งแรง ไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชทานใบ เช่น โหระพา ส่วนธาตุโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, โบรอน และแมงกานิส มีหน้าที่สร้างกรดอะมิโน, วิตามิน, ไขมัน, น้ำตาล และแป้ง มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต และเคลื่อนย้ายแป้ง และสารอื่น ๆ เป็นต้น จึงทำให้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีผลให้โหระพามีความสูง, ขนาดทรงพุ่ม, จำนวนกิ่ง, น้ำหนักกิ่งต้น, น้ำหนักราก รวมถึงการสะสมวัตถุแห้งของต้นพืช, การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืชแสดงผลสูงดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของผลผลิต

เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ (Crude) โหระพา

ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบของโหระพา พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ให้เปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ 4.85 แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 4.75, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 4.52, กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 4.30, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 4.15 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 3.57% ตามลำดับ

ยูจินอล และเมทิลยูจินอล

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณสารยูจินอล (Eugenol) (µg/ml) ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 9.19 แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 8.95, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 7.65, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 6.22, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 5.93 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 5.40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารเมทิลยูจินอล (Methyl Eugenol) (µg/ml) ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) 69.53 แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) 62.26, กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) 62.26, กรรมวิธีที่ 4 (HO-1) 52.18, กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) 47.86 และกรรมวิธีที่ 1 (control) 42.63 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

จากผลดังกล่าวข้างต้นเนื่องจากสารสกัดหยาบโหระพา และสารสำคัญนั้นเป็นผลิตภัณฑ์จากการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีการเจริญเติบโตสูงสุดทางด้านกิ่งก้าน, ลำต้น และใบดังกล่าวมาแล้วจากผลการบันทึกการเจริญเติบโต การสะสมน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งเป็นอิทธิพลจากระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในสูตรปุ๋ยไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้การสังเคราะห์แสงสูงขึ้นมีผลต่อการสร้างอินทรีย์สาร หรือวัตถุแห้งในต้นพืชสูงขึ้น อินทรีย์สารหรือวัตถุแห้งเหล่านี้มี การสะสมในหลายลักษณะ เช่นการสะสมแป้งในข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลัง การสะสมน้ำมันในพวกปาล์ม ละหุ่ง หรือสบู่ดำ การสะสมสารสำคัญ และน้ำมันหอมระเหยในพืชสมุนไพรทั้งหลายเป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้

กรรมวิธีที่ 6 (HO-3) มีสารสกัดหยาบ และสารสำคัญ (ยูจินอล และเมทิลยูจินอล) แสดงผลสูงสุด ดังกล่าว สอดคล้องกับ Mady, & Youssef (2014) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตน้ำมันหอมระเหยของ dragonhead plants ให้กับพืชได้ ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และมีผลต่อการสะสมน้ำมันหอมระเหยภายในต้นพืชอีกด้วย สอดคล้องกับ Nurzyńska-Wierdak, R. et al. (2012) ที่พบว่าผลการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรวงศ์กะเพรา มีธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, คลอรีน และกำมะถัน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีปัจจัยมาจากพันธุ์ และลักษณะประจำพันธุ์ของพืชสมุนไพรประกอบด้วย นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมต่อสัดส่วนของไนโตรเจนในผลผลิตอีกด้วยสอดคล้องกับ Sifola, M.I. et al. (2006) พบว่าถ้าสัดส่วนของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของสารสำคัญในพืชสกุลกะเพราเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการจัดการให้ธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมในปริมาณที่เพียงพอในพืชสกุลกะเพรา ขณะเดียวกันก็ให้ธาตุฟอสฟอรัส, แคลเซียม, แมกนีเซียม, คลอรีน และกำมะถัน ในปริมาณที่เพียงพอจะมีผลทำให้สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ และปริมาณสารสำคัญ ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้มีอยู่อย่างครบถ้วนในระดับสูงในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ดังนั้นปริมาณสารสำคัญหรือน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นผลมาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแต่ละชนิด และปริมาณธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันนั้นเอง

ต้นทุน และกำไรโดยสังเขปของการผลิตโหระพา

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตโดยสังเขปต่อรอบการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัสดุ (เมล็ดพันธุ์, ปุ๋ยเคมี 15-15-15, ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HO กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2) และกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) เป็นต้น ต้นทุนค่าแรง (ค่ารถไถ, ค่าแรงในการขึ้นแปลง, ค่าปลูก, ค่าตัดแต่งกิ่ง, ค่าแรงในการสูบน้ำ, ค่าแรงในการถางหญ้า และค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ 500 บาทต่อฤดู, ค่าวัสดุปลูก เป็นต้น)

ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1 (control) ตามลำดับ โดยพบว่าต้นทุนเฉลี่ย 17,000, 16,780, 16,700, 16,650, 16,350, และ14,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาคำนวณกำไรอันเกิดจากปริมาณผลผลิตต่อไร่กับราคาจำหน่าย ซึ่งจำหน่ายในรูปใบโหระพาสดราคากิโลกรัมละ 50 บาท เมื่อรายได้มาหักกับต้นทุนออกแล้วพบว่ากรรมวิธีที่ทำกำไรสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15), กรรมวิธีที่ 6 (HO-3), กรรมวิธีที่ 5 (HO-2), กรรมวิธีที่ 4 (HO-1), กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยอินทรีย์) และกรรมวิธีที่ 1

(control) พบว่ามีกำไรเฉลี่ย 204,004, 181,953, 158,425, 152,337, 127,781 และ118,403 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

บทสรุป

กะเพรา

1. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง สรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ทำให้ปริมาธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม สูงอย่างเด่นชัด

2. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ช่วยปรับสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ของดินให้ดีขึ้นด้วย ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ OM ค่าการนำไฟฟ้า EC สามารถปรับความเป็นกรด-ด่าง pH ของดินให้ดีขึ้นตามลำดับ และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

3. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบกะเพรา ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ในด้านต้นทุน และกำไร ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด ในกรรมวิธีที่ 5 (HO-2) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไรสูงสุด 55,275 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (control) และสูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)

แมงลัก

1. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง สรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ทำให้ปริมาธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม สูงอย่างเด่นชัด

2. อิทธิของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ช่วยปรับสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ของดินให้ดีขึ้นด้วย ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ OM สามารถปรับความเป็นกรด-ด่าง pH ของดินให้ดีขึ้นตามลำดับ และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

3. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบแมงลัก ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ในด้านต้นทุน และกำไร ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด ในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไร 94,965 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (control) และสูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)

โหระพา

1. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อน และหลังการทดลอง สรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ทำให้ปริมาธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม สูงขึ้นอย่างเด่นชัด

2. อิทธิของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตร (HO-1, HO-2 และHO-3) ช่วยปรับสมบัติด้านเคมีอื่น ๆ ของดินให้ดีขึ้นด้วย ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ OM สามารถปรับความเป็นกรด-ด่าง pH ของดินให้ดีขึ้นตามลำดับ และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

3. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูงไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดหยาบ, ปริมาณสารยูจินอล และเมทิลยูจินอล พบว่ากรรมวิธีที่ 6 (HO-3) แสดงผลสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ

4. ในด้านต้นทุน และกำไร พบว่าในกรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15) ที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้กำไร 204,040 บาทต่อไร่ และในกรรมวิธีที่ 6 (HO-3) ได้กำไร 181,953 บาทต่อไร่ ในลำดับรองลงมา

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติโดยรวมของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองทั้งในด้านต้นทุนการผลิต, การเจริญเติบโต, ผลผลิตของพืช, สารสำคัญ และผลกำไร แล้วสรุปว่า การปลูกกะเพราควรใช้ปุ๋ย T5 (HO-2), การปลูกแมงลักควรใช้ปุ๋ย T6 (HO-3) และการปลูกโหระพาควรใช้ปุ๋ย T6 (HO-3) ถึงแม้ว่า T2 (15-15-15) ได้กำไรสูงกว่าก็ตามซึ่งเป็นผลกำไรจากการขายใบสดเท่านั้นแต่ถ้ามองในมิติการผลิตที่ยั่งยืนการปรับปรุงบำรุงดินซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการวิจัย และคุณภาพของใบ (ความยาว ความกว้าง และสีใบ) ปริมาณสารสำคัญแล้ว T6 (HO-3) มีความเหมาะสมมากกว่า T2 (ปุ๋ยเคมี 15-15-15)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านการวิเคราะห์การสังเคราะห์แสง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์

2. ควรมีการศึกษาค่า CEC ดินเพื่อศึกษาการแลกเปลี่ยนแคทไอออน

3. ปุ๋ย HO มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของดินควรมีการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของดินที่มีการเปลี่ยนแปลงให้ละเอียด มากขึ้นเพื่อความสมบูรณ์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลชนก ห่วงมี, วิภาวรรณ สายคำยศ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนู. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน, มหาวิทยาลัยนเรศร, 5*(2), 125-139.

กรมวิชาการเกษตร. (2553). *การจัดการคุณภาพ: GAP พืช (พืชตระกูล Ocimum กะเพรา โหระพา แมงลัก และยี่หร่า) กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.* หน้า 11.

จิราภรณ์ โสดาจันทร์, บันลือ สังข์ทอง, และสกุลรัตน์ รัตนาเกียรติ์. (2558). องค์ประกอบหลักทางเคมี และฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลชีพก่อโรคในช่องปากของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสกุล Ocimum spp. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน, 11*(ฉบับพิเศษ),304-310.

ชนัญ ผลประไพ และศรัณยู อุ่นทวี. (2019). การพัฒนากระบวนการเตรียมสารสกัดสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ต้าน อนุมูลอิสระ. *Thai Journal of Science and Technology*, *8*(5), 479-492.

ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาษี และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเจริญเติบโตของยางพารา.*วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, *20*(3), 18-27.

ชวลิต รักษาริกรณ์. (2555). *อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อผลการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตน้ำยาง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2562). อิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วง. *วารสารผลิกรรมการเกษตร,มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 1*(2), 1-10.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. (2562) . *แมงลัก พืชพื้นบ้าน สมุนไพรในครัวเรือน*. สืบค้น 20 มิถุนายน 2564, จาก http://www.today.line.me/th/V2/article/qukZQk.

นพพร ศิริพานิช และกุลวดี ฐาน์กาญจน์. (2557). *การทดสอบการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมและวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดิน (กะเพรา)* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี.

ประไพ วงศ์สินคงมั่น, จารีย์ บันสิทธิ์, อภิวัฏ ธวัชสิน, นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, ธนวัฒน์ ทองจีน, ธิดารัตน์ บุญรอด, อุษวดี ถาวระ, และปราณี ชวลิตธำรง. (2548). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของน้ำมันหอมระเหย, *วารสารการแพทย์แผนไทย และการแพทย์ทางเลือก,3*(3), 39-64.

พรทิพย์ ภาษี,วิทยา ตรีโลเกศ,เกษสุดา เดชภิมล, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2556). *อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง.* ใน การประชุมดิน และปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3 (น. 175-184). ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พรรณี หนูซื่อตรง และรุ้งตะวัน สุภาพผล. (2543). *ใบกะเพรากับมะเร็ง (1): ฤทธิ์การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น*. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต สพโชค,พิศมัย จันทุมา, และพนัส แพชนะ. (2549). *การกรีดยาง และการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้ากรมวิชาการเกษตร หลักสูตรวิชายางพารา.*กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, ชวลิต รักษาริกรณ์, และวีรภัทร เกตอินทร์. (2555). *อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราช่วงเริ่มปลูก.* ในProceedings of the 8thNaresuan Research Conference 1: 28 – 29 กรกฎาคม 2555. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และชวลิต รักษาริกรณ์. (2555). อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราช่วงเริ่มปลูก.*วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร, 20*(3), 18-27.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). *หนังสือเทคโนโลยีปุ๋ย.* พิษณุโลก: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตรคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิชาญ ชุ่มมั่น และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2559). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต และส่งผลต่อปริมาณการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. *วารสารแก่นเกษตร,44*(2), 265-274.

วิภาวรรณ สายคำยศ, จันทร์เพ็ญ ชุมแสง, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2561). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดิน และผลผลิตปาล์มน้ำมัน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 49*(19 พิเศษ), 199-206. 119

ศรุตา อินทรภู่. (2556). *การพัฒนาปุ๋ยน้ำชีวภาพคุณภาพสูงที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าว (*วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ. (2557). *ใบกะพรา สมุนไพรใกล้ตัว.* สืบค้น 20 มิถุนายน 2557, จาก http://www.stou.ac.th/Schools/Shs/book571/Healty571.pdf

สุกัญญา เขียวสะอาด. (2555). กะเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, 21*(2), 54-65.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. (2551). *กะเพราราชินีสมุนไพร.* นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่มที่ 355, สืบค้น 5 มิถุนายน 2564, จาก http://www.doctor.or.th/article/detail.5799.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. (2551). *โหระพาคุณค่าที่มีมากกว่าความอร่อย*. นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่มที่ 356, สืบค้น 5 มิถุนายน 2564, จาก http://www.doctor.or.th /article/detail.5821.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. (2552). *แมงลัก.* นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่มที่ 357, สืบค้น 5 มิถุนายน 2564, จากhttp://www.doctor.or.th/article/detail.5844.

สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์เคมี และฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ และผลผลิตข้าว. *วารสารแก่นเกษตร, 40*(4), 105.

Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *Journal of King saud University-science*, *26*(1), 1-20.

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

Ashok, K., & Singh, A. K. (2011). Effect of spacing and nitrogen levels on vegetative growth, flowering behaviour and yield of calendula (Calendula officinalis L.). *Plant Archives*, *11*(2), 941-944.

Bahmaniar, M. A., & Ranjbar, G. A. (2007). Response of rice (Oryza sativa L.) cooking quality properties to nitrogen and potassium application. *Pak. J. Biol. Sci*, *10*(11), 1880-1884.

Blin, H. (1905). La fumure du manioc. *Bulletin Economique de Madagascar*, *3,* 419-421.

Bora, K. S., Arora, S., & Shri, R. (2011). Role of Ocimum basilicum L. in prevention of ischemia and reperfusion-induced cerebral damage, and motor dysfunctions in mice brain. *Journal of ethnopharmacology*, *137*(3), 1360-1365.

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, *59*(1), 39-46.

Bukhori, M.F.M., H. Ze Jaafara, A. Ghasemzadeha, U.R. Sinniaha, G. Karipayac, & K.M. Yusufd. (2020). Assessment of growth and phytochemical quality of Gynura procumbens through nitrogen, potassium fertilization and evapotranspiration replacement interaction. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, *28,* 63-91.

Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *168*(4), 521-530.

Chuinon, C., & Intanon, P. (2011). Development of high quality bio-fertilizer for rice production. *Naresuan University Journal*, *19*(2), 8-18.

Díaz-Méndez, H. A., Preciado-Rangel, P., Sánchez Chávez, E., Esparza Rivera, J. R., Fortis Hernández, M., & Álvarez-Reyna, V. D. P. (2018). Potassium in the nutraceutical quality of hydroponic cucumber fruits. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *9*(SPE20), 4245-4250.

Dikr, W., & Belete, K. (2017). Review on the effect of organic fertilizers, biofertilizers and inorganic fertilizers (NPK) on growth and flower yield of marigold (Targetes erecta L.). *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research*, *5*(3), 192-204.

Divya, K., Girwani, A., Vijaya, D., & Prashanth, P. (2017). Effect of levels of fertigation on growth and flowering of marigold (Tagetes erecta L.) cv. Pusa Narangi Gainda. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, *6*(12), 1146-1151.

Fanasca, S., Colla, G., Maiani, G., Venneria, E., Rouphael, Y., Azzini, E., & Saccardo, F. (2006). Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, *54*(12), 4319-4325.

Fisher, P. R., Wik, R. M., Smith, B. R., Pasian, C. C., Kmetz-González, M., & Argo, W. R. (2003). Correcting iron deficiency in calibrachoa grown in a container medium at high pH. *HortTechnology*, *13*(2), 308-313.

Flibert, G., Aly, S., Hagrétou, S. L., Koussao, S., & Yves, T. (2019). Difference in Biochemical Compound and Cyanogen Content among Six Improved Cassava Root Adopted in Burkina Faso, Nutritional and Technological Perspectives. *Journal of Food Security*, *7*(4), 122-128.

Ghourab, M. H. H., Wassel, O. M. M., & Raya, N. A. A. (2000). Of (Pottasin-P) TM under two levels of nitrogen fertilizer. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, *78*(2), 781-793.

Glick, B. R. (2003). Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. *Biotechnology advances*, *21*(5), 383-393.

Hakkim, F. L., Shankar, C. G., & Girija, S. (2007). Chemical composition and antioxidant property of holy basil (Ocimum sanctum L.) leaves, stems, and inflorescence and their in vitro callus cultures. *Journal of agricultural and food chemistry*, *55*(22), 9109-9117.

He, Y. T., Zhang, W. J., Xu, M. G., Tong, X. G., Sun, F. X., Wang, J. Z., ... & He, X. H. (2015). Long-term combined chemical and manure fertilizations increase soil organic carbon and total nitrogen in aggregate fractions at three typical cropland soils in China. *Science of the Total Environment*, *532,* 635-644.

Howeler, R. H. (2014). Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia. Centro Internacional de Agricultura Tropical International Center. A reference manual. *CIAT Publication*. pp.57-97.

Hussein, M. M., Sakr, R. A., Badr, L. A., & Mashat, K. M. A. L. (2011). Effect of some fertilizers on botanical and chemical characteristics of pot marigold plant (Calendula officinalis L.). J. Hortic Sci. *Ornament Plants*, *3*, 220-231.

Intanon, P. (2013a). The Influence of Different Types of Fertilizers on Productivity and Quality of Maize. In *the 4TH International Conference on Environmental and Rural Development*. Tokyo: International Society of Environmental and Rural Development.

Intanon, P. (2013b). Comparison of Fertilizer Management to iIncrease Yield and Quality of Rice. In *the* 4^{tH}*International Conference on Environmental and Rural Development*. Tokyo: International Society of Environmental and Rural Development.

Intanon, P. U. M. I. S. A. K. (2013). The influence of different types of fertilizers on productivity and quality of maize in the area of Kwaew Noi Bamrungdan Dam, Phitsanulok Province, *Thailand. International Journal of Environmental and Rural Development*, *4*(2), 15-20.

Intanon, P., Keteku, A. K., & Intanon, R. (2017). *Effect of different materials on soil pH improvement, soil properties, growth, yield and quality of sugarcane*. In Proceeding Soil Quality for Food Security and Healthy Life, 13th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Sciences (13th ESAFS) (pp. 50-59). Bangkok: Kasetsart University.

Intanon, P., Keteku. A., K., & Intanon, R., (2017). *Effect of soil pH improvement substance on soil properties, plant growth and yield of maize (Zea mays L.)* . In Proceeding Soil Quality for Food Security and Healthy Life, 13th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Sciences (13th ESAFS) (pp. 39-40). Bangkok: Kasetsart University.

Intanon, P., Sawamichai, R., & Kluay-Ngern, B. (2011). Development of compound granular organic fertilizer for lower cost of rice production. *Naresuan University Journal of Science and Technology*, 19, 60-70.

Japkaew, S., & Intanon, P. (2010). The effects of organic pellet fertilizer, Organic and chemical fertilizer, chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula to the growth and yield of rice. In *Proceeding of the 7th Naresuan research conference. Naresuan University*, Pitsanulok, Thailand (pp. 250-255).

Jupkaew, S., & Intanon, P. (2012). Effect of hormones compound granular fertilizer on growth and yield of rice. *Khon Kaen Agriculture. Journal*, *40*, 105-109.

Kelm, M. A., Nair, M. G., Strasburg, G. M., & DeWitt, D. L. (2000). Antioxidant and cyclooxygenase inhibitory phenolic compounds from Ocimum sanctum Linn. *Phytomedicine*, *7*(1), 7-13.

Khare, S., Singh, N. B., Singh, A., Hussain, I., Niharika, K. M., Yadav, V., ... & Amist, N. (2020). Plant secondary metabolites synthesis and their regulations under biotic and abiotic constraints. *Journal of Plant Biology*, *63*, 203-216.

Kumar, R., Ram, M., & Gaur, G. S. (2010). Effect of GA3 and ethrel on growth and flowering of African marigold cv. Pusa Narangi Gainda. *Indian Journal of Horticulture*, *67*(4), 362-366.

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., ... & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, *158*(3-4), 173-180.

Mady, M. A., & Youssef, A. S. M. (2014). Influence of some fertilizers and boron foliar spray on improving growth and oil productivity of dragonhead (Dracocephalum moldavica L.) Plant. *Journal of Plant Production*, *5*(4), 587-613.

Mondal, S., Mirdha, B. R., & Mahapatra, S. C. (2009). The science behind sacredness of Tulsi (Ocimum sanctum Linn.). *Indian JPhysiol Pharmacol*, *53*(4), 291-306.

Nurzyńska-Wierdak, R., Bogucka-Kocka, A., Kowalski, R., & Borowski, B. (2012). Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (Ocimum basilicum L.) depending on the plant growth stage. *Chemija*, *23*(3), 216-222.

Pal, P., & P. Ghosh. (2010). Effect of different sources and levels of potassium on growth, flowering and yield of African marigold (Tagetes erecta Linn.) cv. 'Siracole'. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, *1,* 371-375.

Pandey, A. K., Singh, P., & Tripathi, N. N. (2014). Chemistry and bioactivities of essential oils of some Ocimum species: an overview. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4*(9), 682-694.

Panitnok, K., Chaisri, S., Sarobol, E. D., Ngamprasitthi, S., Chaisri, P., Changlek, P., & Thongluang, P. (2013). The combination effects of zinc, magnesium, sulphur foliar fertilizer management on cassava growth and yield grown on Map Bon, coarse-loamy variant soil. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *91*, 288-293.

PasQualoto Canellas, L., Lopes Olivares, F., Okorokova-Facanha, A. L., & Rocha Facanha, A. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H+-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology (Bethesda), 130*(4), 1951-1957.

Peech, M. (1965) Hydrogen Ion Activity. In Black, C.A., et al., Eds., *Methods of Soil Analysis, Part 2, American Society of Agronomy, Madison*, 914-926.

Rao, P. S., Saraswathyamma, C. K., & Sethuraj, M. R. (1998). Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree (Hevea brasiliensis). *Agricultural and forest meteorology*, *90*(3), 235-245.

Rayment, G. E., & Higginson, F. R. (1992). *Australian laboratory handbook of soil and water chemical methods*. Inkata: Press Pty.

Rivas-San Vicente, M., & Plasencia, J. (2011). Salicylic acid beyond defense: its role in plant growth and development. *Journal of experimental botany*, *62*(10), 3321-3338.

Sacrameto Tree foundation. (2023). *Photosysthesis and food chains*. Retrieved December 25, 2021, from https://sactree.org/programs/activities-for-kids/photosynthesis/

Salisbury, F. B., & C.W. Ross. (1992). *Plant Physiology* (4th ed.). Belmont: Wadsworth Publishing.

Shadanpour, F., Torkashvand, A. M., & Majd, K. H. (2011). The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. *Annals of biological research*, *2*(6), 109-115.

Sharma, A., Saha, T. N., Arora, A., Shah, R., & Nain, L. (2017). Efficient microorganism compost benefits plant growth and improves soil health in Calendula and Marigold. *Horticultural Plant Journal*, *3*(2), 67-72.

Sharma, G., Sahu, N. P., & Shukla, N. (2017). Effect of bio-organic and inorganic nutrient sources on growth and flower production of African marigold. *Horticulturae*, *3*(11), 43-51. doi: 10.3390/horticulturae3010011

Sifola, M. I., & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, *108*(4), 408-413.

Singh, S., Majumdar, D. K., & Rehan, H. M. S. (1996). Evaluation of anti-inflammatory potential of fixed oil of Ocimum sanctum (Holybasil) and its possible mechanism of action. *Journal of Ethnopharmacology*, *54*(1), 19-26.

Soil Survey Laboratory Staff. (1992). *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigation Report No. 42. United States Department of Agriculture, Washington D. C. 400 P.

Verme, S. K., Angadi, S. G., Patil, V. S., Mokashi, A. N., Mathad, J. C., & Mummigatti, U. V. (2011). Growth, yield and quality of chrysanthemum (Chrysanthemum morifolium Ramat.) cv. Raja as influenced by integrated nutrient management. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, *24*(5), 681-683.

Wasonga, D., J. Kleemola, L. Kleemola, & P. Mäkelä. (2020). Potassium fertigation with deficit irrigation improves the nutritive quality of cassava. *Frontiers in sustainable food systems*, *4,* 1-12.

Woldemariam, S. H., Lal, S., Zelelew, D. Z., & Solomon, M. T. (2018). Effect of potassium levels on productivity and fruit quality of tomato (Lycopersicon esculentum L.). *J. Agric. Stud*, *6*(1), 104.

Wuzhong, N. (2002). Yield and quality of fruits of solanaceous crops as affected by potassium fertilization. *Better Crops International*, *16*(1), 6-8.

Zhang, F., Cui, Z., Chen, X., Ju, X., Shen, J., Chen, Q., ... & Jiang, R. (2012). Integrated nutrient management for food security and environmental quality in China. *Advances in agronomy*, *116,* 1-40.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดิน

การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

(Soil pH)

อัตราส่วน ดิน : น้ำ / 1 : 1

อุปกรณ์

1. เครื่อง pH meter
2. เครื่องชั่ง
3. บีกเกอร์พลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร หรือ ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. แท่งแก้วสำหรับคน
5. กระบอกฉีดน้ำ
6. ช้อนตวง
7. กระบอกตวง 25 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน pH 7.0 (Standard buffer Solution)
2. สารละลายมาตรฐาน pH4.0 (Standard buffer Solution)
3. สารละลายมาตรฐาน pH10.0 (Standard buffer Solution)
4. สารละลาย 1 M KCl: ละลาย KCl (อบที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) 74.5 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
5. สารละลาย 1 M $CaCl_2$: ละลาย $CaCl_2$ (อบที่ 110 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง) 74.5 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

1. การวัด pH ใน 1 M KCl อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 1 (ทำเช่นเดียวกับการวัดค่า pH ในน้ำ แต่ใช้ 1 M KCl แทนน้ำกลั่น)
2. การวัด pH ใน 0.01 M $CaCl_2$ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 2 ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมสารละลาย 0.01 M $CaCl_2$ 40 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้ง ในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงวัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH mete

ตาราง 59 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดด่างของดิน

ระดับ	ช่วง pH_{water} 1 : 1
กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	<3.5
กรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.4
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
ด่างอ่อน (slightly alkaline)	7.4-7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุของดิน

(Walkley Black modified acid-dichromate digestion, $FeSO_4$ titration method)

อุปกรณ์

1. ขวดชมพู (Erlemeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. Dispenser ขนาด 10 และ 20 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
5. เครื่องกวน (magnetic stirrer)

สารเคมี

1. สารละลายมาตฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N
2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
3. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) 0.5 N

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร (ปริมาณตัวอย่างดินอาจลดลงได้ตามความเหมาะสมถ้าดินนั้นมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง สังเกตได้จากสีของดิน ถ้าเป็นดินสีดำ หรือสีน้ำตาลเข้มต้องชั่งดินให้ลดลง แต่ถ้ากรณีเป็นดินทรายก็ต้องเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้นกว่าเดิม)
2. เติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser
3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวด ให้ชะล้างอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบา ๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที
4. ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง
5. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
6. หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟีแนนโทรลีน 5 หยด
7. ไดเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด end point สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง
8. ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 6

สูตรในการคำนวณ

%อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon, O.C.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$

%อินทรียวัตถุ (Organic Matter, O.M.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$

หรือ% O.M. = %O.C. x 1.724

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

ตาราง 60 ระดับอินทรียวัตถุ

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก	<0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	3.5-4.5
สูงมาก	>4.5

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน โดยวิธี Bray II

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. หลอดแก้ว (test tube)
4. กระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาด 11 เซนติเมตร

5. ปิเปต (pipette)

6. เครื่องทำสารละลายเจือจาง (Auto dilutor)

7. ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร และ1 ลิตร

8. บิกเกอร์ขนาด 2 ลิตร

9. สารเคมีชนิดต่าง ๆ

10. เครื่อง Spectrophotometer

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด Bray II (0.03 *N* NH_4F, 0.1 *N* HCl) (Bray, & Kurtz, 1945) ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (ammonium fluoride, NH_4F) 11.10 กรัมในน้ำกลั่น 8 ลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl) ลงไป 86 มิลลิลิตร แล้วปรับให้มีปริมาตร 10 ลิตรปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 1.5-1.6

2. Stock solution (Reagent A: Sulfuric-molybdate-tartrate solution) (Reid, & Copeland, 1969; Hue, & Evans, 1978) ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate, $[(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O]$) 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้ละลายละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท (antimony potassium tartrate, $KSbO.C_4H_4O_6$) 1.213 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร (ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นแต่ต้องไม่เกิน 60 °C) เมื่อละลายเข้ากันดีแล้วเทใส่ในบีกเกอร์ที่ใส่แอมโมเนียมโมลิบเดตคนให้เข้ากันอีกครั้งค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้นข้น (conc. H_2SO_4) 700 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นเทลงในขวด Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นเทเก็บไว้ในขวด polyethylene หรือขวด pyrex สีน้ำตาล และเก็บไว้ในที่มืด และเย็นน้ำยานี้ทิ้งไว้ได้นาน 6 เดือน

3. น้ำยา develop สี (Working solution, Reagent B) (The Auburn University modified Murphy, & Riley (1962; Watanabe, & Olsen, 1965; Mehlich, 1978) ละลาย ascorbic acid 1.76 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 1,600 มิลลิลิตรเติมสารละลายข้อ (2) ลงไป 40 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาตร 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ2 ชั่วโมงจึงนำมาใช้สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 มก./กก. Pละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4 ที่อบให้แห้งที่ 40°C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นพอสมควรปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก 1-2 หยดแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

5. นำสารละลายมาตรฐานข้อ (4) มาทำ standard set ให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม P ด้วยน้ำยาสกัด

วิธีการคำนวณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P) = $\frac{\text{B x DF (sample) x X มิลลิกรัม/กิโลกรัม}}{\text{A x DF (standard)}}$

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้เมื่อวัดค่าเทียบกับ standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (dilution factor)

ดังนั้นถ้าไม่มีการทำเจือจาง

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P) = $\frac{\text{B x X มิลลิกรัม/กิโลกรัม}}{\text{A}}$

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

(Available Potassium)

อุปกรณ์

1. ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มล.
2. ขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
3. ปิเปต (Pipette) ขนาด 1, 2, 5 และ10 มล.
4. กระดาษกรองเบอร์ 1
5. กรวยกรอง
6. Dispenser ขนาด 25 มล.
7. Flame Spectrophotometer
8. เครื่องชั่ง (Balance)
9. เครื่องเขย่า (Shaker)

สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรต (NH_4OAc) 1 M pH 7.0
2. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1,000 mg L^{-1}
3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L^{-1}

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรต (NH_4OAc) 1 M pH 7.0

ละลาย 1,140 มล. Glacial acetic acid (99.5%) ในน้ำกลั่นประมาณ 16 ลิตรเติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เข้มข้น 1,380 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นจนสารละลายทั้งหมดมีปริมาตรประมาณ 19 ลิตรผสมให้เข้ากันดีแล้วปรับ pH ของสารละลายด้วย NH_4OH หรือ Glacialacetic acid ให้ได้ pH เท่ากับ 7.0 จึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 20 ลิตร

2. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1,000 mg L^{-1}

ละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 1.9067 กรัม (ที่อบแห้ง) ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ8 mg L^{-1}

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1000 mg L^{-1}10 มล. ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 100 mg L^{-1} หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6, และ 8 มล. ใส่ในขวดปริมาตร และทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L^{-1}ตามลำดับ

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 2.5 กรัมใส่ในขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.

2. เติม 1 M NH_4OAc pH 7.0 25 มล. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที

3. กรองดิน และเก็บสารละลายที่กรองได้

4. วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame spectrophotometer โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

วิธีคำนวณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน, mg kg^{-1} = 10 K x df

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ, mg kg^{-1}

df = dilution factor

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน
Electrical Conductivity (EC)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. บีกเกอร์ขนาด 600 หรือ 1,000 มล.
3. Spatula
4. เครื่องอัดน้ำออกจากดิน (Baroid Press)
5. เครื่อง Electrical Conductivity meter
6. หลอดทดลองขนาด 40 มล.
7. กระบอกตวง 25 มล.
8. แท่งแก้วคนสาร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน 0.01 M KCl: ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 ^{0}C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 0.7456 กรัมในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรสารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 ^{o}C 1.412 dS/m

2. สารละลายมาตรฐาน 0.1 M KCl: ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 ^{o}C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 7.456 กรัมในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรสารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 ^{o}C 12.88 dS/m)

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated paste) แล้วสกัดสารละลายออกโดยใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศ

2. ทำให้อยู่ในรูปสารละลายโดยใช้ดินในอัตราส่วนดิน: น้ำตามที่ต้องการเช่น 1:5

วิธีทำ

1. การสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำใส่ดินในบีกเกอร์ปริมาณ 400 – 500 กรัมค่อย ๆ เทน้ำกลั่นลงไปในดิน และกวนจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะมีผิวมันสะท้อนแสง และเมื่อใช้ spatula ตักขึ้นมาแล้วเทกลับดินจะค่อย ๆ ไหลลงโดยไม่เหลือติด spatula (ในดินเหนียว) เมื่อทำการกวนจนดีแล้วทิ้งไว้ค้างคืนตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปอัดน้ำออกจากดินถ้าดินแห้งแข็งให้เติมน้ำลงไปอีกแล้วกวนให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่งถ้ามีน้ำอยู่บนหน้าดินให้เติมดินเพิ่มกวนจนแน่ใจว่าดินอิ่มตัวด้วยน้ำพอดีนำไปสกัดด้วยเครื่องอัดน้ำออกจากดินแล้วจึงนำสารละลายที่ได้มาวัดหาค่า EC_e ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่

(cell constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m^{-1} หรือ 12.88 dS m^{-1}

2. การสกัดในอัตราส่วนดิน: น้ำ = 1: 5 ชั่งดิน 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 40 มล. ใส่น้ำ 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ นาน ½ ชั่วโมงหลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ ½ ชั่วโมงแล้วจึงนำไปอ่านค่า EC โดยเครื่อง Electrical Conductivity meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่ (cell constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m^{-1} หรือ 12.88 dS m^{-1}

3. การคำนวณ

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงขึ้นประมาณ 2% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C เครื่องมือวัดที่ไม่สามารถคำนวณแปลงค่าที่วัดได้เป็นค่าที่อุณหภูมิควรวัดอุณหภูมิสารละลายแล้วคำนวณเป็นค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C ตามสมการ

$$EC_{25} = EC_t/[1 + 0.02 (t - 25)]$$

เมื่อ EC_{25} = ค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C

EC_t = ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้ที่อุณหภูมิ t °C

t = อุณหภูมิ (°C)

ตาราง 61 ค่า EC ดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ 25°C

dSm^{-1}	**ระดับความเค็ม**	**ความสัมพันธ์กับพืช**
0-2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
2-4	เค็มน้อยมาก	อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของพืชที่ sensitive ต่อความเค็ม
4-8	เค็มปานกลาง	เป็นอุปสรรคต่อพืชหลายชนิด
8-16	เค็มจัด	เป็นอุปสรรคต่อพืชส่วนมากเฉพาะพืชทนเค็มที่เติบโตได้
>16	เค็มจัดมาก	เป็นอันตรายต่อพืชทุกชนิดยกเว้นพืชบางชนิดเช่นหญ้าทนเค็มเป็นต้น

ที่มา: Beck, 1999; Bower, & Wilcox, 1965; Jackson, 1958

ตาราง 62 การแปลผลค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ได้จากการวัดด้วยอัตราส่วน 1:5ตามประเภทของเนื้อดิน ณ อุณหภูมิอ้างอิง 25°C

ระดับความเค็ม	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ที่เนื้อดินต่าง ๆ				
	ทราย/ร่วนปนทราย	ร่วน	ร่วนปนเหนียว	ค่อนข้างเหนียว	เหนียวจัด
ไม่เค็ม	<0.15	<0.17	<0.25	<0.30	<0.40
เค็มน้อยมาก	0.16-0.30	0.18-0.35	0.26-0.45	0.31-0.60	0.41-0.80
เค็มปานกลาง	0.31-0.60	0.36-0.75	0.46-0.90	0.61-1.15	0.81-1.60
เค็มจัด	0.61-1.20	0.76-1.50	0.91-1.75	1.16-2.30	1.61-3.20
เค็มจัดมาก	>1.20	>1.50	>1.75	>2.30	>3.20

การวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี
โดยใช้ DTPA เป็นตัวสกัด

อุปกรณ์

1. Atomic absorption spectrophotometer
2. ขวดflask ขนาด 125 มล.
3. ตะแกรงขนาด 2 มล.
4. พาราฟิล์ม
5. กระดาษกรองเบอร์ 42

สารเคมี

1. Diethylene triamine pents acetic acid (DTPA) 0.005 M
2. Triethanolamine (TEA) 0.1 M
3. $Cacl_2$. H_2O . 0.01 M

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

ละลาย DTPA 19.67 กรัม, TEA 149.2 กรัม และ $CaCl_2.H_2O$ 14.7 กรัม ในน้ำกลั่น 200 ml เมื่อสารละลายหมดแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนได้ปริมาตร 9 ลิตร ปรับ pH ของสารละลายจนได้ 7.30±0.05 ด้วย 1:1 N HCL แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 10 ลิตร สารละลายนี้เก็บไว้ใช้ได้นาน

วิธีทำ

1. ชั่งดินแห้ง ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 2 มม. 10 กรัม ใส่ใน flask 125 มล.
2. เติมน้ำยา DTPA 20 มล. ปิดปากขวดด้วยพาราฟิล์ม เขย่าด้วยเครื่องความเร็ว120 cpm นาน 2 ชั่วโมง
3. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42
4. วิเคราะห์ปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

วิธีคำนวณ

$$\text{ppm of nutrients} = \text{ppm from curve} \times \frac{\text{extracted volume}}{\text{wt. of soil}} \times \text{dil.factor (df)}$$

df = dilution factor

วิเคราะห์หาปริมาณ Methyl eugenol และ eugenol โดยใช้ HPLC

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

- ชั่งสารสกัดปริมาตร 10 mg. ละลายสารสกัดด้วยMEOH HPLC Grade 1 ml.กรองสารสกัดผ่าน filter 0.2 µm

วิธีวิเคราะห์ด้วย HPLC Isocratic

- Mobile phase (HPLC Grade): Acetonitrile: Methanol: DI water (45:10:45)
- Column C_{18} (150 mm*4.6 mm, 5 µm)
- Flow rate: 1.0 ml/min
- Column Temp: 30 °C
- Detection wavelength: 221 nm.
- Run time: 10 min

ภาพ 30 การสกัดสารสกัดหยาบจากใบกะเพรา แมงลัก และโหระพา

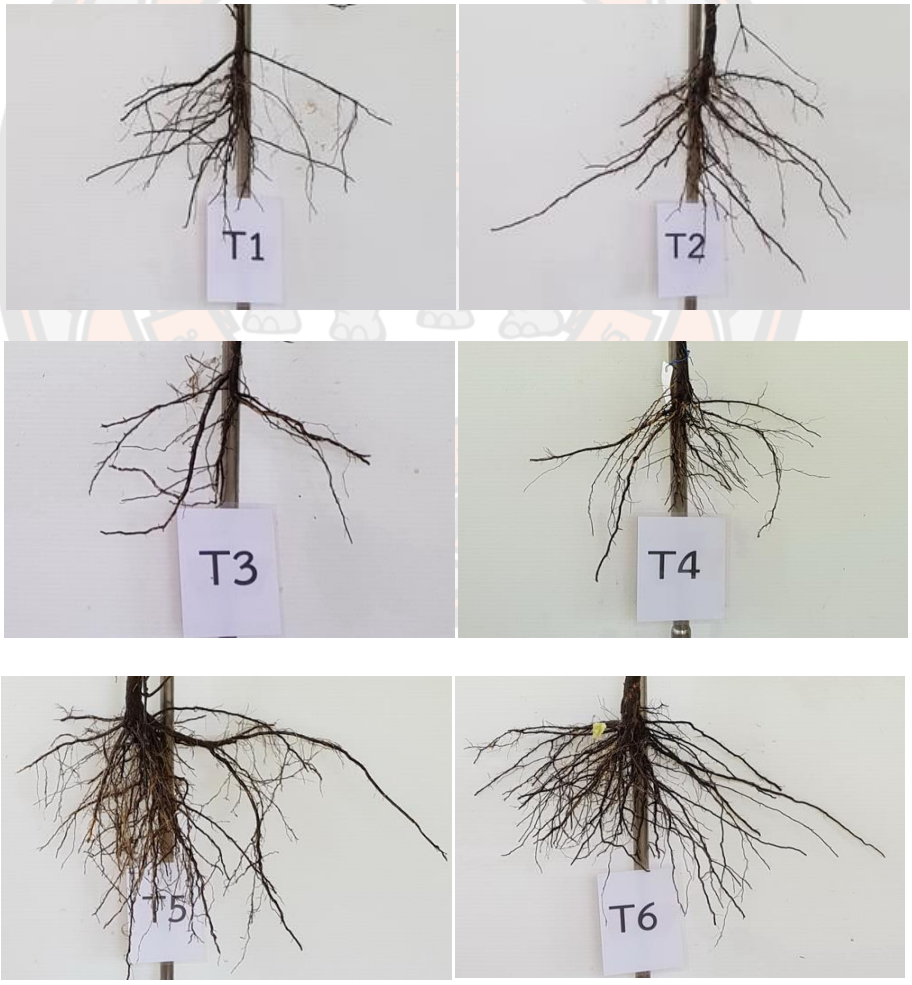
ภาพ 31 สารสกัดหยาบจากใบกะเพรา แมงลัก และโหระพา

ภาคผนวก ข การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (กะเพรา)

ภาพ 32 แปลงวิจัยกะเพรา

ภาพ 33 แปลงวิจัยกะเพรา (1)

ภาพ 34 แปลงวิจัยกะเพรา (2)



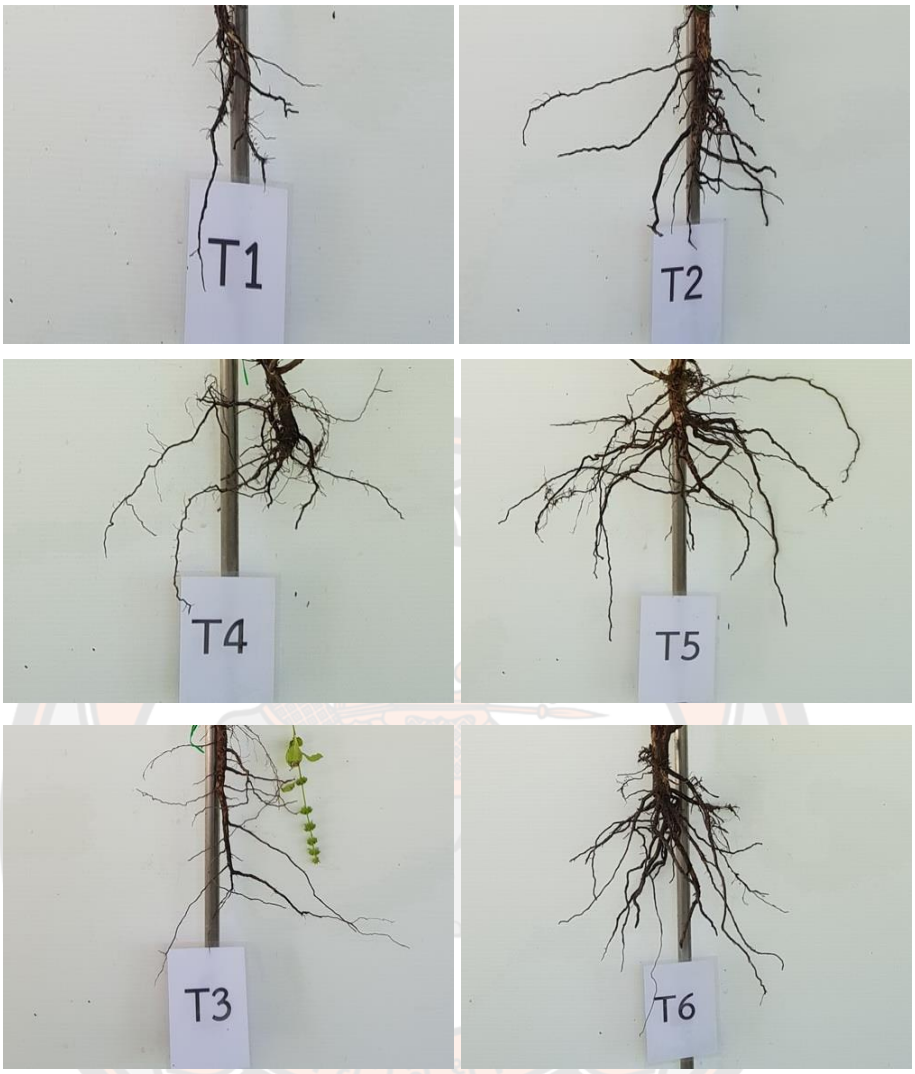
ภาพ 35 การวัดความยาวระบบรากกะเพรา

ภาพ 36 การวัดความยาว และความกว้างใบกะเพรา

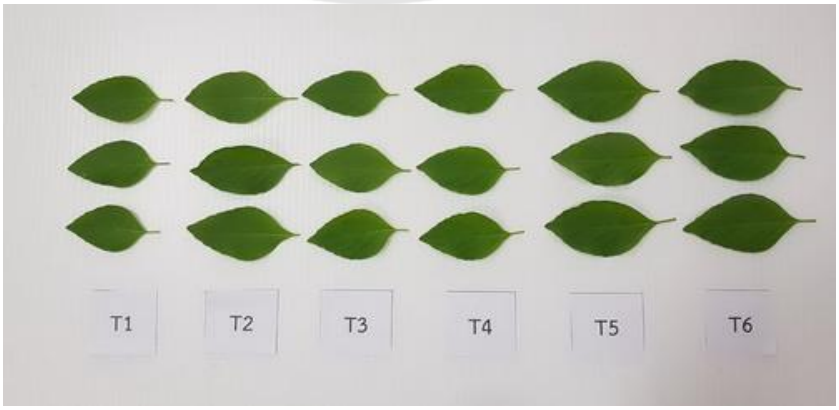
ภาคผนวก ค การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (แมงลัก)

ภาพ 37 แปลงวิจัยแมงลัก (1)

ภาพ 38 แปลงวิจัยแมงลัก (2)



ภาพ 39 การวัดความยาวระบบรากแมงลัก

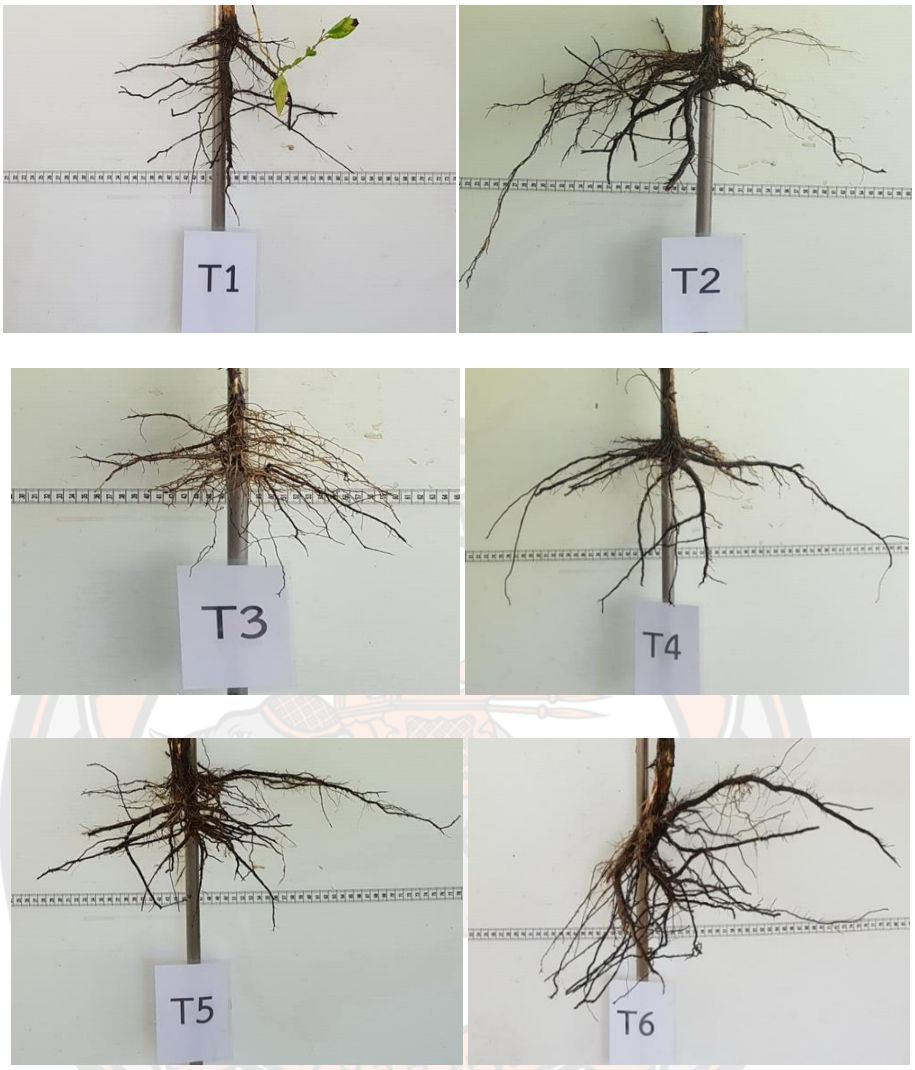


ภาพ 40 การวัดความยาว และความกว้างใบแมงลัก

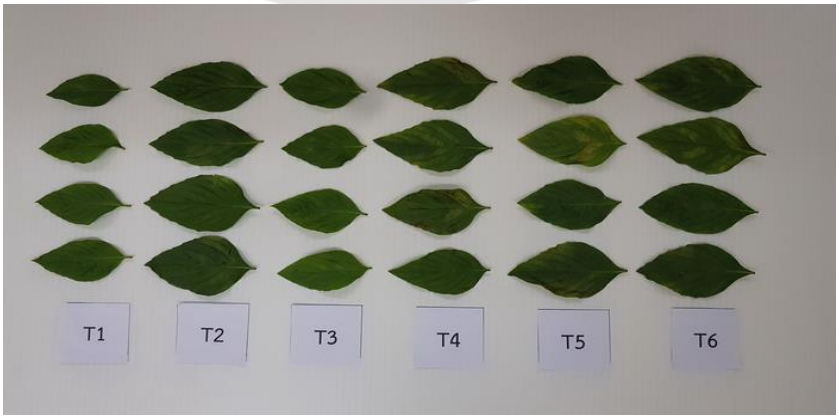
ภาคผนวก ง การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารสำคัญของพืชเครื่องเทศสกุลกะเพรา *Ocimum* spp. (โหระพา)

ภาพ 41 แปลงวิจัยโหระพา (1)

ภาพ 42 แปลงวิจัยโหระพา (2)



ภาพ 43 การวัดความยาวระบบรากโหระพา



ภาพ 44 การวัดความยาว และความกว้างใบโหระพา

ภาพ 45 ตู้อบลมร้อน

ภาพ 46 เครื่องบดละเอียด

ภาพ 47 RHS Colour Chart แถบวัดสีของใบไม้