การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อการผลิตมะม่วงส่งออก

ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
กรกฎาคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อการผลิตมะม่วงส่งออก"
ของ นายณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ ธีระพงษ์ธนากร)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
(อาจารย์ ดร.อนุพงศ์ วงค์ตามี)

อนุมัติ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล มุณีสว่าง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
22 ก.ค. 2553

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำทางวิชาการและอำนวยความสะดวกในเรื่องของอุปกรณ์และการวิเคราะห์ต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตนครสวรรค์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในเรื่องของอุปกรณ์การทดลองต่างๆ จนทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์จนสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ได้อย่างสมบูรณ์

เหนือสิ่งอื่นใดข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจและให้ การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ โดยเฉพาะในด้านการจัดการธาตุอาหารพืชให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของมะม่วงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและได้มาตรฐานการส่งออก ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ทั้งที่เอ่ยนามและไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อการผลิตมะม่วงส่งออก
ผู้วิจัย	ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ ปร.ด. สาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม การพัฒนาปุ๋ย ปุ๋ย HO มะม่วง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม เพื่อการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาคุณภาพมะม่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง เป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยปรับปรุงนิเวศในแปลงปลูกและส่งเสริมการผลิตมะม่วงให้มีความยั่งยืน วางแผนการทดลอง RCBD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ รวม 20 ซ้ำ (ต้น) โดยใช้แปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุต้น 10 ปี ระยะปลูก 8x8 เมตร กรรมวิธีประกอบด้วย T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, T2 ใส่ปุ๋ย HOR1, T3 ใส่ปุ๋ย HOR2 และ T4 ใส่ปุ๋ย HOR3 การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 3 ครั้งดังนี้ ครั้งที่1 ใส่ปุ๋ย HOV=2 กก./ต้น ใส่เหมือนกันทุกกรรมวิธีภายหลังการตัดแต่งกิ่งแล้ว ครั้งที่2 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีอัตรา 2 กก./ต้น เมื่อมะม่วงเป็นใบเพสลาด ครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีอัตรา 1 กก./ต้น เมื่อมะม่วงออกดอกและติดผลเล็กแล้ว ทำการทดลองระหว่าง พฤษภาคม 2560-พฤษภาคม 2561 ณ บ้านม่วงหอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปุ๋ยทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง วิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืชและวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช บันทึกการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเป็นต้น

ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปุ๋ยพบว่า ปุ๋ยที่มีธาตุ N, P และ K สูงสุด ได้แก่ T1 ปุ๋ยเคมี (15-15-15) เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) แล้วพบว่าธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุดใน HOR3 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดินพบว่าดินที่มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุดได้แก่ T4 (HOR3) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ใบพืชพบว่าธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมรวม

สูงสุดได้แก่ T4(HOR3) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช พบว่า กรรมวิธีที่มีคลอโรฟิลล์ สูงสุดได้แก่ T4(HOR3) และกรรมวิธีที่มีวัตถุแห้งในใบพืชสูงสุดได้แก่ T4(HOR3)

ผลการศึกษาการเจริญเติบโต พบว่า กรรมวิธีที่มีอัตราการเพิ่มขนาดทรงพุ่ม ขนาดลำต้น (เส้นรอบวง) สูงสุดได้แก่ T4(HOR3) แต่จำนวนการแตกกิ่งใหม่สูงสุดใน T2(HOR1)

ผลการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่า กรรมวิธีที่มี จำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนผลต่อต้น ผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ส่งขายต่อต้น สูงสุดในT4(HOR3) และพบว่าจำนวนผลเสียต่อต้นสูงสุดใน T1(15-15-15)

ในด้านคุณภาพผลผลิตพบว่า ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย ความยาวผลเฉลี่ย น้ำหนักผลเฉลี่ย น้ำหนักผลผลิตที่สามารถส่งขายได้/ไร่ สูงสุดใน T4(HOR3,12.90 ตัน/ไร่) และพบว่าความหวานสูงสุดใน T4(HOR3, 21.5 %brix) เช่นเดียวกัน จึงทำให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุดใน T4(HOR3, 307,207) บาทต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ จึงสรุปได้ว่า ปุ๋ย T4(HOR3) สามารถช่วยเพิ่มผลผลิต และคุณภาพมะม่วงเพื่อการส่งออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ปริมาณผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้นเหนือปุ๋ยเคมี 52.2% ได้ผลผลิตส่งออกต่อต้นเหนือปุ๋ยเคมี 79.7% และพบว่าจำนวนผลเสีย (ผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์) ลดลงกว่าปุ๋ยเคมี 43.6% ความยาวผลเพิ่มขึ้น 13.0% ความกว้าง (เส้นผ่าศูนย์กลาง) เพิ่มขึ้น 10.1% เหนือปุ๋ยเคมี ความหวานเพิ่มขึ้น 17.8% เหนือปุ๋ยเคมี และพบว่ากลุ่มที่เป็นปุ๋ย HO(T2-T4) สามารถปรับปรุงบำรุงดินได้ดีอีกด้วย

Title	DEVELOPMENT OF CHEMICAL AND GRANULAR ORGANIC FERTILIZER WITH HORMONE MIXED FORMULA (HO) FOR EXPORT MANGO PRODUCTION
Author	Natthapong Pechampai
Advisor	Associate Professor Pumisak Intanon, Ph.D.
Academic Paper	Thesis Ph.D. in Agricultural Science, Naresuau University, 2019
Keywords	Granular organic fertilizer with hormone mixed formula, Fertilizer development, HO fertilizer, Mango

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop granular organic fertilizer with hormone mixed formula (HO) to efficiently increase mango production and effectively improve the quality of mango fruits. This may help farmers reduce the amount of chemical fertilizer used, which will decrease the cost of mango production, and also the adverse environmental impact caused by chemical fertilizers. The utilization of HO to nourish the trees will also improve crop ecology and promote sustainable crop production. In the present study, 5 experimental models were arranged in RCBD with 4 replicates and 20 mango trees in total. The experiments were performed in the farmers' plots of 10-year-old golden Barracuda mango trees, that have already produced fruits. The plot size was 8 x 8 meters. For each experimental model, the fertilizers were administered as follows: no fertilizer was added to the plants in T0(control), 15-15-15 chemical fertilizer was used in T1, HOR1 was applied in T2, HOR2 was utilized in T3 and HOR3 was provided in T4. The mango trees were fertilized 3 times. First, 2 kg of HOV was applied to each mango tree in all experimental models after the trees were pruned. Second, 2 kg of fertilizer, specific for each experimental model, was provided to each tree when leaves reached semi-maturity. Third, 1 kg of fertilizer, specific for each experimental model, was added to each mango tree after the trees blossomed and produced small mango fruits. The experiments were conducted between May 2017 – May 2018 at Banmuanghom, Banklang Sub-district, Wangtong District, Phitsanulok

Province. The chemical properties of fertilizers and soil (before and after experiments) were analyzed. In addition, analysis of the nutrients in the leaves was performed and the amount of chlorophyll in plant leaves was measured. The growth rate, yield and yield component data were also collected.

Analysis of fertilizers indicated that chemical fertilizer (15-15-15) contained highest levels of N, P, and K. Among HOs, HOR3 had the greatest total amount of major nutrients, secondary nutrients, and micronutrients. Soil and leaf analyses revealed that the highest total amount of major nutrients, secondary nutrients, and micronutrients were found in the T4(HOR3) experimental model. Further analysis of plant leaves revealed that the amount of chlorophyll and percentage of dry matter was highest in leaves from the T4(HOR3) model as well.

Vegetative growth analysis showed the highest canopy and trunk girth (circum ference) growth rates in the T4(HOR3) model. However, the greatest number of new branches was found in the T2(HOR1) model.

The study of yield and yield components demonstrated that the mango trees from the T4(HOR3) model had the highest number of inflorescences, fruits per tree, and fruits that met the export quality requirement. In addition, the trees from the T1(15-15-15) model bore the greatest number of rotting fruits(products that failed to meet the marketing standards) per plant.

For mango fruit yield quality, the mango trees from the T4(HOR3) model produced fruits with the greatest average fruit width, length, and weight, as well as the highest mango yield (by weight) that could be sold per rai (12.90 ton/rai). Additionally, we found that the sweetness in mangoes was also highest in T4(HOR3, 21.5% brix). These factors resulted in the highest profits in the T4 model (HOR3, 307,207 baht/rai) which was significantly different from other experimental models. Altogether, our data showed that T4(HOR3) fertilizer efficiently increased the yield and quality of mangoes for exportation. Specifically, the mango yield and the yield qualified for export per tree, was increased by 52.2% and 79.7%, compared to the trees applied with chemical fertilizer, respectively. We also found that the number of rotten fruits (products that failed to meet

the marketing standards) were decreased by 43.5% whereas the fruit length, fruit width (diameter) and sweetness in fruits were increased by 13.0%, 10.1%, and 17.8% compared to the trees applied with chemical fertilizer, respectively. Our data also showed that HOs (T2-T4) can replenish soil nutrients proficiently.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	สมมุติฐานของการวิจัย	4
	กรอบแนวคิดการวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	7
	ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)	7
	ดินและประวัติการใช้ที่ดินในแปลงทดลอง	8
	มะม่วงน้ำดอกไม้	9
	ลักษณะประจำพันธุ์	9
	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	11
	การผสมเกสร	12
	ลักษณะของผลและการติดผล	12
	การเตรียมต้นพันธุ์	13
	วิธีการปลูก	13
	การชักนำออกดอกนอกฤดู	14
	การให้น้ำ	14
	การห่อผล	14
	การเก็บผลผลิต	14
	สรรพคุณของมะม่วง	14
	การวิเคราะห์ดินเพื่อให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ย	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	สมบัติทางเคมีบางประการของดิน	15
	เนื้อดิน (Soil texture)	18
	การใส่ปุ๋ย	19
	ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ย	20
	ธาตุอาหารพืช	21
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3	วิธีดำเนินการวิจัย	33
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	34
	การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ	40
4	ผลการทดลอง	42
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง	42
	ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง	43
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง	44
	ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช	45
	ผลการวิเคราะห์สรีรวิทยาของใบพืช	45
	ผลการบันทึกการเจริญเติบโต	46
	ผลการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต	50
	การบันทึกต้นทุนการผลิต	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	บทสรุป	54
	อภิปรายผลการวิจัย	54
	สรุปผลการวิจัย	59
	ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม		61
ภาคผนวก		66
ประวัติผู้วิจัย		87

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกับปุ๋ยเคมีทั่วไป..... 8
2 ระดับของปริมาณไนโตรเจนในดิน..... 16
3 ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน..... 17
4 ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน..... 17
5 ระดับความเป็นกรด–ด่าง ของดิน..... 18
6 ปริมาณปูนที่ใช้ปรับความเป็นกรด–ด่างของดิน (กิโลกรัมต่อไร่) 19
7 ราคาปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ณ ระดับราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งกรุงเทพฯ และ ราคาขายปลีกท้องถิ่นรายเดือน ปี 2559 – 2563 หน่วย : บาท/ตัน..... 20
8 วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 34
9 การใส่ปุ๋ยในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตตามแผนการทดลอง..... 36
10 แผนการดำเนินงาน..... 41
11 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง..... 43
12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง..... 44
13 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืชก่อนและหลังการทดลอง..... 45
14 ผลการวิเคราะห์สรีรวิทยาของใบพืช..... 46
15 ขนาดของทรงพุ่ม..... 46
16 ขนาดเส้นรอบลำต้น..... 47
17 จำนวนการแตกกิ่งใหม่..... 48
18 ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตข้อมูลแสดงอัตราการเพิ่มขนาดทรงพุ่ม อัตราการเพิ่มเส้นรอบลำต้น และจำนวนการแตกกิ่งใหม่..... 49
19 ปริมาณผลผลิต..... 50
20 องค์ประกอบผลผลิต..... 51
21 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต..... 51
22 ต้นทุนการผลิตและผลกำไร..... 52
23 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนสุทธิ..... 53
24 ขนาดตำหนิของมะม่วงคุณภาพชั้นหนึ่ง..... 70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

25 ขนาดตำหนิของมะม่วงคุณภาพชั้นสอง..... 71

26 ขนาดของมะม่วง..... 71

27 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านขนาดระหว่างชั้น..... 72

28 วิธีวิเคราะห์คุณภาพมะม่วง..... 75

29 วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดินและปุ๋ย..... 77

30 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสรีรวิทยาและธาตุอาหารในใบพืช..... 78

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

27 การเก็บข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต..... 86
28 การเก็บผลผลิตของเกษตรกร..... 86

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 เปรียบเทียบกรอบแนวคิดในการวิจัยระหว่างปุ๋ย HO และปุ๋ยเคมี..... 5
2 ลักษณะส่วนประกอบของปุ๋ย HO..... 6
3 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 7
4 แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 33
5 การปั้นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม..... 35
6 สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองระหว่างเดือน พ.ค. 2560-พ.ค. 2561..... 42
7 ขนาดของทรงพุ่ม..... 47
8 ขนาดเส้นรอบลำต้น..... 48
9 จำนวนการแตกกิ่งใหม่..... 49
10 ตัวอย่างตารางใช้บันทึกข้อมูล..... 79
11 Atomic absorption spectrophotometer..... 79
12 uv-vis spectrophotometer..... 80
13 pH meter..... 80
14 EC meter..... 81
15 Chlorophyll meter..... 81
16 ตลับเมตร..... 82
17 สายวัด..... 82
18 เวอร์เนียคาลิปเปอร์..... 82
19 ตราชั่งน้ำหนัก..... 83
20 Refractometer..... 83
21 แปลงทดลอง..... 84
22 การเก็บตัวอย่างดิน..... 84
23 กระบวนการผลิตปุ๋ย HO..... 84
24 การวิเคราะห์ ดิน ปุ๋ย พืช ด้วยเครื่อง AAS..... 85
25 การใส่ปุ๋ย..... 85
26 การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต..... 85

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง มีแหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครราชสีมา และลพบุรี โดยเฉพาะอำเภอวังทอง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีกลุ่มผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นอย่างเป็นระบบ ทำให้มีชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วจังหวัดอยู่ในขณะนี้ ยังทำรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นมูลค่า 20,220 บาทต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) นอกจากนี้ อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ก็มีการปลูกมะม่วงจำนวนมากเพื่อการส่งออก อำเภอกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และบางอำเภอของจังหวัดลพบุรีก็มีการปลูกมะม่วงส่งออกเป็นอาชีพหลักนำรายได้เข้าสู่ประเทศจำนวนมากมีขายตลอดทั้งปีและส่งออกในรูปมะม่วงสด และผลไม้แปรรูปพร้อมรับประทานสด (มะม่วงสุกสับเป็นชิ้นเพื่อทานสดหรือใช้ผสมในไอศครีมและใช้ทำสลัดผลไม้เป็นต้น) ทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

ในประเทศไทยนั้น มะม่วง จัดได้ว่าเป็น ผลไม้เศรษฐกิจ ที่นิยมบริโภคกันทุกคน โดยเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเป็นอาชีพหลัก ได้มีการรวมกลุ่มกัน เช่น มีการรวมกลุ่มผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองส่งออกไปต่างประเทศอย่างเป็นระบบ มีชื่อเสียงโด่งดังไปทั่ว โดยมูลค่าส่งออกมะม่วงในตลาดโลก พบว่าในปี พ.ศ. 2557 มีมูลค่าส่งออกมะม่วงในตลาดโลก อยู่ที่ 170,460.64 ล้านบาท โดยไทยมีส่วนแบ่งทางการตลาดอยู่อันดับที่ 9 จะเห็นได้ว่าไทยมีส่วนแบ่งทางการตลาดเพียง 1.55% เท่านั้น ถือว่ายังสามารถขยายตลาดสู่ต่างประเทศได้อีกมาก ไทยมีพื้นที่ปลูกมะม่วงทั่วประเทศ อยู่ 2,131,590 ไร่ มีผลผลิต 3,308,230 ตัน โดยแหล่งเพาะปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ พิษณุโลก, เลย, เชียงใหม่, นครราชสีมา และประจวบคีรีขันธ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) มีการส่งออกไปขายยังต่างแดน โดยในปี พ.ศ. 2557 มีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 3,242 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2558 มีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 3,150 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 3,200 ล้านบาท โดยไทยมีคู่ค้าที่สำคัญคือ มะม่วงสด ได้แก่ประเทศ เกาหลีใต้ เวียดนาม ญี่ปุ่น มะม่วงบรรจุภาชนะอัดลม ได้แก่ประเทศ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย มะม่วงอบแห้ง ได้แก่ประเทศ สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ เยอรมนี มะม่วงแช่แข็ง ได้แก่ประเทศ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ เนเธอร์แลนด์ และคู่แข่งที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์ อินเดีย

จังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งผลิตมะม่วงที่ใหญ่ที่สุดของภาคเหนือและเป็นหนึ่งในทำเลทองของการปลูกมะม่วงส่งออกที่สร้างรายได้เข้าสู่ประเทศ พื้นที่อำเภอวังทองก็เป็นแหล่งปลูกมะม่วง ที่สำคัญของจังหวัด ปัจจุบันกลุ่มผู้ปลูกมะม่วงของจังหวัดพิษณุโลกจำนวนมากได้ร่วมมือร่วมใจ ภายใต้ชื่อ "กลุ่มวิสาหกิจชุมชน" เพื่อพัฒนาการผลิตและการส่งออกมะม่วง ทุกวันนี้พวกเขาเชื่อมโยงเครือข่ายทางธุรกิจกับบริษัทผู้รับซื้อโดยตรง ทำให้สามารถกำหนดราคาซื้อขายได้อย่างยุติธรรม เป็นที่พึงพอใจของทุกฝ่าย (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2, 2559) โดยมีการรวมกลุ่มผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก ซึ่งในปี พ.ศ. 2560 นั้น จังหวัดพิษณุโลกมีการปลูกมะม่วงอยู่ที่ 120,000 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 120,000 ตัน มีมูลค่านำเงินเข้าจังหวัดเฉลี่ย 5,000-6,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ซึ่งในทุกพื้นที่ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นนั้น มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีจำนวนมากทั้ง 2 ขั้นตอนของการผลิตมะม่วง คือ ช่วงแรกเป็นปุ๋ยเคมีและสารเคมีภายหลังการตัดแต่งกิ่งเพื่อเร่งการแตกกิ่งก้านและแตกยอดใหม่ ช่วงที่ 2 เป็นปุ๋ยเคมีและสารเคมีเพื่อเร่งการออกดอก ติดผลและขยายผล เป็นต้น จึงทำให้ดินปลูกที่ใช้ปุ๋ยเคมีมาเป็นเวลานานเสื่อมสภาพมีความเป็นกรดสูง ดินแน่น ขาดจุลินทรีย์และอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารขาดความสมดุลเนื่องจากมีการผลิตอย่างต่อเนื่องพืชอ่อนแอทำให้โรคและแมลงระบาดได้ง่ายมากขึ้นเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก (ประมาณ 90% ของผู้ส่งออกทั้งหมด) เพื่อการผลิตมะม่วงในฤดูกาลและการผลิตมะม่วงนอกฤดู โดยเฉพาะสูตร 46-0-0, 21-0-0, 15-15-15,13-13-21 เป็นต้น และใส่มากขึ้นตามอายุของต้นมะม่วงจึงทำให้เกษตรกรมีต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีและสารเคมีสูงมากในการปลูกมะม่วง นอกจากนั้นทำให้ดินเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ระบบการผลิตไม่ยั่งยืน ซึ่งในขั้นตอนการผลิตมะม่วง เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมาก เพื่อการผลิตมะม่วง ทั้งในฤดูกาล และนอกฤดูกาล โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เพื่อเติมปริมาณธาตุอาหารให้กับดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเติมธาตุฟอสฟอรัสนั้นเพื่อช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง สร้างแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด เสริมสร้างส่วนที่เป็นดอก การผสมเกสร ตลอดจนการติดเมล็ดและออกผล แต่ในการใส่ธาตุฟอสฟอรัสมากเกินจำเป็นทำให้ฟอสฟอรัสไปจับกับจุลธาตุในดินที่อยู่ในรูปพืชดูดซึมไปใช้ไม่ได้ และธาตุโฟแทสเซียมที่ใส่มากเกินไปโดยไม่คำนึงถึงดินเดิมมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารเท่าใด จะไปขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมและแมกนีเซียมในพืชได้ ซึ่งในการใช้ปุ๋ยโดยไม่พิจารณาสมดุลของธาตุอาหารนั้นอาจทำให้พืชดูดใช้โฟแทสเซียมได้ลดลง (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558) ธาตุโพแทสเซียม ที่มีส่วนช่วยสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืชจากใบไปสู่ผลทำให้ผลเติบโตเร็วและคุณภาพดี (คงเอก ศิริงาม, 2557) จึงทำให้มีการใช้ปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิต ทำให้

เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีและสารเคมีสูงมากในการปลูกมะม่วง และทำให้ดินเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ระบบการผลิตไม่ยั่งยืน ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการพัฒนาปุ๋ยประสิทธิภาพสูงชนิดใหม่ขึ้นมาเรียกว่า "ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมหรือ (HO)" ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ให้ผลผลิตสูง รักษาสิ่งแวดล้อม ช่วยปรับปรุงดินไปพร้อมๆ กับการใส่ปุ๋ย ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม สูตรสำหรับมะม่วง เพื่อส่งเสริมการผลิตมะม่วงให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพดี ลดละเลิกการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีให้น้อยลง ส่งเสริมระบบการผลิตให้มีความยั่งยืน

จากการวิจัยที่ผ่านมาการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าสามารถทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นกว่าปุ๋ยเคมีและช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตให้ดีขึ้น (สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556) ทำให้ยางพาราเจริญเติบโตสูงกว่าปุ๋ยเคมี (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และชวลิต รักษาริกรณ์, 2555) อย่างไรก็ตามการวิจัยการใช้ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและพัฒนาคุณภาพมะม่วงให้สามารถผ่านมาตรฐานการส่งออก ยังไม่มีการวิจัยในประเด็นนี้ ดังนั้น การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเพื่อการผลิตมะม่วงส่งออกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยการพัฒนาสูตรที่มีประสิทธิภาพขึ้นมา 3 สูตร แล้วจึงนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้เพื่อศึกษาประสิทธิผลทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต คุณภาพผลผลิตและผลที่มีต่อการปรับปรุงบำรุงดินในทรงพุ่ม เป็นต้น ทั้งนี้เพราะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) มีคุณสมบัติเด่นในด้านให้ธาตุอาหารพืชครบถ้วนทั้ง 16 ชนิดในเม็ดเดียวกันและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคและแมลงในต้นพืช ดินได้รับการปรับปรุงทางด้านกายภาพ-เคมี-ชีวภาพไปพร้อมๆ กับการใส่ปุ๋ย (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และชวลิต รักษาริกรณ์, 2556; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสูตรเพื่อการผลิตมะม่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเพิ่มผลผลิตและพัฒนาคุณภาพมะม่วงให้ผ่านมาตรฐานการส่งออกได้มากขึ้น
3. เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง เป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบทางดิน
4. ช่วยปรับคุณสมบัติของดินในแปลงปลูกให้ดีขึ้นทำให้การผลิตมะม่วงมีความยั่งยืน

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการทดลองแบบปฏิบัติการ (Action Research) เปรียบเทียบประสิทธิผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ในแปลงปลูกมะม่วง (พันธุ์น้ำดอกไม้) อายุต้น 10 ปี ในพื้นที่ของเกษตรกร บ้านม่วงหอม ต.บ้านกลาง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก ระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2560 ถึง

เดือนพฤษภาคม 2561 โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโต (Vegetative Phase) ลักษณะทางสรีระวิทยา (Physiology) ผลผลิตและคุณภาพผลผลิต(Yield and Yield qualities) โดยใช้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ซึ่งเป็นที่นิยมในการส่งออกเป็นพืชทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้น ตามที่หน่วยงานภาครัฐได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทำเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนและคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงตามรอยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวราชกาลที่ 9 โดยในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนา ปุ๋ยสูตรนวัตกรรมใหม่ ในการช่วยให้เกษตรกรชาวสวนมะม่วง ได้ใช้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อการเจริญเติญโตและเพิ่มผลผลิตให้กับมะม่วงเพื่อการส่งออก โดยช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง เป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

สมมุติฐานของการวิจัย

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมีและทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

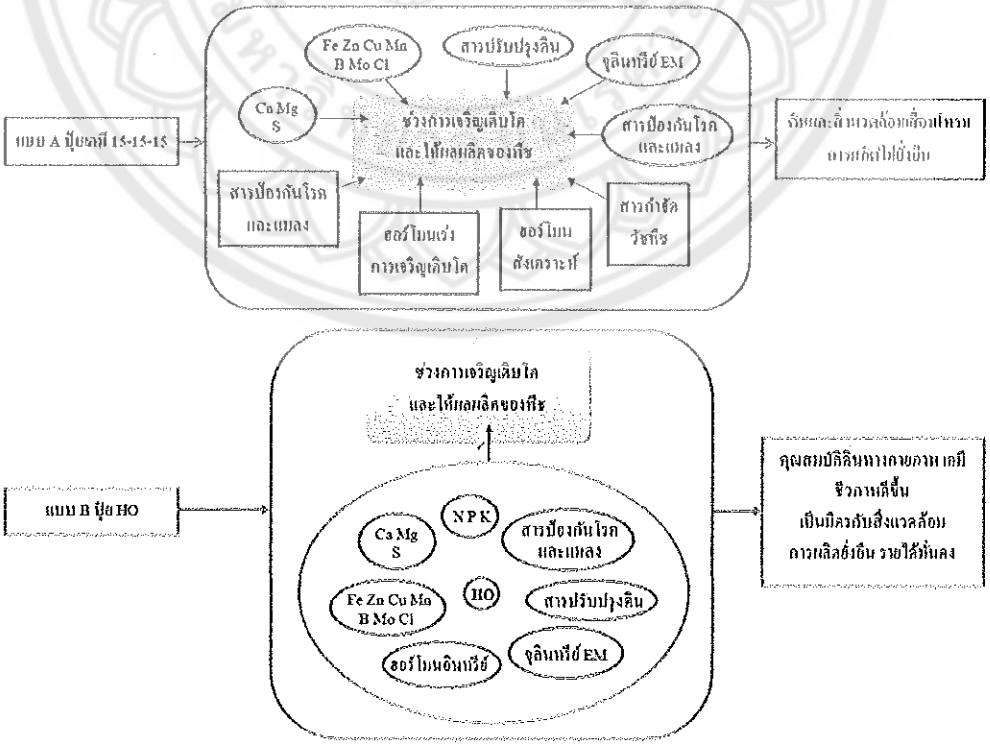
มะม่วง ชื่อสามัญ Mango ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mangifera indica L.* อยู่ในวงศ์มะม่วง (anacardiaceae) จัดเป็นไม้ยืนต้นที่มีต้นกำเนิดในประเทศอินเดีย ในประเทศไทยนั้นมะม่วงจัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจส่งออกเป็นอันดับ 3 ของโลกและมีความหลากหลายสายพันธุ์มาก โดยสายพันธุ์ที่แพร่หลายมากที่สุด คือพันธุ์เขียวเสวย แรด น้ำดอกไม้ อกร่อง ฟ้าลั่น โชคอนันต์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละสายพันธุ์นั้นก็จะมีรสชาติและลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยผลของมะม่วงสามารถนำมารับประทานเป็นผลไม้สดทั้งดิบและสุกหรือนำไปทำเป็นผลไม้แปรรูป เช่น มะม่วงกวน มะม่วงแก้ว มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงน้ำปลาหวาน ข้าวเหนียวมะม่วง พายมะม่วง ส่วนยอดอ่อนหรือผลอ่อนก็สามารถนำมาประกอบอาหารแทนผักได้

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและทดสอบพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) นวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ย ที่นำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นทั้ง 16 ชนิด มาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) หลายชนิดผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์เข้มข้นผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคพืชและสารอินทรีย์ป้องกันโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารทำให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้าและพัฒนาสูตรปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีประสิทธิภาพ 3 สูตร นำมาใช้ทดสอบกับมะม่วง เพื่อศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของมะม่วงเพื่อการส่งออกที่เพิ่มขึ้น

การเปรียบเทียบจากแนวคิด วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกมะม่วงแบบทั่วไปที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ(แบบโมเดล A) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ ปุ๋ย HO (แบบโมเดล B) จะลดต้นทุนด้านการจัดการลงได้ ปุ๋ย HO ที่พัฒนาขึ้นน่าจะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าทั้งด้านผลผลิตและคุณภาพ (ภาพ 1)

วิธีการแบบ A เป็นวิธีที่เกษตรกรทั่วไปนิยมผลิต ซึ่งเน้นด้านธาตุอาหารหลักเช่น สูตร (N-P-K)15-15-15 เมื่อต้องการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงดินโดยจำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ฮอร์โมนพืช และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หลายชนิดและหลายครั้งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ใช้แรงงานในการหว่านและฉีดพ่นมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ส่วนใหญ่เกษตรกรจึงไม่ปฏิบัติดินจึงเสื่อมทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ และขาดสมดุลด้านธาตุอาหาร

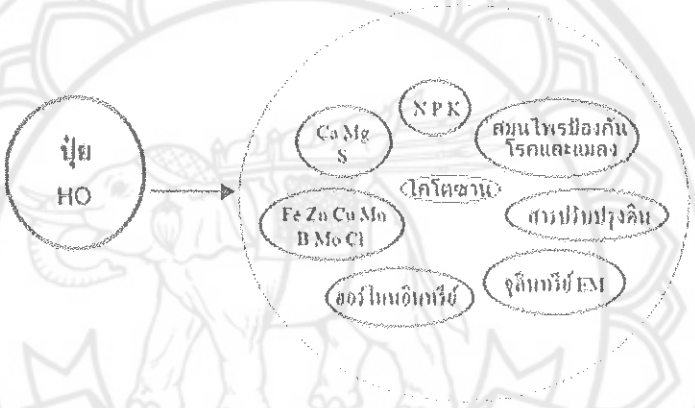
วิธีการแบบ B การใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมในเม็ดเดียวกันแล้ว มีธาตุอาหารครบ สามารถปรับปรุงทั้งทางด้านกายภาพ-เคมี-ชีวภาพของดินในการใส่เพียงครั้งเดียวและมีฮอร์โมนพืชที่ช่วยในการเจริญเติบโตและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปที่ผลผลิต รวมถึงมีสารสร้างภูมิต้านทานโรคและแมลงของพืชอยู่ภายในเม็ดเดียวกันแล้วย่อมมีต้นทุนที่ถูกกว่าและมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและมีผลทำให้ดินปลูกได้รับการปรับปรุงไปพร้อมๆ กันด้วยทำให้ระบบการผลิตมีความยั่งยืนและผลผลิตมีความมั่นคง



ภาพ 1 เปรียบเทียบกรอบแนวคิดในการวิจัยระหว่างปุ๋ย HO และปุ๋ยเคมี

นิยามศัพท์เฉพาะ

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (Chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula) หรือ HO หมายถึง การนำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นทั้ง 16 ธาตุตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ ผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับปรุงดิน สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วเคลือบด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด ดังภาพ 2 (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552; ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และชวลิต รักษาริกรณ์, 2556; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556; Intanon, P., 2013a)



ภาพ 2 ลักษณะส่วนประกอบของปุ๋ย HO

ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยที่ได้จากการผลิต สังเคราะห์จากแร่ธาตุต่างๆมีธาตุอาหารหลักจำเป็นต่อ การเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ N (ไนโตรเจน) P (ฟอสฟอรัส) K (โพแทสเซียม) เช่น สูตร 15-15-15

ใบเพสลาด หมายถึง ช่วงใบอ่อนของต้นไม้เริ่มจะเปลี่ยนเป็นใบแก่ สังเกตง่ายๆ เช่น มะม่วงบางสายพันธุ์ ช่วงใบอ่อนจะออกสีแดงๆ แต่พอเริ่มจะเป็นใบแก่ สีของใบจะเริ่มเปลี่ยนสีเขียวเข้มและใบแก่ขึ้น (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2554)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

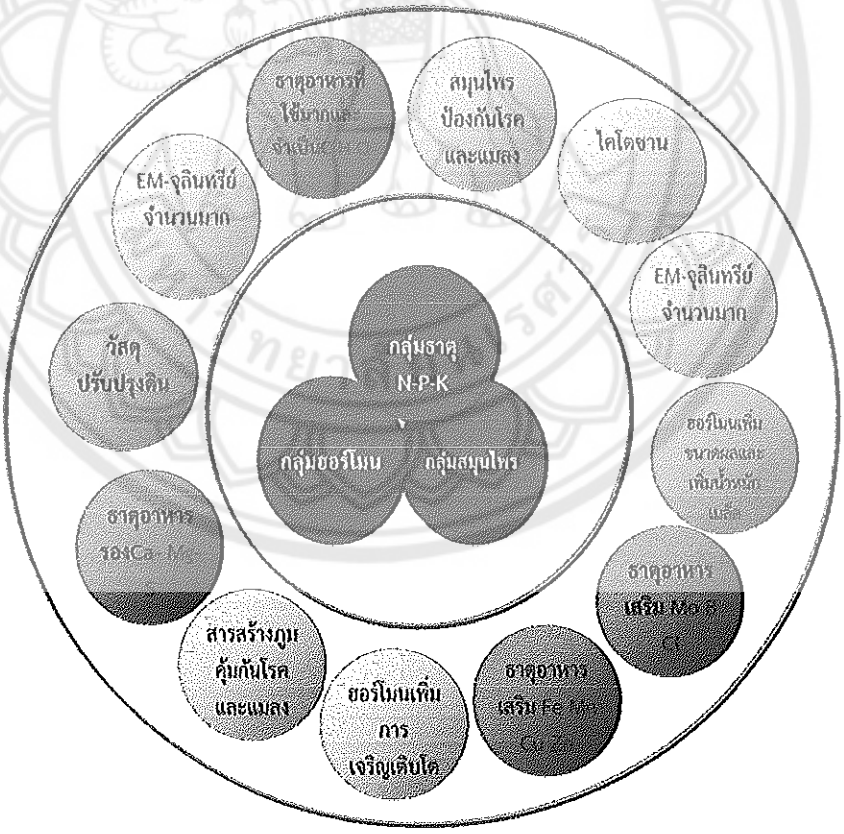
1. สามารถพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อการผลิตมะม่วงส่งออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและนำเงินตราเข้าสู่ประเทศได้มากขึ้น
3. ลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลงช่วยลดต้นทุนการผลิตช่วยเพิ่มผลกำไรให้กับเกษตรกร
4. ดินได้รับการปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น สามารถผลิตได้อย่างยั่งยืน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO)

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (Chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula; HO) คือ นวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ย ที่นำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นทั้ง 16 ชนิดมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) หลายชนิดผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์เข้มข้นผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคพืชและสารอินทรีย์ป้องกันโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร ใช้ได้กับพืชทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552) (ภาพ 3)



ภาพ 3 ลักษณะโครงสร้างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ตาราง 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมกับปุ๋ยเคมีทั่วไป

รายการเปรียบเทียบ	ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม	ปุ๋ยเคมีทั่วไป
มีธาตุอาหารหลักครบ N – P - K	มี	มี
มีธาตุอาหารรองและเสริม Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo, Cl	มีครบถ้วน 10 ชนิดที่พืชจำเป็น	ไม่มี/ต้องฉีดเสริมทางใบหลายชนิด
มีฮอร์โมนเข้มข้นเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่ม ผลผลิต	มี	ไม่มี/ต้องฉีดเสริมทางใบ
มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM)	มี	ไม่มี
มีสารลดความเป็นกรดและปรับสภาพดิน	มี	ไม่มี (ทำให้ดินเป็นกรด)
มีสารปรับโครงสร้างดินให้ดีขึ้น	มี	ไม่มี
มีสารธรรมชาติช่วยป้องกันโรคและแมลง	มี	ไม่มี
มีสารอินทรีย์โพลิเมอร์ ช่วยให้พืชแข็งแรงและดูดธาตุอาหารได้ดี	มี	ไม่มี
ลักษณะการปลดปล่อยธาตุอาหาร การสูญเสียธาตุอาหาร	ปุ๋ยละลายช้า/ใช้ประโยชน์ตลอดช่วงการเจริญของพืชน้อย	ปุ๋ยละลายเร็วมาก

ที่มา: ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555, น. 26

ดินและประวัติการใช้ที่ดินในแปลงทดลอง

พื้นที่ทำการทดลองเป็นบ้านม่วงหอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เป็นกลุ่มชุดดินที่ 35 ชุดดินห้างฉัตร จำแนกเนื้อดินเป็นประเภท Fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiustults เกิดจากตะกอนน้ำมาทับถมหรือตะกอนลำน้ำเก่าระดับกลาง มีความลาดชัน 1-5 % การระบายน้ำ ดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้เป็นป่าเบญจพรรณ ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วต่างๆ บางแห่งใช้ปลูกไม้ผลยืนต้น เช่น ลิ้นจี่ ลำไย มะม่วง ฯลฯ เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ของดินชุดดินห้างฉัตร คือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ในบางแห่งดินจะมีระดับน้ำใต้ดินตื้น ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์

ควรปรับปรุงบำรุงดินก่อนปลูกพืช โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีควบคู่กันไป เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติและโครงสร้างของดินและเพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดิน

ประวัติการจัดการดินของเกษตรกรในพื้นที่แปลงทดลอง เนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นการไปทดลองในแปลงมะม่วงของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุมะม่วง 10 ปี จากการสอบถามเจ้าของแปลงมะม่วงที่ใช้ในการทดลองพบว่า ก่อนหน้านี้ประมาณ 10 ปีได้ใช้พื้นที่ปลูกข้าวโพดมาโดยตลอด โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ 21-0-0 มาอย่างต่อเนื่องทุกปีไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักเลย ต่อมาเกษตรกรส่วนใหญ่ในหมู่บ้านมีการปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพราะช่วงนั้นได้ราคาดีมาก จึงได้ปรับเปลี่ยนจากข้าวโพดมาทำการปลูกมะม่วงเหมือนเกษตรกรรายอื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้บ้านม่วงหอมเป็นแหล่งปลูกมะม่วงที่สำคัญของอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกตั้งแต่นั้นมา ก่อนปลูกมะม่วงด้วยการแนะนำของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรได้ใช้ปูนขาวทำการปรับสภาพดินปริมาณ 2 ตัน/ไร่ และภายหลังปลูกมะม่วงมาได้ 4 ปีมะม่วงให้ผลิตเต็มที่แล้ว จึงได้ใส่ปูนโดโลไมด์เพื่อปรับสภาพดินรอบทรงพุ่มอัตรา 5 กก./ต้น และใส่ปุ๋ยคอก 5 กก./ต้น ทุกปีเรื่อยมา

มะม่วงน้ำดอกไม้

มะม่วง *Mangifera inaica* Linn. เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae มีถิ่นกำเนิดในอินเดีย ฤดูการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไปตามภูมิภาค ในภาคกลางจะเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม-เมษายน ขณะที่ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือมีการเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (รวยริน เพชรสลับแก้ว, 2547)

มะม่วงน้ำดอกไม้ *Mangifera inaica* Linn. cv. Nam Dokmai เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุก ออกดอกดก ติดผลปานกลางให้ผลทุกปี ผลมีน้ำหนักประมาณ 330 กรัม ผลอ้วนรีปลายแหลม เมื่อดิบมีรสเปรี้ยว ผิวสีเขียวนวล เนื้อแน่น เมื่อผลสุกมีผิวเหลือง กลิ่นหอม เนื้อละเอียดมีเสี้ยนน้อย รสหวาน อายุตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยว 115 วัน เนื่องจากมะม่วงน้ำดอกไม้เปลือกบาง จึงช้ำได้ง่ายและไม่ค่อยต้านทานโรคแอนแทรคโนส นิยมปลูกมากเพราะเป็นพันธุ์ที่ออกดอกง่าย สามารถตอบสนองต่อการบังคับออกนอกฤดูได้ดีและตรงกับความต้องการของตลาด (วิชา ฐิติประเสริฐ, 2544)

ลักษณะประจำพันธุ์

1. มะม่วงน้ำดอกไม้ ต้นมีทรงพุ่มปานกลางเจริญเติบโตเร็ว เปลือกลำต้นเรียบ กิ่งไม่เลื้อยใบรูปขอบขนาน ปลายเรียวแหลม ขอบ ใบเป็นคลื่น ฐานใบมน ออกดอก ทะวายบ้าง ออกดอกดกการติดผลปานกลางให้ผลทุกปี ผลผลิตต่อต้นเมื่ออายุ 10 ปี เป็น 300 ผล อายุการเก็บ

เกี่ยว 100 วัน อายุตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ประมาณ 115 วัน ฤดูกาลผลิตในฤดูกาลคือออกดอกและเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนตามลำดับ ผลมีความยาว 15.25 เซนติเมตร กว้าง 7.27 เซนติเมตร หนา 6.59 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 300-400 กรัม สีเนื้อผลดิบ YG13B เนื้อมีกลิ่นอ่อน ความหนาเนื้อ 2.45 เซนติเมตร ไม่มีเส้นใยในเนื้อ ปริมาณเส้นใยในเนื้อน้อย ปริมาณน้ำในเนื้อปานกลาง ความหนาเปลือก 0.14 เซนติเมตร สีเปลือกผลดิบ YG114B สีเปลือกผลสุก YG11B ขนาดของเมล็ด กว้าง 4.03 เซนติเมตร ยาว 10.27 เซนติเมตร หนา 1.10 เซนติเมตร น้ำหนักเมล็ด 20 g ผลดิบรสชาติเปรี้ยว ผลสุกรสชาติหวาน ความหวานเนื้อ 17-19 brix

2. มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ต้นมีทรงพุ่มปานกลาง เปลือกลำต้นเรียบ กิ่งไม่เลื้อย ใบรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น การออกดอกปานกลาง การติดผลปานกลางผลผลิตต่อต้นเมื่ออายุ 10 ปี เป็น 300 ผล อายุการเก็บเกี่ยว 100 วัน ฤดูกาลผลิตในฤดูกาล ผลมีความยาว 16.03 เซนติเมตร กว้าง 7.13 เซนติเมตร หนา 6.20 เซนติเมตร ผลมีน้ำหนัก 300-400 กรัม สีเนื้อผลสุก YO17A เนื้อมีกลิ่นอ่อน ความหนาเนื้อ 2.24 เซนติเมตร ไม่มีเส้นใยในเนื้อ ปริมาณเส้นใยในเนื้อน้อย ปริมาณน้ำในเนื้อปานกลาง ความหนาเปลือก 0.1 เซนติเมตร สีเปลือกผลดิบ YG145B (เหลืองอ่อนแม้ว่ายังดิบ) สีเปลือกผลสุก YO15A ขนาดของเมล็ด กว้าง 4.3 เซนติเมตร ยาว 13.77 เซนติเมตร หนา 1.36 เซนติเมตร น้ำหนักเมล็ด 31 กรัม ผลดิบรสชาติเปรี้ยว ผลสุกรสชาติหวาน ความหวานเนื้อ 17-18 brix

3. มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ต้นมีทรงพุ่มปานกลาง เปลือกลำต้นเรียบ กิ่งไม่เลื้อย ใบรูปป้อมกลางใบ ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมน ขอบใบเป็นคลื่น การออกดอกปานกลาง การติดผลปานกลาง ผลผลิตต่อต้นเมื่ออายุ 10 ปี เป็น 300 ผล อายุการเก็บเกี่ยว 100 วัน ฤดูกาลผลิตนอกฤดูกาล ผลมีความยาว 16.45 เซนติเมตร กว้าง 7.16 เซนติเมตร หนา 6.18 เซนติเมตร ผลมีน้ำหนัก 300-400 กรัม สีเนื้อผลดิบ YO21A เนื้อมีกลิ่นอ่อน ความหนาเนื้อ 2.19 เซนติเมตร ไม่มีเส้นใยในเนื้อ ปริมาณเส้นใยในเนื้อน้อยปริมาณน้ำในเนื้อปานกลาง ความหนาเปลือก 0.15 เซนติเมตร สีเปลือกผลดิบ YG144B (เหลืองอ่อนแม้ว่ายังดิบ) สีเปลือกผลสุก YO15B ขนาดของเมล็ด กว้าง 3.94 เซนติเมตร ยาว 13.49 เซนติเมตร หนา 1.52 เซนติเมตร น้ำหนัก เมล็ด 30 กรัม ผลดิบรสชาติเปรี้ยว ผลสุกรสชาติหวาน ความหวานเนื้อ 22 brix มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีเปลือกบางกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทำให้ช้ำและอ่อนแอต่อโรคแอนแทรคโนส

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ลำต้น มะม่วงน้ำดอกไม้ เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดกลาง มีอายุประมาณ 15-20 ปี ลำต้นสูงประมาณ 10-15 เมตรลำต้นแตกกิ่งน้อย แลดูเป็นทรงพุ่มโปร่ง เปลือกลำต้นสีดำอมเทา

2. ราก เป็นระบบรากแก้ว ระบบรากลึกประมาณ 5 เมตร ประกอบด้วยรากสาขาเจริญออกดอกรากแก้วเป็นรากสามเหลี่ยมแผ่ออกไปได้ไกลประมาณ 3-5 เมตร

3. ใบ เป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) ทรงยาว ปลายแหลมเป็นรูปหอก (Lanceolate) หรือทรงรี (elliptic) หรือทรงยาว (Oblong) โดยทั่วไปขนาดใบยาว 15-45 เซนติเมตร กว้าง 3-30 เซนติเมตร แผ่นใบหนาแข็งก้านใบเรียวยาว 2.5-13 มิลลิเมตร โคนก้านบวม มีเส้นใบ 20-30 คู่ ขอบใบเรียบ (entire) แนวขอบใบอาจเป็นคลื่น การเรียงตัวของใบแบบสลับ ใบที่บริเวณปลายยอดเกิดถี่มีปล้องสั้น โดยปลายกิ่งที่จะให้ช่อดอกใบจะเกิดเป็นกระจุก การแตกใบอ่อน (flush) ประมาณ 3 ครั้ง/ปี

ครั้งที่ 1 ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – มีนาคม
ครั้งที่ 2 ระหว่างเดือน เมษายน - พฤษภาคม
ครั้งที่ 3 ระหว่างเดือน สิงหาคม – พฤศจิกายน

และจะชะงักการเจริญเติบโตในเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม เนื่องอากาศหนาวเย็นในฤดูหนาว สำหรับการผลิตมะม่วงเป็นการค้าควรตัดแต่งกิ่งและทำให้แตกใบอ่อนอย่างน้อย 2 ครั้ง

4. ดอก มะม่วงน้ำดอกไม้ ออกดอกเป็นช่อแขนงที่ปลายกิ่ง บนช่อแขนงมีดอกย่อยจำนวนมาก แต่ละดอกย่อยมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ และกลีบดอก 5 กลีบ ทั้งนี้ ดอกมะม่วงน้ำดอกไม้มีทั้งดอกกระเทย และดอกสมบูรณ์เพศ ที่มีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียในดอกเดียวกัน

5. ช่อดอก มะม่วงเป็นแบบ panicle อาจมีทรงปิรามิดหรือทรงกรวยคว่ำ ดอกย่อยเกิดบนกิ่งแขนงหรือกิ่งย่อยของดอก ก้านช่อยาวประมาณ 6-18 นิ้ว กิ่งแขนงของช่อดอกที่ยาวที่สุดจะอยู่บริเวณฐานก้านช่อดอกและสั้นขึ้นไปสู่ปลายยอดช่อดอก แตกจากกิ่งย่อยแยกออกไป แต่ละกิ่งย่อยจะมีดอกย่อยจำนวน 3 ดอก ดอกย่อยนี้จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดอกตัวผู้ (staminate flower) ซึ่งมีแต่เกสรตัวผู้สมบูรณ์ 1 อัน เกสรที่ไม่พัฒนา 1 อัน หรือมากกว่า ส่วนเกสรตัวเมียฝ่อ ดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกระเทย (pertect flowre) ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ซึ่งเป็นแบบ superior ovary ตั้งอยู่บนฐานรองดอก มีช่องว่างภายใน 1 ช่อง มีก้านชูเกสรตัวผู้ 1 อัน ปลายมีอับเรณู 1 อัน ลักษณะดอก มีกลีบรอง (sepal) ขนาดเล็ก 4-5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ แผ่ออกสีเหลืองอมส้มชมพูหรือแดง ที่ฐานรองดอก

6. การออกดอก ในสภาพธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ออกดอกในฤดูกาล ซึ่งต้องการสภาพแล้ง ฝนทิ้งช่วงและอากาศหนาวเย็น เพื่อกระตุ้นการออกดอกที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ การออกแบบทะวาย ซึ่งจะออกดอกได้ทั้งระหว่างปีและในฤดูกาล

7. ผล และเมล็ด ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีลักษณะอ้วนจนถึงเกือบกลม ผลด้านขั้วผลมีขนาดใหญ่ และเล็กลงที่ท้ายผล ขนาดผลกว้างประมาณ 6.5-7.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12-15 เซนติเมตร มีน้ำหนักต่อผลประมาณ 250-400 กรัม หรือมากกว่า ผลอ่อนมีสีเขียวนวล ผลสุกมีสีเหลืองครีมหรือเหลืองทอง เปลือกค่อนข้างบาง จึงช้ำง่าย ส่วนเนื้อผลมีสีเหลืองอมครีม เนื้อละเอียด มีรสหวาน และมีกลิ่นหอม ส่วนเมล็ดมีขนาดเล็ก และแบนลีบ ไม่มีเส้นใย (ศักยะ สมบัติไพรวัน, 2555)

การผสมเกสร

การผสมเกสรจะเริ่มในช่วงเช้าตรู่ หลักดอกบานอย่างน้อย 2-4 ชั่วโมง จะมีน้ำหนาวซึมเยิ้มจากยอดเกสรตัวเมีย ก้านชูเกสรตัวผู้จะตั้งขึ้น อับเรณูจะแตกออกปล่อยละอองเกสรทั้งวันแต่มีมีมากในช่วง 8-10 โมงเช้า

ลักษณะของผลและการติดผล

มะม่วงเป็นพืชผลเดี่ยวประเภท Fleshy drupe ประกอบด้วยเปลือกผล (pericarp) ประกอบด้วย 3 ชั้น

Exocarp เป็นเปลือกผลด้านนอก มีลักษณะค่อนข้างเหนียว

Mesocarp เป็นเนื้อผลส่วนที่ใช้รับประทาน

Endocarp ชั้นนี้เป็นที่มีลักษณะแข็งที่ชั้นด้านนอก ชั้นด้านในมีลักษณะเป็นแผ่นใสบาง

ทรงผล มีตั้งแต่ทรงกลม (Round) และยาวตั้งแต่ oblong จนถึง elongate ที่เปลือกชั้นนอกมีท่อน้ำยางเห็นเด่นชัด ตามผิวจะมีสารคิวตินหนา ผิวเปลือกของผลมะม่วงเมื่อโตเต็มที่จะมีเลนติเซล ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องขนาดเล็กจำนวนมากมองคล้ายจุดขนาดเล็ก เมื่อผลแก่เต็มที่เลนติเซลจะแห้งเป็นจุดดำเล็กๆ กระจายบริเวณส่วนหัว อก และแก้มผล อาจทำให้ไม่สวยงามตลาดไม่นิยมรับซื้อ

การเตรียมต้นพันธุ์

การคัดเลือกต้นพันธุ์จากสวนที่เชื่อถือได้ ต้นกล้ามะม่วงสมบูรณ์แข็งแรงไม่มีอาการโรคและการทำลายของแมลงศัตรูพืช การเตรียมต้นพันธุ์สำหรับปลูกมี 2 วิธี คือ

1. การเสียบยอดบนต้นตอมะม่วงที่ผ่านการปลูกมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ปี ในแปลงปลูกหรือการเปลี่ยนยอยอดพันธุ์เดิมที่ไม่ต้องการหรือต้องการให้ต้นมะม่วงที่ต้องการปลูกมีรากแก้ว

2. การทาบกิ่ง กล้าพันธุ์ที่นำมาปลูกส่วนใหญ่ควรมีอายุไม่เกิน 6 เดือนหลังทาบกิ่งตัดแล้ว

วิธีการปลูก

ควรปลูกช่วงต้นฤดูฝนประมาณปลายเดือนเมษายน หรือต้นเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเริ่มมีฝนตกควรทำให้ขุดหลุมปลูกได้ง่าย หากปลูกในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกหนักทำให้ขุดหลุมปลูกได้ยากเนื่องจากดินแฉะ

1. พื้นที่ดอนใช้ระยะระหว่างต้น x ระหว่างแถว เท่ากับ 4x6 เมตร 5x6 เมตร 6x6 เมตร 7x6 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยใช้รถแอร์บัสหรือแทรกเตอร์พ่วงเครื่องฉีดพ่นยา หรือแรงงานในการตัดแต่งกิ่ง หากใช้ระยะปลูก 4 x 4 เมตร ซึ่งเป็นระยะชิดจำเป็นต้องตัดแต่งกิ่งบ่อยเพื่อไม่ให้กิ่งมะม่วงชนกันและแสงสามารถกระจายทั่วทรงพุ่ม หลุมปลูกในพื้นที่ดอนขนาด 50x50x50 เซนติเมตร โดยใช้แรงงานขุดหรือใช้เครื่องขุดหลุมที่ต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

2. พื้นที่ลุ่มควรปลูกกลางร่องใช้ระยะระหว่างต้น 4 เมตร 5 หรือ 6 เมตร ควรรองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกที่ย่อยสลายแล้วอัตรา 2-5 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 200-300 กรัม/หลุม อาจผสมแกลบดำหรือแกลบเผา แต่ไม่ควรใช้กากหรือชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลเนื่องจากมีความเป็นกรดสูงอาจทำให้ต้นกล้าตายได้ถ้าใส่ในปริมาณมาก กรณีการปลูกโดยทาบกิ่งควรใช้มีดกรีดก้นถุงพลาสติกแล้ววางถุงพลาสติกกลางหลุมปลูกให้ระดับโคนต้นพันธุ์อยู่ระดับเดียวกันกับดินในแปลงปลูก จากนั้นนำถุงพลาสติกออกทางบน ระวังไม่ให้กระทบกระเทือนรากในแหล่งปลูกที่มีลมแรงควรผูกต้นมะม่วงกับไม้หลักเพื่อป้องกันการโยกคลอน ใช้มีดกรีดพลาสติกที่บริเวณรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอออกเพื่อให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้หากไม่กรีดพลาสติกที่พันระหว่างต้นตอพันธุ์ก็จะเกิดรอยคอดทำให้บริเวณดังกล่าวไม่เจริญเติบโต

การชักนำออกดอกนอกฤดู

ให้ตัดแต่งกิ่ง และใส่ปุ๋ย ซึ่งกิ่งมะม่วงจะแตกยอดใหม่ อย่างน้อย 2 รุ่นจากนั้น เริ่มหยุดการให้น้ำ 7-15 วัน พร้อมกับใส่ปุ๋ยคอก 1 ถังเล็ก/ต้น และปุ๋ยเคมี สูตร 8-24-24 จากนั้น ไถพรวนหน้าดินเพื่อคลุกกลบปุ๋ยลงด้านล่างเพื่อตัดรากฝอยรอบโคนต้น ให้น้ำอย่างเต็มที่ตลอด 5-7 วัน

การให้น้ำ

ระบบให้น้ำแบบหมุนเหวี่ยงเล็กน้อย สามารถให้น้ำได้อย่างสม่ำเสมอ ประหยัดแรงงาน ระบบให้น้ำแบบสายยางรด หรือปล่อยตามร่องขนาดเล็ก ประหยัดต้นทุนกว่าแต่ควบคุมการให้น้ำยาก ไม่สม่ำเสมอ ใช้ปริมาณน้ำและสิ้นเปลืองแรงงานมากกว่า

การห่อผล

เพื่อช่วยให้ผลมีผิวสวยไม่มีรอยโรคหรือแมลงไม่มีจุดด่างหรือเพลี้ยมาเกาะ เกษตรกรจะทำการห่อผลมะม่วงหลังจากที่ติดผลแล้ว 50-70 วัน การห่อจะใช้กระดาษหนังสือพิมพ์หรือถุงพลาสติก (ถุงเปิดทั้ง 2 ด้าน)

การเก็บผลผลิต

หลังการเก็บมะม่วงน้ำดอกไม้แล้ว 3-4 ปี เกษตรกรจึงปล่อยให้ติดผล โดยมีอายุผลพร้อมเก็บประมาณ 110-115 วัน หลังดอกบาน ผลสุกที่เก็บมาแล้วสามารถเก็บได้นาน 5-7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง หากเก็บในตู้เย็นจะเก็บได้ประมาณ 14 วัน ระบบการผลิต เดือนมิถุนายน พักต้น เดือนกรกฎาคม ทำการตัดแต่งกิ่ง เดือนสิงหาคม ราดสารบังคับดอก เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ดึงดอก เดือนพฤศจิกายน บำรุงรักษาผลผลิต เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตและผลผลิตที่ออกธรรมชาติในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

สรรพคุณของมะม่วง

เปลือกลำต้น ใช้เปลือกลำต้นสด นำมาต้มเอาน้ำกินเป็นยาแก้ไข้ แก้โรคคอตีบ แก้เยื่อปากอักเสบ เยื่อเมือกในจมูกอักเสบ หรือใช้สวนล้างช่องคลอดแก้อาการตกขาว

ใบ ใช้ใบสดประมาณ 15-30 กรัม นำมาต้มเอาน้ำกิน เป็นยาแก้ลำไส้อักเสบเรื้อรัง แก้ซางตานขโมยในเด็ก แก้อืดแน่น หรือใช้ใบสดตำให้ละเอียดพอกบริเวณแผลสด หรือใช้ล้างบาดแผล เป็นต้น

ผล ใช้ผลสด นำมากินเป็นยาแก้คลื่นไส้ อาเจียนวิงเวียน แก้โรคเลือดออกตามไรฟัน ขับปัสสาวะ เป็นยาระบาย แก้อาการปวดเมื่อยเมื่อมีประจำเดือน แก้บิดถ่ายเป็นเลือด และใช้เป็นยาบำรุงกระเพาะอาหาร เป็นต้น

เมล็ด ใช้เมล็ดสด ประมาณ 2-3 เม็ด นำมาต้มเอาน้ำกินเป็นยาถ่ายพยาธิตัวกลม แก้ท้องร่วง แก้บิดเรื้อรัง ริดสีดวงทวาร ตกขาว ตกเลือด ท้องอืด แก้ไส้เลื่อน และแก้ไอ

อื่นๆ มะม่วงเป็นพรรณไม้ใหญ่ ลำต้นมีเนื้อไม้เป็นสีเหลืองอ่อน นอกจากใช้เป็นสมุนไพรแล้ว ยังใช้ก่อสร้างตกแต่งภายในบ้าน หรือใช้ทำหีบกล่องได้ข้อมูลทางเภสัชวิทยา น้ำที่คั้นจากใบเมื่อนำมาทดสอบกับคน ถูกผิวหนัง ทำให้เป็นผื่นคัน หรือทำให้แพ้ได้ น้ำที่กรองเอาจากการต้มของใบ เปลือกลำต้น และผลดิบ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ แบคทีเรีย เช่น Escherichia coli, Micrococcus pyogenes

การวิเคราะห์ดินเพื่อให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ย

การวิเคราะห์ดินเป็นหัวใจสำคัญของการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช ค่าวิเคราะห์ดินบอกให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารพืชต่างๆ ในรูปที่เป็นประโยชน์และมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืชมากน้อยเพียงใด เป็นเครื่องมือของการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับความต้องการของพืช การนำค่าวิเคราะห์ดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์จะต้องมีค่ามาตรฐานในการจำแนกค่าวิเคราะห์เพื่อที่จะสามารถนำไปพิจารณาว่าควรจะใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารในแต่ละชนิดในอัตราเท่าใด ในการจำแนกค่าวิเคราะห์สำหรับให้คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมนั้น ได้มีการจัดทำค่ามาตรฐานที่เหมาะสมของปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินที่สัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยแนะนำให้ใส่ในแต่ละพืช เงื่อนไขที่สำคัญในการใช้ประโยชน์จากคำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชต่างๆ คือต้องปรับปรุงความเป็นกรด - ด่างของดินก่อนใส่ปุ๋ย ตามค่าความต้องการปูนของดินในปริมาณที่สามารถจัดได้ในทางปฏิบัติ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

สมบัติทางเคมีบางประการของดิน

ไนโตรเจนในดิน ธาตุไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก แต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้น พืชนำเอาไปใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่วเท่านั้น ที่มีระบบรากพิเศษ สามารถแปรรูปก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ เอามาใช้ประโยชน์ได้) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่วๆ ไปดึงดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรตไอออน (NO_3^-) ธาตุไนโตรเจนในดินที่อยู่

ในรูปเหล่านี้จะมาจากการสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดิน โดยจุลินทรีย์ในดินจะเป็นผู้ปลดปล่อยให้ พืชโดยทั่วไปมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก เป็นธาตุอาหารที่สำคัญมาก ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืช พืชที่ได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ใบจะมีสีเขียวสด มีความแข็งแรง โตเร็ว และทำให้พืชออกดอกและผลที่สมบูรณ์ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากๆ บางครั้งก็ทำให้เกิดผลเสียได้เหมือนกัน เช่น จะทำให้พืชอบน้ำมาก ต้นอ่อน ล้มง่าย โรคและแมลงเข้ารบกวนทำลายได้ง่าย คุณภาพ ผลิตผลของพืชบางชนิดก็จะเสียไปได้

ตาราง 2 ระดับของปริมาณไนโตรเจนในดิน

ระดับปริมาณไนโตรเจน	(เปอร์เซ็นต์)
ต่ำมาก	< 0.05
ต่ำ	0.05-0.09
ปานกลาง	0.10-014
สูง	>0.15

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

ฟอสฟอรัสในดิน ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากธาตุหนึ่ง ฟอสฟอรัสที่พบในพืชเกือบทั้งหมดมาจากดิน ปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันไปตามชนิดและวัตถุต้นกำเนิดดินโดยปกติฟอสฟอรัสจะมีอยู่ในดินต่ำมากเป็นสาเหตุทำให้ดินขาดฟอสฟอรัส ดังนั้น การวิเคราะห์ระดับฟอสฟอรัสในดินก่อนฤดูปลูกจึงมีความจำเป็น

ตาราง 3 ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	11-15
สูง	16-45
สูงมาก	> 45

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชธาตุหนึ่ง ปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน ระยะเวลาของการกัดกร่อนและการชะล้างดิน ในดินที่มีปริมาณดินเหนียวสูงมักจะมีปริมาณโพแทสเซียมเพียงพอ แต่ในดินที่เป็นดินทรายมักมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ ดังนั้นเนื้อดินจึงเป็นปัจจัยหนึ่ง ซึ่งควบคุมปริมาณการเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม การวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมในดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ตาราง 4 ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	11-39
สูง	40-60
สูงมาก	> 60

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก เนื่องจากเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างที่ไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชหรือในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากจนเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้

ตาราง 5 ระดับความเป็นกรด–ด่าง ของดิน

ระดับความเป็นกรด – ด่าง	ค่า pH
ดินเป็นกรดจัดมาก	> 4.6
ดินเป็นกรดจัด	4.6 – 5.5
ดินเป็นกรดเล็กน้อย	5.6 – 6.5
ดินเป็นกลาง	6.6 – 7.3
ดินเป็นด่างเล็กน้อย	7.4 – 7.8
ดินเป็นด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ดินเป็นด่างจัด	8.5 – 9.0
ดินเป็นด่างจัดมาก	> 9.0

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547

เนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดิน (Soil texture) องค์ประกอบเชิงกายภาพของดิน สังเกตได้จาก **ดินในแต่ละสถานที่มีลักษณะแตกต่างกัน** เนื่องจากดินประกอบขึ้นจากของอนุภาคตะกอนหลายขนาด **อนุภาคที่ใหญ่ที่สุด คือ อนุภาคทราย** (Sand) อนุภาคขนาดรองลงมาคืออนุภาคทรายแป้ง (Silt) และอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ อนุภาคดินเหนียว (Clay) การปรับสภาพความเป็นกรดด้วยปูนโดโลไมท์ (Dolomite) โดโลไมท์ เป็นสารปรับสภาพดิน และปรับโครงสร้างดิน ลดความเป็นกรด, แก้ดินเปรี้ยว, รักษาธาตุอาหารในดินที่เสียไป ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้พืชไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ย อันเนื่องมาจากดินเสีย เพราะใช้เคมีกับดินมาเป็นเวลานาน โดโลไมท์ จะช่วยแก้ปัญหาการขาดธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม และซิลิกอน ในดินแก้ปัญหาพืชที่ไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยได้ และช่วยให้พืชดูดซับปุ๋ยได้ดีขึ้น เพิ่มค่าการดูดซับ และความสามารถ

การแลกเปลี่ยน CEC ของดิน เพิ่มการสังเคราะห์แสง การสร้างสารคลอโรฟิลล์ และการแบ่งเซลล์ของพืช เพิ่มความ สามารถการทำงานของจุลินทรีย์ ป้องกันโรค และแมลงเข้าทำลาย

ตาราง 6 ปริมาณปูนที่ใช้ปรับความเป็นกรด–ด่างของดิน (กิโลกรัมต่อไร่)

ระดับความเป็นกรด – ด่าง	ดินร่วน	ดินทราย	ดินเหนียว
>5.0	0	0	0
5.0	368	184	460
4.5	980	644	1,012
4.0	1,656	1,012	1,932
3.5	2,300	1,472	2,760
3.0	2,944	2,024	3,680

ที่มา: ภาคปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.

การใส่ปุ๋ย

มะม่วงอายุ 1-2 ปี ในช่วงต้นฝน ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น/ปี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ควรขุดรอบต้นใส่ปุ๋ยแล้วกลบดิน หรือการใช้ปุ๋ยยูเรีย ผสมน้ำ 20 ลิตร รดที่ต้นกล้าเดือนละ 2 ครั้งจะช่วยให้ต้นกล้ามะม่วงเจริญเติบโตเร็ว มะม่วงที่ให้ผลผลิตแล้วหรืออายุ 3 ปี ขึ้นไป การใส่ปุ๋ยทุกครั้งควรหว่านปุ๋ยใต้ทรงพุ่มให้ทั่วแล้วพรวนดินกลบ ตามระยะการพัฒนาการของต้นมะม่วงดังนี้

1. ระยะบำรุงต้น ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งแล้ว ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 20-10-10 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 10 กิโลกรัม/ต้น

2. ระยะเร่งสร้างตาดอก ก่อนมะม่วงออกดอก 2-3 เดือน ให้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 หรือ 8-24-24 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น ในกรณีต้นอายุมากขึ้นให้เพิ่มปริมาณปุ๋ยมากขึ้นตามอายุของต้นมะม่วง ต้นอายุ 5-7 ปีให้ปุ๋ยคอก 2-4 กิโลกรัม/ต้น ในกรณีต้นอายุ 8 ปีขึ้นไป ให้ปุ๋ยอัตรา 4-6 กิโลกรัม/ต้น

3. ระยะบำรุงผล หลังดอกบาน 1 เดือนให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น

4. ระยะปรับปรุงคุณภาพผลผลิต ก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 1-2 กิโลกรัม/ต้น

ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ย

ปุ๋ย คือ สารอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

1. ชนิดของปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 ปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์สังเคราะห์ รวมถึง ปุ๋ยเชิงเดียว ปุ๋ยเชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ และหมายความตลอดถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วย แต่ไม่รวมถึงปูนขาว ดินมาร์ล ปูนพลาสเตอร์หรือยิบซั่ม

1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้จากอินทรียวัตถุซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่น แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์มีหลายชนิดที่ควรทราบ มีดังนี้ ปุ๋ยหมัก ได้แก่ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักเศษวัสดุ เช่น หญ้า ใบไม้ ฟางข้าว กากอ้อย แกลบ ขุยมะพร้าว เปลือกสับปะรด ซังข้าวโพด จนกระทั่งเน่าเปื่อย ผุพัง กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น และมีสีน้ำตาลปนดำ ปุ๋ยคอก ได้แก่ ปุ๋ยที่ได้จากมูล และสิ่งขับถ่ายของสัตว์ เช่น โค กระบือ สุกร ไก่ เป็ด ปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ปุ๋ยที่ได้จากการปลูกพืช และไถกลบพืชที่ยังเขียวอยู่ เช่น ถั่วเขียว ถั่วพร้า ปอเทือง โสน

1.3 ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึงการที่ใช้จุลินทรีย์มาใช้ปรับปรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ ทางเคมีชีวะ และการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ตลอดจนการปลดปล่อยธาตุอาหารจากพืชจากอินทรียวัตถุ หรือจากอนินทรียวัตถุ เช่น เชื้อไรโซเบียม หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะสามารถเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับดินและพืช

ตาราง 7 ราคาปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ณ ระดับราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งกรุงเทพฯ และราคาขายปลีกท้องถิ่นรายเดือน ปี 2559 – 2563 หน่วย : บาท/ตัน

สูตรปุ๋ย	ลักษณะราคา	2559	2560	2561	2562	2563
21-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	4,240	4,477	5,107		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	6,900	6,658	6,472	6577	6544
	ขายปลีกท้องถิ่น	8,827	8,255	8,377	8037	7977
46-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	7,620	8,297	9,131		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	9,985	10,205	10,764	10990	10511
	ขายปลีกท้องถิ่น	12,229	11,313	11,872	12239	11844

ตาราง 7 (ต่อ)

สูตรปุ๋ย	ลักษณะราคา	2559	2560	2561	2562	2563
16-20-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	10,128	9,519	9,687		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	12,222	11,950	12,131	12684	12733
	ขายปลีกท้องถิ่น	13,596	13,338	13,299	15272	15020
16-16-8	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	10,582	10,415	10,952		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	12,967	12,839	12,828	16454	16067
	ขายปลีกท้องถิ่น	14,352	14,035	13,942	18028	17790
15-15-15	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	13,081	12,189	11,985		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	16,503	16,125	15,831	11870	11867
	ขายปลีกท้องถิ่น	17,178	16,975	17,010	13071	12955
13-13-21	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	15,372	15,120	15,165		
	ขายส่งกรุงเทพฯ	16,846	16,621	16,882	12687	12667
	ขายปลีกท้องถิ่น	18,764	18,331	18,428	13732	13541

ที่มา: http://www.oae.go.th

ธาตุอาหารพืช

พืชมีความต้องการธาตุอาหารต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะมีอยู่ด้วยกัน 16 ธาตุ คือ คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน, แคลเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน โดยธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน และออกซิเจน พืชได้จากน้ำและอากาศ ส่วนที่เหลืออีก 13 ธาตุ แบ่งออกเป็นธาตุใช้มากเป็นหลัก 6 ธาตุ และธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ดังนี้ธาตุใช้เป็นหลัก 6 ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการในปริมาณที่มาจากดิน คือ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, กำมะถัน ธาตุอาหารเสริม 7 ธาตุ ที่พืชใช้ในปริมาณที่น้อย แต่พืชจะขาดธาตุเหล่านี้ไม่ได้เช่นกัน คือ เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี, ทองแดง, โบรอน, โมลิบดีนัม และคลอรีน ปกติแล้วธาตุอาหารเหล่านี้จะมีอยู่ในดินอยู่แล้ว แต่ใน

ปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้นจึงต้องมีการเสริมธาตุเหล่านี้ในดินด้วย หน้าที่และความสำคัญของธาตุต่างๆ ดังนี้

ธาตุไนโตรเจน (N)

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช ช่วยทำให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ช่วยเสริมใบและลำต้นให้มีสีเขียวเข้ม และช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นพืชอาหารเช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยในเรื่องควบคุมการออกดอกออกผลของพืช ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

อาการของพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจน

ใบจะเหลืองผิดปกติจากใบล่างไปสู่ยอดลำต้นจะผอม กิ่งก้านลีบเล็ก และมีใบน้อย พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นสีเหลือง หรืออาจจะมีสีชมพูเจือปนด้วยใบพืชที่มีสีเหลือง ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แห้งและลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ จนใบร่วงจากลำต้นก่อนกำหนดพืชจะไม่เติบโต หรือโตช้ามาก

ธาตุฟอสฟอรัส (P)

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช ช่วยให้ราดดึงดูดโพแทสเซียมเข้ามาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นช่วยแก้ผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้น เนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอยและรากแขนงในระยะแรกของการเจริญเติบโตช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยในการออกดอก และสร้างเมล็ดของพืชเพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี ทำให้ลำต้นของพืชจำพวกข้างแข็งขึ้นไม่ล้มง่าย

อาการของพืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส

พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน พืชบางชนิดอาจจะมีลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้จะแข็งแต่เปราะและหักง่ายรากจะเจริญเติบโตและแพร่กระจายลงในดินช้างกว่าที่ควร ดอกและผลที่ออกมาไม่สมบูรณ์ หรือบางครั้งอาจหลุดร่วงไป หรืออาจมีขนาดเล็กพืชจำพวกลำต้นอวบน้ำหรือลำต้นอ่อนๆ จะล้มง่ายใบแก่จะเปลี่ยนสีหรือพืชบางชนิดใบจะเป็นสีม่วงอาการจะเกิดขึ้นกับใบล่างๆ ของต้นขึ้นไปหายอด

ธาตุโพแทสเซียม (K)

หน้าที่และความสำคัญต่อต้นพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากดูดน้ำได้ดีขึ้น มีความจำเป็นต่อการสร้างเนื้อของผลไม้ให้มีคุณภาพดีทำให้พืชมีคามต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศทำให้พืชมีความต้านทานต่อโรคต่างๆ ช่วยป้องกันผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับพืชเนื่องจากการได้รับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไปช่วยเพิ่มคุณภาพของพืชผักและผลไม้ โดยทำให้พืชมีสีสัน ขนาด ความหวาน และคงทนต่อสภาวะแวดล้อมได้

อาการของพืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียม

ขอบใบเหลือง และกลายเป็นสีน้ำตาล โดยเริ่มต้นจากปลายใบเข้าส่งกลางใบ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะแห้งเหี่ยวไป จะเกิดจากใบล่างก่อน แล้วจึงค่อยๆ ลามขึ้นข้างบน พืชที่เห็นชัดคือข้าวโพดทำให้ผลผลิตตกต่ำ พืชจำพวกธัญพืชจะทำให้เมล็ดลีบ มีน้ำหนักเบา พืชหัวจะมีแป้งน้อย และน้ำมาข้าวโพดจะมีเมล็ดไม่เต็มฝัก ฝักจะเล็กมีรูปร่างผิดปกติ ใบยาสูบมีคุณภาพต่ำ ติดไฟยาก กลิ่นไม่ดี พืชจำพวกฝ้ายใบจะมีสำน้ำตาลปนแดง สมอฝ้ายที่เกิดขึ้นจะไม่อ้าเต็มที่เมื่อแก่

ธาตุแคลเซียม (Ca)

เป็นธาตุที่ต้นพืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตในตัวพืช ช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น ในระยะออกดอกและระยะที่สร้างเมล็ดพืชจะมีความจำเป็นมาก เพราะธาตุแคลเซียมจะมีส่วนในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในพืช เพื่อนำไปใช้ในการสร้างผลและเมล็ดต่อไป

อาการของพืชที่ขาดแคลเซียม

จะพบมากในบริเวณยอด และปลายราก ยอดอ่อนจะแห้งตาย และใบจะมีการการม้วนงอไปข้างหน้าและขาดเป็นริ้วๆ ซึ่งจะเกิดที่ใบอ่อนก่อน แก้ไขโดยการใส่ปูนขาว หินปูนบด หินปูนเผา เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน หรือการใส่ปุ๋ยคอกบำรุงดิน

ธาตุแมกนีเซียม (Mg)

เป็นองค์ประกอบของส่วนที่เป็นสีเขียว ทั้งที่ใบและส่วนอื่นๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช

อาการขาดแมกนีเซียม

จะสังเกตได้จากใบพืช ที่เหลืองซีดบริเวณเส้นกลางใบที่อยู่ใกล้กับผล ถ้าหากอาการขาดรุ่นแรงใบแก่จะมีอาการมากกว่าใบอ่อนการขาดธาตุแมกนีเซียม จะทำให้ผลผลิตลดน้อยลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสาเหตุที่พืชขาดธาตุแมกนีเซียมนั้น เพราะปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดึงดูดมาใช้ได้ และการที่มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญการแก้ไข สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดินความเป็นกรด ด่างของดินให้เหมาะสมต่อการดูดเข้าไปใช้ของพืช และมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือ การฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ธาตุกำมะถัน(S)

กำมะถันมีความจำเป็นต่อการสร้างโปรตีนพืช เป็นองค์ประกอบของวิตามินบางตัวที่มีผลทางอ้อมต่อการสร้างสีเขียวของพืช ซึ่งจะช่วยให้เกิดการหายใจและการปรุงอาหารพืชพืชที่ขาดกำมะถันจะมีเสียเขียวอ่อน หรือเหลืองคล้ายๆ อาการขาดไนโตรเจน ใบขนาดเล็กลง ยอดของพืชจะชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นและกิ่งก้านลีบเล็ก

อาการขาดธาตุกำมะถัน

อาการจะคล้ายการขาดธาตุไนโตรเจน แต่จะมีอาการแตกต่างจากขาดธาตุไนโตรเจน คือจะปรากฏที่ยอดอ่อนก่อน ส่วนใบล่างยังคงปกติ ถ้าอาการรุนแรงใบล่างก็จะมีอาการด้วยเช่นกัน ซึ่งจะตรงข้ามกับอาการของการขาดไนโตรเจน จะแสดงอาการที่ใบล่างก่อนดินที่มักพบเสมอว่าขาดธาตุกำมะถันคือ ดินทราย ซึ่งมีอินทรียวัตถุน้อย การเพิ่มกำมะถันในดิน นอกจากจะมีการใส่กำมะถันผงโดยตรงแล้ว การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด ก็เป็นวิธีการแก้ปัญหาการขาดธาตุกำมะถันในดินได้เช่นกันแต่ข้อควรระวังในการใส่กำมะถันก็คือ หากใส่มากเกินความจำเป็นจะทำให้ดินเป็นกรดได้

ธาตุเหล็ก(Fe)

ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบของโปรตีน และมีบทบาทสำคัญในการปรุงอาหารของพืช ช่วยกระตุ้นให้การหายใจและการปรุงอาหารของพืชเป็นไปอย่างสมบูรณ์

อาการขาดธาตุเหล็ก

จะแสดงออกทั้งทางใบและทางผล อาการเริ่มแรกจะสังเกตพบว่าใบอ่อนบริเวณเส้นใบยังคงมีคามเขียว แต่พื้นใบจะเริ่มเหลืองซีด ส่วนใบแก่ยังคงมีอาการปกติ ระยะต่อมาจะเหลืองซีดทั้งใบ ขนาดใบจะเล็กลงกว่าปกติและจะร่วงไปก่อนใบแก่เต็มที่ กิ่งแห้งตาย ส่วนอาการที่เกิดขึ้นกับผลผลิตคือผลผลิตจะลดลง ขนาดของผลเล็กและผิวไม่สวย ผิวเรียบและเกรียม การขาดธาตุเหล็กยังมีผลต่อการนเจริญของยอดอ่อนด้วยการแก้ไข ตามปกติช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่พืชสามารถนำธาตุเหล็กไปใช้ได้คือ ค่า pH ระหว่าง 5.5-5.6 แต่ถ้าค่า pH ต่ำกว่านี้ จะทำให้ปริมาณของธาตุเหล็กมีมากเกินไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ ธาตุเหล็กจะไปตรึงธาตุฟอสฟอรัสไว้จนพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ การแก้ไขด้วยการฉีดพ่นธาตุอาหารเสริมทางใบ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการขาดธาตุเหล็กได้

ธาตุทองแดง (Cu)

หน้าที่ของธาตุทองแดง มีผลต่อพืชโดยอ้อม ในการสร้างส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยเพิ่มโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ และป้องกันการถูกทำลายส่วนสีเขียว นอกจากนี้ยังเป็น

ส่วนประกอบของน้ำย่อยในพืช ซึ่งมีผลต่อการปรุงอาหารยังผลต่อการเจริญเติบโตและการติดดอกออกผลธาตุทองแดงยังช่วยให้ต้นพืชสามารถดูดธาตุเหล็กที่อยู่ในดินนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

อาการของพืชที่ขาดธาตุทองแดง

ใบพืชจะมีสีเขียวจัดผิดปกติ แล้วต่อมาจะค่อยๆ เหลืองลงๆ โดยแสดงอาการจะยอดลงมาถึงโคน อาการขาดธาตุทองแดงพบมากในเขตดินเปรี้ยว การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอาจช่วยได้ หรือฉีดพ่นด้วยธาตุอาหารเสริม (ที่มีทองแดงประกอบ) ทางใบ

ธาตุสังกะสี (Zn)

สังกะสีมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช

อาการของพืชที่ขาดธาตุสังกะสี

ทำให้ปริมาณฮอร์โมน IAA ในตายอดลดลง ทำให้ตายอดและข้อปล้องไม่ขยาย ใบออกมาซ้อนๆ กัน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับน้ำย่อยของพืชหลายชนิดในการสร้างอาหารและสังเคราะห์แสง จึงมีผลทางอ้อมในการสร้างส่วนสีเขียวของพืช

ธาตุแมงกานีส (Mn)

ธาตุนี้มีผลกระทบต่อใบ เนื่องจากมีบทบาทในการสั่งเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยในต้นพืช และยังควบคุมกิจกรรมของธาตุเหล็กและไนโตรเจนในต้นพืชอีกด้วย

อาการของพืชที่ขาดธาตุแมงกานีส

ใบจะออกสีเหลืองๆ ส่วนเส้นใบจะเขียวอยู่ปกติ โดยเฉพาะใบอ่อนอาจเกิดเป็นจุดขาวๆ หรือจุดเหลืองที่ใบ ต้นโตช้า ใบไม่สมบูรณ์ พุ่มต้นโปร่งพืชที่แสดงอาการขาดธาตุแมงกานีส ต้องฉีดพ่นเข้าทางใบด้วยธาตุอาหารเสริมที่มีองค์ประกอบของธาตุแมงกานีส

ธาตุโบรอน (B)

มีบทบาทเกี่ยวข้องต่อการดูดดึงธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชดูดเอาธาตุแคลเซียมและไนโตรเจนไปใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชใช้ธาตุโพแทสเซียมได้มากขึ้น มีบทบาทในการสังเคราะห์แสง การย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเพิ่มคุณภาพทั้งรสชาติ ขนาด และน้ำหนักของผล เพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโต เพราะโบรอนจะควบคุมการดูดและคายน้ำของพืชในขบวนการปรุงอาหารอีกทางหนึ่ง

อาการของพืชหากขาดธาตุโบรอน

ส่วนที่จะแสดงอาการเริ่มแรกคือยอดและใบอ่อน ส่วนที่ยอดและตายอดจะบิดงอ ใบอ่อนบางและโปร่งใสผิดปกติ เส้นกลางใบหนากร้าน และตกกระ มีสารเหนียวๆ ออกมาตามเปลือกของลำต้น กิ่งก้านจะแลดูเหี่ยว ผลเล็กและแข็งผิดปกติ มีเปลือกหน้า บางทีผลแตกเป็นแผลได้อาการ

ขาดธาตุนี้จะเห็นเด่นชัดเมื่อต้นพืชกระทบแล้งหรือขาดน้ำมากๆ ควรทำการปรับปรุงดินอย่าให้เป็นกรด-ด่างมากและควรฉีดพ่นอาหารเสริมทางใบที่มีองค์ประกอบของโบรอนด้วย

ธาตุโมลิบดินัม (Mo)

บทบาทและหน้าที่ของธาตุโมลิบดินัมในพืชนั้นทำให้การทำงานของธาตุไนโตรเจนในพืชสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ ยังจำเป็นสำหรับขบวนการสร้างสารสีเขียวและน้ำย่อยภายในพืชบางชนิดด้วย

อาการของพืชที่ขาดธาตุโมลิบดินัม

ที่ใบเป็นจุดด่างเป็นดวงๆ ในขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ ถ้าขาดธาตุนี้รุนแรง ใบจะม้วนเข้าข้างใน ลักษณะที่ปลายและขอบใบจะแห้ง ดอกร่วง และผลแคระแกรนไม่เติบโตเต็มที่

ธาตุคลอรีน (Cl)

คลอรีนสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสงมีผลทำให้พืชแก่เร็วขึ้น

อาการของพืชที่ขาดธาตุคลอรีน

ใบจะซีด เหี่ยว และใบสีเหลืองบรอนซ์ ถ้ามีคลอรีนมากจำทำให้ของใบแห้ง ใบจะเหลืองก่อนกำหนด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) ได้พัฒนาปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตพืชทั้งทางปริมาณและคุณภาพโดยมุ่งเน้นการผลิตที่มีความยั่งยืน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงได้พัฒนาปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมที่ให้ธาตุอาหารครบแบบสมดุลตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดผสมกับฮอร์โมนพืช(อินทรีย์)และเป็นปุ๋ยที่ช่วยปรับปรุงดินทั้งทางกายภาพ-เคมี-ชีวภาพไปพร้อมๆ กัน เรียกว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (Chemical and granular organic fertilizer with Hormone Mixed formula) หรือ HO หมายถึง การนำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นทั้ง 16 ธาตุตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ ผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับปรุงดิน สารเสริมภูมิต้านทานโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วเคลือบด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า ใช้ได้กับพืชทุกชนิด (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552; ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, และชวลิต รักษาริกรณ์, 2556; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2556; Intanon, P., 2013a)

พรทิพย์ ภาชี และคณะ(2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์อีดำ (พันธุ์พื้นเมือง) เป็นพืชทดสอบ ที่ ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกปี 2555

วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 8 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 32 แปลงย่อย โดยพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สำหรับมันสำปะหลังจำนวน 7 สูตร ตามกรรมวิธีของ ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2552) ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม พบว่า มีธาตุอาหารหลักอยู่ในสัดส่วน (Ratio) ของ N:P:K= 1:1:0.6 แต่มีแคลเซียม (Ca) กำมะถัน (S) ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) อยู่ในระดับต่ำ ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พบว่า T4 (HO-4) มีการเจริญเติบโตสูงสุด องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น ความยาวหัว ขนาดหัว น้ำหนักสดต่อหัว น้ำหนักหัวสดต่อต้นพบว่า T4 (HO-4) แสดงผลสูงสุดและได้ผลผลิตสูงสุด 6,140 กก./ไร่และสูงกว่าปุ๋ยเคมี (3,680 กก./ไร่) ส่วนกรรมวิธีที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดได้แก่ T3 (27.9%) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ T4 (26.9%) สูงกว่าปุ๋ยเคมี (23.9 %) ส่วนกรรมวิธี T0 (Control) ได้ผลผลิตต่ำสุด 1,380 กก./ไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด 20.9% ตามลำดับ

ชวลิต รักษาริกรณ์ และคณะ (2555) การศึกษานี้เป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราอย่างเหมาะสมและยั่งยืนประกอบด้วย 2 การทดลองในแบบ RCBD โดยใช้ต้นยางสายพันธุ์ RRIM 600 อายุ1 ปีและ 4 ปีในแปลงเกษตรกรเป็นพืชทดสอบประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้นรวมทั้งหมด 20 ต้นดังนี้T0 ไม่ใส่ปุ๋ยแปลงเปรียบเทียบ(VCO), T1 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1(VHo-1), T2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม2 (VHo2), T3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (VHo3), และ T4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (VCH) ตามลำดับการใส่ปุ๋ยยางอายุ1 ปีใส่อัตรา 300 กรัม /ต้น/ปีและยางอายุ4 ปีใส่อัตรา 1,000 กรัม /ต้น/ปีตามลำดับทำการบันทึกข้อมูลดังนี้1)สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง 2) การวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง 3) วิเคราะห์คุณสมบัติด้านเคมีบางประการของปุ๋ย 4) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของยางพารา จากผลการศึกษาพบว่าสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองอยู่ในสภาวะปกติเหมือนทุกปีผลจากการวิเคราะห์ดินพบว่าดินก่อนและหลังการทดลองมีไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกันผลการวิเคราะห์ปุ๋ยพบว่าธาตุไนโตรเจนแสดงออกมาสูงสุดในกรรมวิธีT4 (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%) ตามลำดับส่วนธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมพบว่ามีอยู่ครบถ้วนในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแต่ไม่พบในปุ๋ยเคมี(T4) ผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบของยางพาราอายุ 1 ปีในด้านความสูงต้นขนาดลำต้นและจำนวนฉัตรพบว่า T3, T1, T2, T4 และ T0 แสดงผลสูงสุด

ตามลำดับและในในยางพาราอายุ4 ปีพบว่า T3, T4, T2, T1 และ T0 แสดงผลสูงสุดตามลำดับเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยแล้วพบว่า T3 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการส่งเสริมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกยางพาราช่วงอายุ 1- 4 ปี

สุรีรัตน์ จับแก้ว (2552) การศึกษาอิสระด้านการจัดการทรัพยากรดินปริญญาตรี การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และ ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของและผลผลิตข้าว พบว่าปุ๋ยสูตรที่มีธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงสุดได้แก่ ปุ๋ยเคมี (46-0-0) ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ปุ๋ยอินทรีย์เคมี ตามลำดับ สูตรปุ๋ยที่ทำให้ข้าวเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบสูงสุดได้แก่ กรรมวิธีที่ 12, 8, 11, 5, 6, 2, 4, 9, 3, 1, 10, และ 7 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับระดับธาตุไนโตรเจนที่มีในสูตร กรรมวิธีที่ทำให้ข้าวมีผลผลิตต่อไร่มากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 8 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 25 กก./ไร่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูงสุดซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตอยู่ในระดับ 70 ถัง/ไร่ ในการใส่ครั้งแรก ผลโดยรวมสามารถกล่าวได้ว่าการที่ข้าวจะให้ผลผลิตสูงนั้นสูตรปุ๋ยที่ดีนอกจากจะมีไนโตรเจนที่ไม่สูงเกินไปแล้วจะต้องมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมประกอบด้วยแล้ว และยังมีสารปรับสภาพดิน มุ่งเน้นปรับปรุงทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ ร่วมกันดังนั้นสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกข้าวคือกรรมวิธีที่ 8 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 25 กก./ไร่ และ กรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 50 กก./ไร่

วีรภัทร เกตุอินทร์ (2552) ปัญหาพิเศษปริญญาตรีการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของยางพารา พบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (T3) และ ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดสูตรผู้ใหญ่เข็ม (T2) มีการเจริญเติบโตสูงสุดตามลำดับ และเมื่อพิจารณากับองค์ประกอบของสูตรและต้นทุนการผลิตแล้วพบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ EM และมีส่วนผสมของฮอร์โมนพืช จึงสรุปได้ว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชวลิต รักษาริกรณ์ (2552) ปัญหาพิเศษปริญญาตรี อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะนาว พบว่า ปุ๋ยเคมี (T2) ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (T4) มีผลทำให้มะนาวมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดตามลำดับ อย่างไรก็ตามถึงแม้ปุ๋ยเคมีจะแสดงผลออกมาสูงที่สุดก็ตามแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 ในทุกรายการของการเจริญเติบโต เนื่องจากองค์ประกอบและต้นทุนของสูตรฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ EM และมีส่วนผสมของฮอร์โมนพืชจึงอาจกล่าวได้ว่า

มีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ 2 ทดแทนปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนและการผลิตที่ยั่งยืน

ภุชงค์ สุวัฒนากูลย์ (2552) ปัญหาพิเศษปริญญาตรี การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของยูคาลิปตัส พบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (T3) และ ปุ๋ยเคมี (T4) มีผลทำให้ยูคาลิปตัสมีการเจริญเติบโตสูงสุดตามลำดับ และเมื่อพิจารณากับองค์ประกอบของสูตรและต้นทุนการผลิตแล้วพบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ EM และมีส่วนผสมของฮอร์โมนพืช จึงสรุปได้ว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เจนจิรา ใจทาน (2552) ปัญหาพิเศษปริญญาตรี การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของแตงกวา พบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (T5) มีการเจริญเติบโตสูงสุดในทุกรายการ ดังนั้นในการปลูกแตงกวาสามารถที่จะนำฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 ไปใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดีนอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดต้นทุนได้อีกด้วย และเมื่อพิจารณากับองค์ประกอบของสูตรและต้นทุนการผลิตแล้วพบว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ EM และมีส่วนผสมของฮอร์โมนพืช จึงเป็นทางเลือกเพื่อการผลิตแตงกวาที่ปลอดสารพิษและปลอดภัยต่อผู้บริโภคสามารถทำการผลิตได้อย่างยั่งยืน

รัตนา แทนเทือก (2552) การศึกษาอิสระด้านการจัดการทรัพยากรดินปริญญาตรี อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และ ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแบ่ง พบว่า กรรมวิธีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตสูงสุดของหอมแบ่งดังนี้ ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (T4) ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (T3) ตามลำดับ ดังนั้นการปลูกหอมแบ่งที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ควรแนะนำให้ใช้ ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 เนื่องจากเป็นปุ๋ยละลายช้าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแบ่ง จึงสรุปได้ว่าฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กัญธิมา นวลจันทร์ (2552) การศึกษาอิสระด้านการจัดการทรัพยากรดินปริญญาตรี การศึกษาฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมเพื่ออการเจริญเติบโตของมะรุม จากการทดลองสรุปๆได้ว่า กรรมวิธีที่ดีที่สุด คือกรรมวิธีที่ 3 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 และพบว่ากรรมวิธีที่เป็นฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 3 สูตรจะแสดงผลการเจริญเติบโตดีกว่าปุ๋ยเคมี ผลที่แสดงออกมาเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่า ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมมีส่วนผสมที่ประกอบไปด้วยธาตุอาหารอย่างสมดุล คือ

มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ EM และมีส่วนผสมของฮอร์โมนพืชที่เป็นประโยชน์จำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

กมลชนก ห่วงมี, วิภาวรรณ สายคำยศ, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2557) ได้ศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนู การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตพริกขี้หนูและเป็นแนวทางในการ ลด ละ เลิก ในการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง ทำการทดลองในกระถางเบอร์ 12 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำปลูกพริกแบบเพาะเมล็ดกระถางละ1 ต้น ประกอบด้วย T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15), T2 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1 (HO-1), T3 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (HO-2) และ T4 ใส่ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 (HO-3) ใส่ปุ๋ยทุกชนิดในอัตรา 300 กรัม/กระถางโดยใช้พริกขี้หนูพันธุ์พิจิตร เป็นพืชทดสอบ ที่คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างธันวาคม 2555 ถึง พฤษภาคม 2556 ทำการบันทึกข้อมูลได้แก่การรวบรวมสภาพแวดล้อมบริเวณสถานที่ทดลอง วิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก N-P-K ในฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม บันทึกการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดลำต้นพบว่ากรรมวิธี T2 (HO-1) แสดงผลออกมาสูงสุดส่วนจำนวนกิ่งและจำนวนใบแสดงผลสูงสุดในกรรมวิธี T3 (HO-2) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในทุกรายการที่บันทึกเช่น จำนวนดอก/ต้น จำนวนผลสดรวม/ต้น จำนวนผลสุกรวม/ต้น น้ำหนักผลสด/ผล น้ำหนักผลสดรวม/ต้น น้ำหนักผลแห้ง/ผล น้ำหนักผลแห้งรวม/ต้น พบว่ากรรมวิธี T3 (HO-2) แสดงผลออกมาสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยพบว่ากลุ่มของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทั้ง 3 สูตรให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมี (T1) และสูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (T0) ทั้งนี้เพราะ T3 (HO-2) มีองค์ประกอบแบบสมดุลมีธาตุอาหารครบทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในระดับสูง มีสารสร้างภูมิคุ้มกันให้กับพืช สารปรับสภาพดิน และจุลินทรีย์ที่เป็นปะโยชน์ (EM) จำนวนมากจึงสรุปได้ว่าT3 (HO-2) มีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2555) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว โดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ปั้นเม็ดสูตรผสม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพันธุ์ กข 41 ทำการทดลองในแปลงกสิกร ที่หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จัดสิ่งทดลองประกอบด้วย 7 กรรมวิธีๆ

คือ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย, T1 ปุ๋ยเคมี (46-0-0), T2 ปุ๋ยเคมี (16-20-0), T3 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-1, T4 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2, T5 ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-3 และ T6 ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ในแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 ซ้ำระหว่าง มกราคม - เมษายน 2555 ใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีในอัตรา 50 กก./ไร่ พบว่า กรรมวิธีที่มีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุด ได้แก่ T1, T2, T4, T5, T3 และ T6 ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีธาตุอาหารรองรวมสูงสุดได้แก่ T5, T4, T3, T6, T1 และ T2 ตามลำดับ และกรรมวิธีที่มีธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุดได้แก่ T4, T5, T3, T6, T1 และ T2 ตามลำดับ ด้านการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative Phase) ของข้าว พบว่ากรรมวิธีที่มีการเจริญเติบโตสูงสุดในด้านความสูงมากที่สุดได้แก่ T5, T3, T4, T1, T2, T6, และ T0 ตามลำดับ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T4, T5, T3, T6, T2, T0 และ T1 ตามลำดับ โดยได้ผลผลิต 784., 778, 777, 737, 727, 657 และ 557 กก./ไร่ ตามลำดับ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า ฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม-2 (T4) มีเหมาะสมในการปลูกข้าวมากที่สุด เพราะได้ผลผลิตสูงสุด อันเนื่องมาจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชอยู่ครบถ้วน ในปริมาณมากและมีคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงดินได้อีกด้วย

วิภาวรรณ สายคำยศ, จันทร์เพ็ญ ชุมแสง, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2559) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยใช้ปาล์มพันธุ์ซีพีเทเนอร่าอายุ 5 ปีเป็นพืชทดสอบที่ตำบลไทยชนะศึก อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัยโดยทำการวางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 6 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น รวม 24 ต้นโดยทำการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมสำหรับปาล์มน้ำมันจำนวน 2 สูตรจากผลการทดลองพบว่าการจัดการปุ๋ยเคมี (T3 และ T4) และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมร่วมกับปูนขาว (T5 และ T6) และการใส่ปูนขาวเพียงอย่างเดียว (T2) และการไม่ใส่ปุ๋ยและปูนขาว (T1) ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่มีผลผลิตต่อไร่สูงสุด ได้แก่ T6, T5, T4, T3, T2, T1 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,353, 2,952.0, 2,739.4, 2,682.6, 1,455.2และ1,410.7 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 37) ผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่าดินในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันที่มีการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยเคมีและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแล้วพบว่า กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมีแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติ โดยเฉพาะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) ที่มีระดับสารที่เข้มข้นกว่า ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 1 (HO-1) องค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) จึงมีประสิทธิภาพสูงต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินและสมบัติทางเคมีอื่นๆ ให้ดีขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นจึงมีผลต่อการดูดธาตุอาหารของพืชให้สูงขึ้นทั้งในเชิงปริมาณและในด้านความสมดุลของธาตุอาหารทั้ง

ธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) และธาตุอาหารเสริม (Fe-Cu-Zn-Mn-B) อย่างครบถ้วนซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีอยู่อย่างครบถ้วนในปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) เมื่อการดูดธาตุอาหารเกิดขึ้นได้ดีการสังเคราะห์แสงของพืชจึงสูงขึ้น ทำให้การเจริญเติบโต เช่น การสร้างจำนวนทางใบจึงมากขึ้นตามไปด้วย มีผลทำให้การสร้างอินทรีย์สารภายในต้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) สูงขึ้นจึงทำให้การสะสมอินทรีย์สาร (Dry matter) ในผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นสูงสุดใน T6 ดังกล่าว ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตอาทิ จำนวนทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ย น้ำหนัก 100 เมล็ดและผลผลิตต่อไร่ จึงสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดและปุ๋ยเคมีทั่วไปทั้งนี้เพราะเป็นปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมซึ่งเกิดจากวัสดุที่หลากหลายแต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากมะม่วงเป็นพืชที่ให้ผลผลิตหลายตันต่อไร่และต้องการธาตุอาหารปริมาณมากและครบถ้วนดังจะเห็นได้จากต้องให้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักในระดับสูงและมีการเสริมโบรอน (B) ด้วยในช่วงให้ผลผลิต ด้วยเหตุนี้การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีธาตุอาหารแบบองค์รวมที่เหมาะต่อดินและพืชและเป็นการปรับปรุงบำรุงดินไปพร้อมๆ กันนั้นย่อมเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก ในการพัฒนาสูตรของปุ๋ย HO นั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบของสูตรได้แก่ การพัฒนาปุ๋ยน้ำชีวภาพประสิทธิภาพสูง การพัฒนาน้ำสกัดสมุนไพรประสิทธิภาพสูง การพัฒนาฮอร์โมนอินทรีย์น้ำและวัสดุอินทรีย์ที่มีความเหมาะสม ก่อนที่จะปั้นเป็นเม็ดปุ๋ย HO เพื่อการผลิตมะม่วงที่ได้คุณภาพสำหรับการส่งออก โดยทำการทดสอบประสิทธิผลในแปลงปลูกมะม่วงของเกษตรกร ระหว่างปุ๋ย HOที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยทำการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน การเจริญเติบโต ผลที่มีต่อทางสรีรวิทยา ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเพื่อการส่งออก และต้นทุน-กำไร แบบสังเขปเป็นต้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

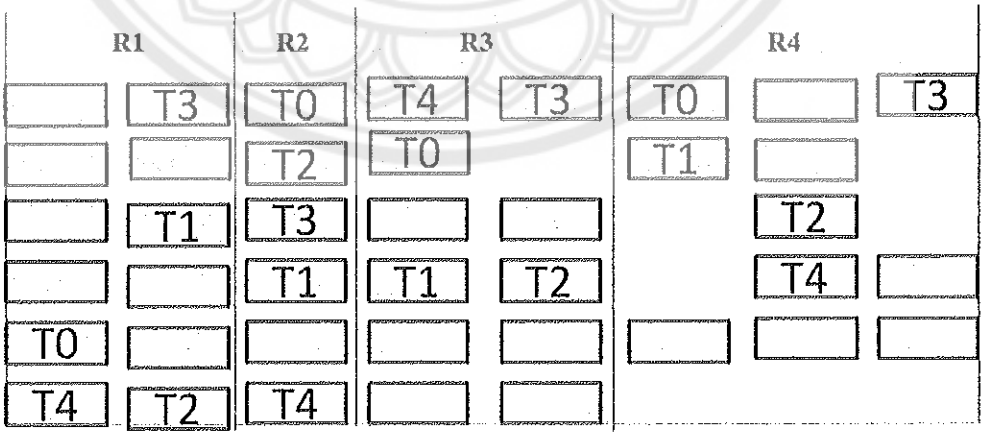
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ทำการทดลองในแปลงมะม่วง (พันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง) ของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุต้น 10 ปี ระยะปลูก 8x8 เมตร ในพื้นที่ของเกษตรกร บ้านม่วงหอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2561 ซึ่งเป็นที่นิยมในการส่งออกเป็นพืชทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นการทดลองแบบปฏิบัติการ (Action Research) เปรียบเทียบประสิทธิผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ในแปลงปลูกมะม่วง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)โดยออกแบบพัฒนาสูตรปุ๋ยนวัตกรรมใหม่เพื่อใช้ผลิตมะม่วง แล้วเก็บข้อมูลการวิจัยโดยใช้แบบบันทึกข้อมูลวิเคราะห์ดิน ปุ๋ย พืช, แบบบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต, แบบบันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เปรียบเทียบข้อมูลการเจริญเติบโต (Vegetative Phase) ลักษณะทางสรีระวิทยา (Physiology) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (Reproductive Phase)



ภาพ 4 แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ประกอบด้วย การพัฒนาสูตรฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HOV) จำนวน 1 สูตร เพื่อเร่งการเจริญเติบโตด้าน กิ่ง ยอดและใบเพื่อใช้กับทุกกรรมวิธีที่มีการจัดการปุ๋ยเรียกว่าสูตร V ซึ่งย่อมาจาก Vegetative การพัฒนาสูตรฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HOR) จำนวน 3 สูตร เพื่อเร่งการออกดอกติดผล ขยายขนาดของผลและเพิ่มผลผลิตพัฒนาคุณภาพผลผลิตให้สามารถส่งออกได้ เรียกว่า สูตร R ซึ่งย่อมาจาก Reproductive จำนวน 3 สูตรที่มีองค์ประกอบเหมือนกันแต่แตกต่างที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับคือระดับต่ำ-ระดับกลาง-ระดับสูงหรือ สูตร HOR1, HOR2, HOR3 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีควบคุมต่อไป ปุ๋ย HO ที่พัฒนาขึ้นจะทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและชีวภาพ ดังนี้

ตาราง 8 วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

สูตรปุ๋ย	วัตถุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (โดยน้ำหนัก %)						Total 100%
	A	B	C	D	E	F	
HO- V	30	20	20	10	10	10	100
HO-R1	15	15	40	15	10	5	100
HO-R2	20	15	35	15	10	5	100
HO-R3	35	15	20	15	10	5	100

หมายเหตุ: A = Ratio between Major nutrients (70%)/secondary nutrients (20%)/micronutrients (10%) by chemical fertilizer (สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552)

B = Powder of compost with high nutrients (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ, 2552)

C = Soil amendment (ทัศนีย์ อัตตะนันท์, 2537)

D = compost of herb plant mixed with herbal extract liquid (ปิยะ ดวงพัตรา, 2537)

E = Bio-liquid hormones (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ, 2552)

F = Bio-liquid fertilizer with EM (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ, 2552)

ภาพ 5 การปั้นปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

2. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม R (สูตร HOR1, HOR2, HOR3) เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเพื่อการส่งออก โดยทำการทดลองในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุต้น 10 ปี ระยะปลูก 8x8 เมตร วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี วิธีละ 4 ซ้ำ รวม 4 ต้น/กรรมวิธี หรือทั้งหมด 20 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ ปุ๋ย HOV+HOR1

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ ปุ๋ย HOV+HOR2

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ ปุ๋ย HOV+HOR3

โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่1 ภายหลังการตัดแต่งกิ่งใส่ปุ๋ย HOV=2 กก./ต้น ครั้งที่ 2 เมื่อมะม่วงเป็นใบเพสลาด ใส่ปุ๋ย HOR=2 กก./ต้น ครั้งที่3 หลังออกดอกแล้วและติดผลเล็กขนาดเท่าหัวแม่มือใส่ปุ๋ย HOR=1 กก./ต้น

ตาราง 9 การใส่ปุ๋ยในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตตามแผนการทดลอง

กรรมวิธี	หลังตัดแต่งกิ่ง (กก./ต้น)	ใบเพสลาด (กก./ต้น)	หลังติดผล (กก./ต้น)
T0 (control)	-	-	-
T1 (ปุ๋ยเคมี สูตร15-15-15)	2	2	1
T2 (ปุ๋ย HOV+HOR1)	2(V)	2(R1)	1(R1)
T3 (ปุ๋ย HOV+HOR2)	2(V)	2(R2)	1(R2)
T4 (ปุ๋ย HOV+HOR3)	2(V)	2(R3)	1(R3)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในแปลงทดลอง อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากแหล่งใกล้เคียง

2. วิเคราะห์ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

2.1 ธาตุอาหารหลัก (N P K)

วิเคราะห์ไนโตรเจน (N) โดยการหาไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) โดยใช้เทคนิค Kjeldahl Method (Black,1965) มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการย่อย การกลั่น และการไทเทรต ขั้นตอนการย่อย (Digestion step) เป็นการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็น (NH4) 2SO4 โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา K2SO4: CuSO4 5H2O: Se ในอัตราส่วน 100:10:1 โดยมวล หนัก 1 กรัม ต่อสารละลายดินหรือปุ๋ย 5 mL ขั้นตอนการกลั่น (Distillation step) เป็นการเปลี่ยน (NH4)2SO4 ที่เกิดจากการย่อยในขั้นตอนแรกไปเป็นแก๊ส NH3 โดยเติม NaOH ลงไป จากนั้นจับแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยกรดบอริก ขั้นตอนการไทเทรต (Titration step) ขั้นตอนนี้เป็นการไทเทรตหา NH4H2BO3 ที่เกิดขึ้นโดยใช้กรด HCl หรือ H2SO4

วิเคราะห์ฟอสฟอรัส (P) โดยการหาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai. Phosphorus) โดยใช้เทคนิควานาโดโมลิบเดต (Black, C. A., 1965) ใช้กรดเข้มข้นผสม HClO4: HNO3 ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร ในการย่อยตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟต จากนั้นทำให้เกิดสีกับ vanadomolydate reagent เกิดเป็นสารเชิงซ้อน ซึ่งมีสีเหลือง วัดหาปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

วิเคราะห์โพแทสเซียม (K) โดยการหาโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai. Potassium) โดยวิธีเบรย์ 2 (Black, C. A., 1965) ในการสกัดอัตราส่วน 1:7 โดยปริมาตร แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 720 นาโนเมตร

2.2 ธาตุอาหารรอง (Ca Mg S)

การวิเคราะห์แคลเซียม (Ca) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Calcium) ทำการสกัดสารด้วยสารละลาย NH4OAc ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์แมกนีเซียม (Mg) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Magnesium) ทำการสกัดสารด้วยสารละลาย NH4OAc ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์กำมะถัน (S) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Sulfur) ทำการสกัดสารด้วยสารละลาย NH4OAc ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

2.3 ธาตุอาหารเสริมที่สำคัญ (Fe Cu Zn Mn B)

การวิเคราะห์เหล็ก(Fe) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai. Ferric) ทำการสกัดสารด้วยสารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์ทองแดง(Cu) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Copper) ทำการสกัดสารด้วย สารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์สังกะสี(Zn) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Zinc) ทำการสกัดสารด้วยสารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์แมงกานีส(Mn) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai. Manganese, Avai.) ทำการสกัดสารด้วย สารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การวิเคราะห์โบรอน (B) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Avai.Boron) ทำการสกัดสารด้วย สารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

2.4 อินทรียวัตถุ (Organic Matter:OM) วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุดินโดยวิธีของ Walkley และ Black ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ละลายด้วย K2Cr2O7 10 ml เติมกรด H2SO4 15 ml เติมน้ำ DI 75 ml หยด Indicator (Ferroin) ไทยเทรตด้วย K2Cr2O7 แล้วคำนวนหาปริมาณอินทรีย์วัตถุ

2.5 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วย pH Meter ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ละลายด้วยน้ำ DI 10 ml หรือแบบ 1:1 แล้วนำไปเวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH meter

2.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วย Electrode conductivity ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ละลายด้วยน้ำ DI 50 ml หรือแบบ 1:5 แล้วนำไปเวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge แล้ววัดค่าด้วย เครื่อง EC meter

3. วิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง ดังนี้

3.1 ธาตุอาหารหลัก(Total Nitrogen:N, Avai Phosphorus:P, Avai Potassium:K) วิเคราะห์ปริมาณเปอร์เซนต์ไนโตเจนโดยใช้เทคนิค Kjeldahl Method วิเคราะห์ปริมาณฟอฟอรัสและโฟแทสเซียม โดยวิธีของ Bray II/ Digestion

3.2 ธาตุอาหารรอง (Avai Calcium:Ca, Avai Magnesium:Mg, Avai Sulfur:S) วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ ด้วยวิธี Atomic absorption spectroscopy

3.3 ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Avai Ferric:Fe, Avai Copper:Cu, Avai Zinc:Zn, Avai Manganese:Mn, Avai Boron:B) วิเคราะห์ปริมาณเฟอริก คอปเปอร์ ซิงค์ แมงกานีส โบรอน ด้วยเทคนิควิธี NH_4OAC และAtomic absorption spectroscopy

3.4 อินทรียวัตถุ (Organic Matter:OM) วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุดินโดยวิธีของ Walkley และ Black

3.5 การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วย pH Meter

3.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วย Electrode conductivity

4. วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช ดังนี้

4.1 ธาตุอาหารหลัก (Total Nitrogen: N, Avai Phosphorus: P, Avai Potassium: K) วิเคราะห์ปริมาณเปอร์เซนต์ไนโตเจนโดยใช้เทคนิค Kjeldahl Method วิเคราะห์ปริมาณฟอฟอรัสและโฟแทสเซียม โดยวิธีของ Bray II/ Digestion

4.2 ธาตุอาหารรอง (Avai Calcium: Ca, Avai Magnesium: Mg, Avai Sulfur: S) วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ ด้วยเทคนิควิธี Atomic absorption spectroscopy

4.3 ธาตุอาหารเสริมบางชนิด (Avai Ferric: Fe, Avai Copper: Cu, Avai Zinc: Zn, Avai Manganese: Mn, Avai Boron: B) วิเคราะห์ปริมาณเฟอริก คอปเปอร์ ซิงค์ แมงกานีส โบรอน ด้วยเทคนิควิธี NH_4OAC และAtomic absorption spectroscopy

5. วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และวัตถุแห้ง (Dry matter) ในใบพืช โดยสุ่มใบที่โตเต็มที่บริเวณปลายยอดรอบทรงพุ่ม โดยคัดเลือกมา 5 ใบ/ต้นเพื่อใช้เป็นใบสำหรับวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และเก็บเป็นตัวอย่างเพื่อนำไปชั่งหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการสร้างอาหารในต้นพืช ทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และเก็บใบตัวอย่างหาน้ำหนักแห้งใน 3 ระยะการเจริญเติบโตของพืช คือ ระยะแตกกิ่งและยอดอ่อน ระยะสะสมธาตุอาหารในใบที่โตเต็มที่หรือระยะใบเพสลาด ระยะติดผลอ่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 cm การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ใช้เครื่อง SPAD (Chlorophyll meter) การหาวัตถุแห้งใช้วิธีการอบด้วยอุณหภูมิ 65 C เป็นเวลา 12 ชั่วโมงขึ้นไปก่อนนำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณต่อไป

6. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ดังนี้

6.1 ขนาดทรงพุ่ม โดยทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มส่วนที่กว้างที่สุด มีหน่วยเป็นเมตรหรือเซ็นติเมตร

6.2 การเจริญเติบโตทางลำต้น โดยทำการวัดเส้นรอบลำต้น บริเวณเหนือผิวดิน 10 cm มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

6.3 จำนวนการแตกกิ่งใหม่ โดยนับจำนวนกิ่งแขนงที่เกิดขึ้นใหม่ภายหลังการตัดแต่งกิ่งทั้งหมด ใน 1 ต้นรวมกัน

7. บันทึกผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การวัดองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่

7.1 จำนวนช่อดอกต่อต้น โดยการนับจำนวนช่อดอกในหนึ่งต้นรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

7.2 จำนวนผลต่อต้น โดยการนับจำนวนผลทั้งหมด (ผลที่ผ่านเกณฑ์และผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์) ในหนึ่งต้นรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

7.4 ผลผลิต/ไร่ โดยการนับจำนวนผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานใน 1 ต้นรวมกันและชั่งน้ำหนักหาค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อต้น ก่อนนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาผลผลิตต่อไร่ต่อไป

8. การบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อการส่งออก ได้แก่

8.1 น้ำหนักผล โดยการหาน้ำหนักผลต่อลูก และหาน้ำหนักผลที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในหนึ่งต้นรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ตามมาตรฐานการส่งออกน้ำหนักผลขนาดใหญ่ต้องมีน้ำหนัก 351 กรัมขึ้นไป ขนาดกลาง 300-350 กรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557)

8.2 ขนาดผล โดยการสุ่มเลือกผลผลิตเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างจำนวน 10 ผลต่อต้น ใช้เวอร์เนียวัดตัดขวางในส่วนที่กว้างที่สุดและส่วนที่ยาวที่สุดของผลมีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร ตามมาตรฐานคุณภาพการส่งออก (กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557)

8.3 รสชาติ โดยการสุ่มคัดเลือกผลผลิตมาจำนวน 10 ผลต่อต้น เสร็จแล้วนำมาวัดหาค่าความหวาน ด้วยเครื่อง Refractometer ตามมาตรฐานคุณภาพการส่งออกความหวานอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 17 %Brix (กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557)

9. บันทึกต้นทุนและผลกำไรแบบสังเขป ทำการบันทึกข้อมูลเฉพาะส่วนที่เป็นต้นทุนหมุนเวียน ได้แก่

9.1 ค่าแรงงาน (บาท/ไร่) แบ่งเป็น ค่าเตรียมแปลง ค่าแรงตัดแต่งกิ่ง ค่าแรงงานห่อผลและเก็บเกี่ยว

9.2 ค่าวัสดุ (บาท/ไร่) แบ่งเป็น ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและอาหารเสริม ค่ากำจัดวัชพืชน้ำมันเครื่องตัดหญ้า ค่าถุงห่อผล เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง 10 แผนการดำเนินงาน

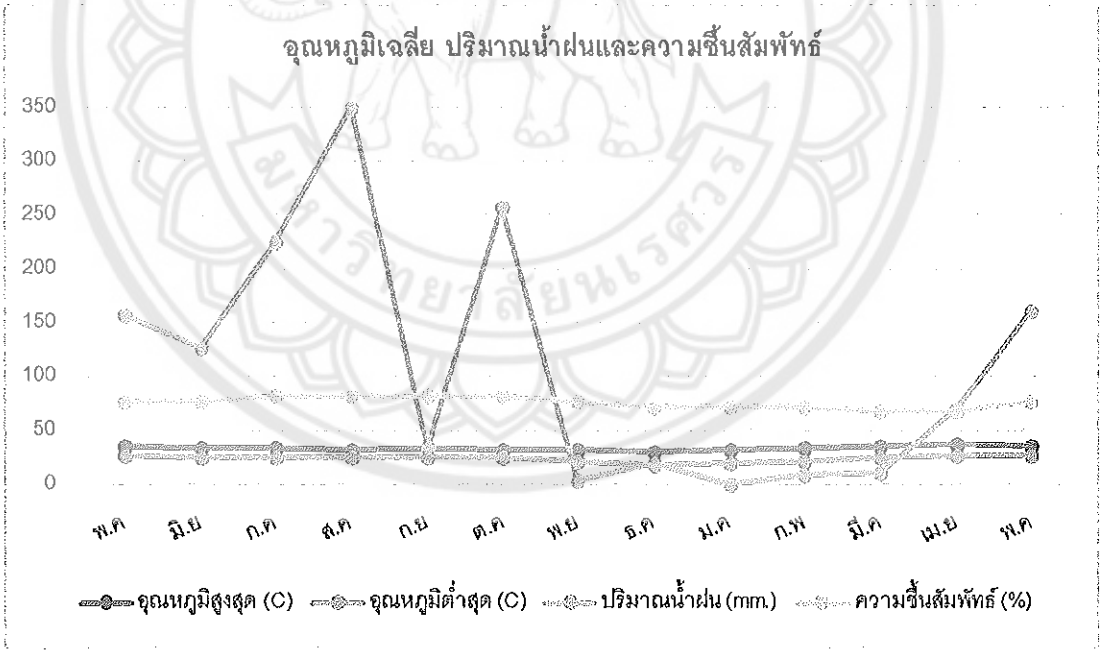
รายการกิจกรรม	เดือน (พฤษภาคม 2560 – พฤษภาคม 2561)											
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ	มี.ค.	เม.ย.
1. เตรียมแปลงทดลอง	→											
2. เก็บข้อมูลดินวิเคราะห์ก่อนการทดลอง	→											
3. พัฒนาปุ๋ย HOตามกรรมวิธี	→											
4. บันทึกต้นพืชก่อนการทดลองและทำการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี	→			→		→						
5. บันทึกการเจริญเติบโต	→			→		→						
6. วัดสรีรวิทยาของพืช	→			→		→						
7. บันทึกข้อมูลผลผลิต/องค์ประกอบผลผลิต									→			
8. เก็บข้อมูลดินวิเคราะห์หลังการทดลอง												→
7. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติและต้นทุนการผลิต												→
8. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์												→

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง

สภาพภูมิอากาศระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2560 ถึง เดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยรวบรวมข้อมูลจากสถานีศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง จ.พิษณุโลก และกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศษฐกิจและสังคม ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ ที่ทำวิจัยพบว่าระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2560 ถึง เดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 33.77 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.38 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 109.31 มิลลิเมตร และความชื้นสัมผัสเฉลี่ย 75.85 เปอร์เซ็นต์ สิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพปกติไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง



ภาพ 6 สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองระหว่างเดือน พ.ค. 2560-พ.ค. 2561

ที่มา: สถานีศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง ต.ท่าทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม สูงสุด ได้แก่ ปุ๋ยเคมี (15-15-15) เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแล้วพบว่า ธาตุอาหาร N, P และ K รวมสูงสุดใน HOR3 ธาตุอาหารรองรวมสูงสุดใน HOR3 และธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุดใน HOR3

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

Properties		Fertilizers				
		15-15-15	HOV	HOR1	HOR2	HOR3
Major nutrients	N%	15	2.55	2.65	2.71	2.80
	P%	15	1.44	1.62	1.75	1.85
	K%	15	10.29	10.54	10.73	10.97
	Total%	45	14.27	14.82	15.18	15.62
Secondary nutrients	Ca%	-	1.99	2.14	2.40	2.87
	Mg%	-	1.11	1.36	1.48	1.54
	S%	-	0.75	0.92	1.14	1.21
	Total%	-	3.86	4.42	5.02	5.62
Micro nutrients	Fe (ppm)	-	1.35	1.79	2.35	2.46
	Cu (ppm)	-	44.47	47.33	49.66	53.72
	Zn (ppm)	-	139.73	155.28	189.62	203.17
	Mn (ppm)	-	254.06	272.36	281.78	298.55
	Bo (ppm)	-	30.33	33.55	35.85	37.52
	Total%	-	0.047	0.051	0.056	0.060
Organic matter	OM%	-	1.13	1.20	1.44	1.51
pH (1:1)		-	8.14	6.43	7.35	7.68
EC (ดิน:น้ำกลั่น; 1:5)	EC (us/cm)	-	67.31	66.25	63.44	61.12

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุต้น 10 ปี ดินมี pH 8.53 มีความเป็นด่างอ่อน อินทรียวัตถุ (OM) 0.925% อยู่ในระดับต่ำ ความเค็มของดิน (EC 1:5) 70.85 us/cm อยู่ในระดับต่ำมาก ภายหลังการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ดินมี pH เป็นกลาง อินทรียวัตถุ (OM) อยู่ในระดับปานกลางจนถึง สูงปานกลาง ความเค็มของดิน อยู่ในระดับต่ำมาก ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเพิ่มขึ้น

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

Properties		After the experiment					
		Before the experiment	T0 Control	T1 15-15-15	T2 HOR1	T3 HOR2	T4 HOR3
Major nutrients	N%	1.05	1.20	1.50	1.53	1.65	1.76
	P%	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58	0.74
	K%	1.14	1.25	1.36	1.46	1.74	2.21
	Total%	2.58	2.86	3.31	3.48	3.96	4.71
Secondary nutrients	Ca (ppm)	695.14	675.73	653.25	1364.4	1543.2	2184.7
	Mg (ppm)	153.14	157.71	196.23	373.27	446.45	491.45
	S (ppm)	3400.0	3900.0	4800.0	5800.0	6300.0	6500.0
	Total%	0.42	0.47	0.56	0.75	0.83	0.92
Micro nutrients	Fe (ppm)	1030.0	1580.0	3900.0	1080.0	1213.0	1531.0
	Cu (ppm)	1.02	1.12	1.14	1.96	2.90	4.75
	Zn (ppm)	39.69	49.58	52.29	67.41	76.23	112.77
	Mn (ppm)	33.54	33.82	39.80	85.22	141.94	163.23
	Bo (ppm)	0.19	0.25	0.35	1.38	2.06	3.75
	Total%	0.11	0.17	0.40	0.12	0.14	0.18
OM	OM%	0.93	1.53	1.96	2.17	2.31	3.03
pH (1:1)		8.53	8.57	8.28	7.62	7.46	7.21
EC (1:5)	EC(us/cm)	70.85	70.83	70.16	67.14	63.16	62.23

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช พบว่า ก่อนการทดลองใบพืชมีธาตุอาหารหลักรวม 1.50% ธาตุอาหารรองรวม 0.37% ธาตุอาหารเสริมรวม 0.07% ภายหลังการทดลองพบว่า ใบพืชมีธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้น

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืชก่อนและหลังการทดลอง

Properties		After the experiment					
		Before the	T0	T1	T2	T3	T4
		experiment	Control	15-15-15	HOR1	HOR2	HOR3
Major	N%	0.96	1.08	1.42	1.40	1.52	1.53
nutrients	P%	0.11	0.13	0.13	0.15	0.17	0.18
	K%	0.43	0.51	0.52	0.63	0.67	0.73
	Total%	1.50	1.72	2.07	2.18	2.36	2.44
Secondary	Ca (ppm)	168.14	190.87	196.62	539.36	566.92	746.37
nutrients	Mg (ppm)	110.92	112.35	113.90	164.05	170.29	171.99
	S (ppm)	90.00	110.00	140.00	160.00	150.00	170.00
	Total%	0.37	0.41	0.45	0.86	0.89	1.09
Micro	Fe (ppm)	43.75	58.76	63.07	101.44	115.32	171.51
nutrients	Cu (ppm)	0.01	0.02	0.02	1.20	2.20	2.43
	Zn (ppm)	20.65	20.98	30.49	40.79	50.20	80.10
	Mn (ppm)	10.19	10.17	10.60	40.44	60.80	80.54
	Bo (ppm)	0.18	0.20	0.34	0.45	0.49	0.54
	Total%	0.07	0.09	0.10	0.18	0.23	0.34

ผลการวิเคราะห์สรีรวิทยาของใบพืช

ผลการวิเคราะห์สรีรวิทยาของใบพืช พบว่า ก่อนการทดลองใบพืชมีปริมาณ Chlorophyll 44.45 spad unit Dry matter 3.39 g ภายหลังการทดลองพบว่า ใบพืชมีปริมาณ Chlorophyll เพิ่มสูงขึ้นสูงสุดใน T4 (HOR3) 50.33 spad unit และ Dry matter เพิ่มสูงขึ้นสูงสุดใน T4 (HOR3) 6.76

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์สรีรวิทยาของใบพืช

Properties		After the experiment					
		Before the experiment	T0 Control	T1 15-15-15	T2 HOR1	T3 HOR2	T4 HOR3
Chlorophyll	spad unit	44.45	47.98	49.23	49.38	49.40	50.33
Dry matter	g	3.39	4.91	5.22	5.27	5.73	6.76

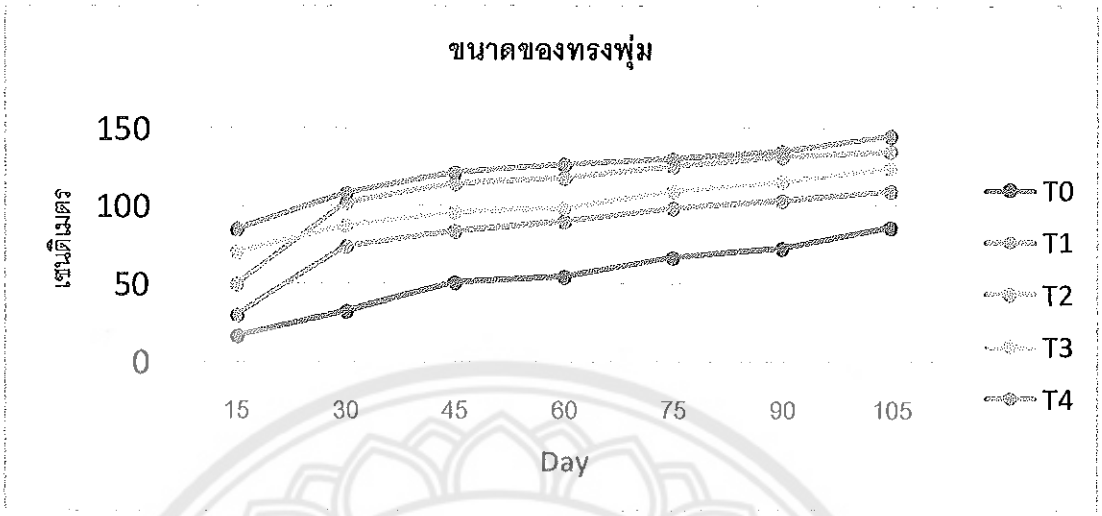
ผลการบันทึกการเจริญเติบโต

ผลการเจริญเติบโต ในช่วง 15-105 วัน โดยบันทึกทุก 15 วัน พบว่า กรรมวิธีที่มีอัตราการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มสูงสุด ได้แก่ T4, T2, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.18, 111.29, 100.6, 84.64 และ 54.54 เซนติเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีอัตราการเพิ่มขนาดเส้นรอบลำต้นสูงสุด ได้แก่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28, 3.32, 2.17, 0.50 และ 0.46 เซนติเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีจำนวนการแตกกิ่งใหม่สูงสุด ได้แก่ T2, T4, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 256.8, 195.4, 195.1, 184.8 และ181.8 กิ่ง ตามลำดับ

ตาราง 15 ขนาดของทรงพุ่ม

Models	Day						
	15	30	45	60	75	90	105
T0	16.75 c	33.00 b	50.50 b	55.00 b	67.00 b	73.00 b	86.50 b
T1	30.50 bc	74.00 ab	84.00 ab	90.50 ab	99.50 ab	104.00 ab	110.00 ab
T2	49.75 abc	102.00 a	115.25 a	118.00 a	126.00 a	132.50 a	135.50 ab
T3	70.50 ab	87.75 ab	96.25 ab	99.50 ab	109.75ab	116.25 ab	124.75 ab
T4	85.50 a	108.75 a	121.75 a	127.25 a	130.25 a	136.00 a	145.75 a
F-Test	*	*	*	*	*	*	*

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

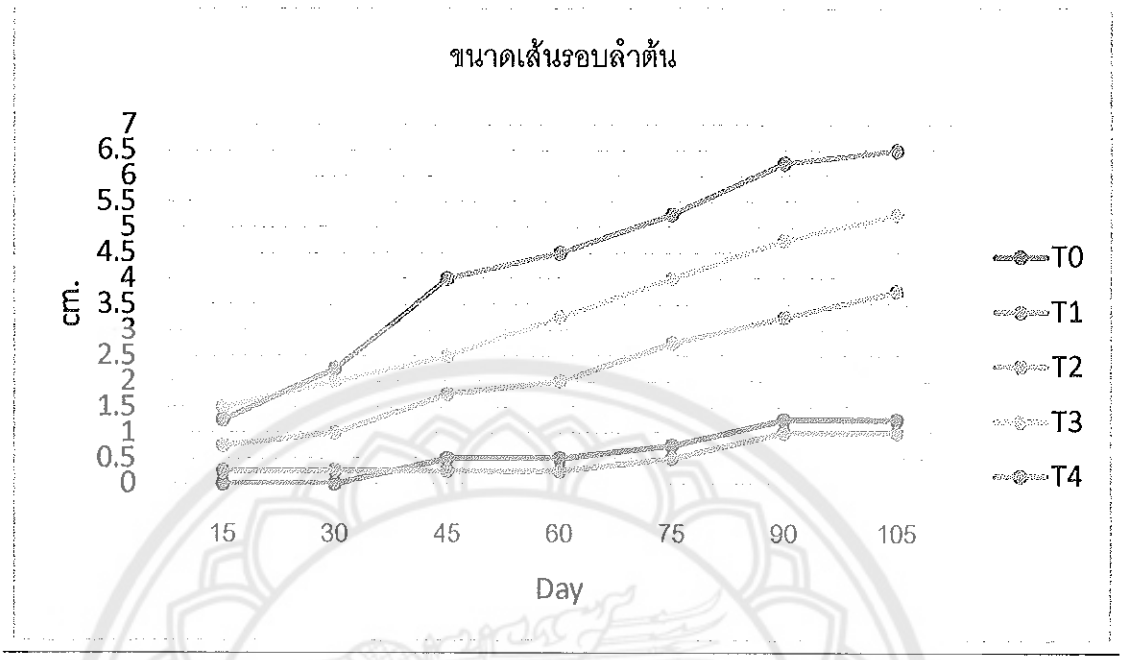


ภาพ 7 ขนาดของทรงพุ่ม

ตาราง 16 ขนาดเส้นรอบลำต้น

Models	Day						
	15	30	45	60	75	90	105
T0	0.00 c	0.00 b	0.50 c	0.50 c	0.75 c	1.25 cd	1.25 c
T1	0.25 bc	0.25 b	0.25 c	0.25 c	0.50 c	1.00 d	1.00 c
T2	0.75 abc	1.00 ab	1.75 bc	2.00 bc	2.75 b	3.25 bc	3.75 b
T3	1.50 a	2.00 a	2.50 ab	3.25 ab	4.00 ab	4.75 ab	5.25 ab
T4	1.25ab	2.25 a	4.00 a	4.50 a	5.25 a	6.25 a	6.50 a
F-Test	*	*	*	*	*	*	*

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT



ภาพ 8 ขนาดเส้นรอบลำต้น

ตาราง 17 จำนวนการแตกกิ่งใหม่

Models	Day						
	15	30	45	60	75	90	105
T0	80.50 a	156.75 ab	177.25 a	191.00 a	218.25 a	222.75 a	226.25 a
T1	117.00 a	153.25 ab	169.00 a	179.00 a	217.50 a	223.75 a	234.50 a
T2	149.25 a	213.50 a	247.25 a	257.00 a	295.75 a	308.25 a	326.75 a
T3	117.75 a	145.50 ab	172.50 a	192.00 a	240.00 a	243.50 a	256.75 a
T4	106.50 a	129.50 b	169.25 a	188.75 a	247.00 a	255.00 a	270.00 a
F-Test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ภาพ 9 จำนวนการแตกกิ่งใหม่

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตข้อมูลแสดงอัตราการเพิ่มขนาดทรงพุ่ม อัตราการเพิ่มเส้นรอบลำต้น และจำนวนการแตกกิ่งใหม่

Models	อัตราการเพิ่มขนาดทรงพุ่ม cm	อัตราการเพิ่มเส้นรอบลำต้น mm	จำนวนการแตกกิ่งใหม่ กิ่ง
T0	54.54 b	0.460 c	181.82 a
T1	84.64 ab	0.500 c	184.85 a
T2	111.28 a	2.178 b	256.82 a
T3	100.67 ab	3.321 ab	195.14 a
T4	122.18 a	4.285 a	195.42 a
F-Test	*	*	ns

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ผลการศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบ พบว่า กรรมวิธีที่มี จำนวนช่อดอกสูงสุด ได้แก่ T4, T2, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 421, 348, 327, 280 และ 230 ตามลำดับ จำนวนผลทั้งหมดโดยรวมสูงสุด ได้แก่ T4, T2, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 532, 400, 397, 359 และ332 ตามลำดับ จำนวนผลที่ส่งขายสูงสุด ได้แก่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 503, 374, 373, 298 และ 259 ตามลำดับ จำนวนผลเสียสูงสุด ได้แก่ T0, T1, T4, T2 และT3 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 72, 61, 29, 27 และ23 ตามลำดับ กรรมวิธีที่มี น้ำหนักผลต่อลูกสูงสุด ได้แก่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0.49, 0.46, 0.39, 0.39 และ0.34 kg ตามลำดับ น้ำหนักผลโดยรวมสูงสุด ได้แก่ T4, T2, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 515.9, 373.1, 322.9, 202.2 และ198.6 kg ตามลำดับ ขนาดความกว้างผลสูงสุด ได้แก่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 8.3, 8.2, 7.6, 7.6 และ 7.3 cm ตามลำดับ ขนาดความยาวผลสูงสุด ได้แก่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 15.8, 15.1, 14.6, 14.3 และ13.2 cm ตามลำดับ ค่าความหวานสูงสุด ได้แก่ T4, T2, T3, T1 และT0 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 21.5, 20.2, 19.1, 18.3 และ18.0 % brix ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต พบว่า กรรมวิธี T2-T4 มีประสิทธิภาพสูงกว่า T1 และผลเสียต่ำกว่า T1

ตาราง 19 ปริมาณผลผลิต

Models	จำนวนช่อดอก	จำนวนผลต่อต้น	จำนวนผลที่ส่งขาย	จำนวนผลเสีย
T0	229.50 b	331.75 b	259.50 b	72.25 a
T1	280.00 ab	359.00 ab	298.00 b	61.00 a
T2	348.25 ab	399.75 ab	373.25 ab	26.50 b
T3	327.25 ab	396.75 ab	374.00 ab	22.75 b
T4	421.00 a	532.25 a	502.75 a	29.50 b
F-Test	*	*	*	*

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ตาราง 20 องค์ประกอบผลผลิต

Models	น้ำหนักผลเฉลี่ย kg	น้ำหนักผลต่อต้น kg	ความกว้างผล cm	ความยาวผล cm	ความหวาน % brix
T0	0.34 b	198.56 b	7.32 b	13.15 c	18.0 e
T1	0.39 b	202.20 b	7.56 b	14.32 b	18.3 d
T2	0.39 b	322.86 ab	7.61 b	14.61 b	20.2 b
T3	0.46 a	373.06 ab	8.17 a	15.10 ab	19.1 c
T4	0.49 a	515.88 a	8.30 a	15.97 a	21.5 a
F-Test	*	*	*	*	*

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ตาราง 21 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต

Models	จำนวนผลต่อต้น	จำนวนผลที่ส่งขาย	น้ำหนักผลต่อต้น	ความกว้างผล	ความยาวผล	ผลเสีย	ความหวาน
				(%)			
T0	100	100	100	100	100	100	100
T1	108.2	105.9	101.8	103.2	109.0	84.4	101.6
T2	120.5	137.8	162.6	103.9	112.0	36.6	112.2
T3	119.5	138.1	187.8	111.6	115.0	31.5	106.1
T4	160.4	185.6	259.8	113.3	122.0	40.8	119.4

การบันทึกต้นทุนการผลิต

การบันทึกต้นทุนการผลิต จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด ได้แก่ กรรมวิธี T4, T3, T2, T0 และ T1 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 1.34, 1.51, 1.74, 2.07 และ 2.58 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ กรรมวิธีที่ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธี

T4, T3, T2, T0 และ T1 ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 305,107 219,050 187,694 113,832 และ 113,357 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุน (บาท/กิโลกรัม) และผลตอบแทนสุทธิ (บาทต่อไร่) พบว่ากรรมวิธี T2-T4 มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า T1 ผลตอบแทนสุทธิสูงกว่า T1

ตาราง 22 ต้นทุนการผลิตและผลกำไร

รายการ	T0	T1	T2	T3	T4
1. ต้นทุนการผลิต					
1.1 ค่าแรงงาน					
ค่าเตรียมแปลง (บาท/ไร่)	600	600	600	600	600
ค่าแรงตัดแต่งกิ่ง (บาท/ไร่)	500	500	500	500	500
ค่าแรงงานห่อผลและเก็บเกี่ยว (บาท/ไร่)	300	300	300	300	300
1.2 ค่าวัสดุ					
ค่าปุ๋ย (บาท/125 กก./ไร่)		2,350	1,250	1,250	1,250
ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช อาหารเสริม (บาท/ไร่)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
ค่ากำจัดวัชพืชน้ำมันเครื่องตัดหญ้า (บาท/ไร่)	500	500	500	500	500
ค่าถุงห่อผล ถุงละ 1บาท (บาท/ไร่)	6,768	7,168	9,331	9,350	12,568
ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	10,268	13,018	14,081	14,100	17,318
ต้นทุน (บาท/กก.)	2.07	2.58	1.74	1.51	1.34
2. ผลผลิต					
ผลผลิต (กก./ไร่)	4,964	5,055	8,071	9,326	12,897
ราคาขายได้ที่สวน (บาท/กก.)	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	124,100	126,375	201,775	233,150	322,425
ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)	113,832	113,357	187,694	219,050	305,107

ตาราง 23 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนสุทธิ

Models	ผลผลิต	เปรียบเทียบผลผลิต	ต้นทุน	เปรียบเทียบต้นทุน	ผลตอบแทนสุทธิ	เปรียบเทียบผลตอบแทนสุทธิ
	(ตัน/ไร่)	(%)	(บาท/กก.)	(%)	(บาท/ไร่)	(%)
T0	5.0	100	2.07	100	113,832	100
T1	5.1	102	2.58	124.6	113,357	99.6
T2	8.1	162	1.74	84.1	187,694	165.0
T3	9.3	186	1.51	72.9	219,050	192.4
T4	12.9	258	1.34	64.7	305,107	268.0

บทที่ 5

บทสรุป

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง

สภาพภูมิอากาศระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2560 ถึง เดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยรวบรวมข้อมูลจากสถานีศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง จ.พิษณุโลก และกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศษฐกิจและสังคม ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ ที่ทำวิจัยพบว่าระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2560 ถึง เดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 33.77 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.38 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 109.31 มิลลิเมตร และความชื้นสัมผัสเฉลี่ย 75.85 เปอร์เซ็นต์ สิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพปกติไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะม่วง (ศักยะ สมบัติไพรวัน, 2555)

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม ที่ใช้ในการทดลองพบว่า ปุ๋ยเคมี (15-15-15) มีธาตุ N, P และ K สูงสุด เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมแล้วพบว่า ธาตุอาหารหลักรวมสูงสุดได้แก่ ปุ๋ย HOR3, HOR2 และ HOR1 ตามลำดับ ธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ปุ๋ย HOR3, HOR2 และ HOR1ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุด ได้แก่ ปุ๋ย HOR3, HOR2 และ HOR1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารแล้วพบว่า กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม มีธาตุอาหารครบถ้วนตามความต้องการของพืช โดยมีธาตุอาหารหลัก N ระหว่าง 2.55-2.80%, P ระหว่าง 1.44-1.85% และ K ระหว่าง 10.29-10.97% ตามลำดับ ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) ระหว่าง 3.86-5.62% ธาตุอาหารเสริม (Fe, Cu, Zn, Mn, Bo) ระหว่าง 0.047-0.060% ทั้งนี้เป็นผลมาจากวัสดุผสมสูตรที่หลากหลายและเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาสูตรปุ๋ย สำหรับการปลูกมะม่วงที่ต้องมีกลุ่มธาตุอาหารที่ช่วยในการเจริญเติบโต สอดคล้องกับการพัฒนาปุ๋ยที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวม ให้ได้ธาตุอาหารครบแบบสมดุลตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตพืชทั้งทางปริมาณและคุณภาพ (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2552)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง ดินที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ เป็นดินที่มีความเป็นด่างจัด pH 8.53 อินทรียวัตถุ (OM) 0.925% อยู่ในระดับต่ำ ความเค็มของดิน (EC 1:5) 70.85 us/cm อยู่ในระดับต่ำมาก หลังการทดลองพบว่า ดินมีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุดได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และ T0(Control) ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบของปุ๋ย HO นั้นเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเป็นองค์ประกอบอยู่จำนวนมาก (ตาราง 11) และมีสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้าจึงส่งผลให้มีธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต่อการเจริญเติบโตหลายชนิดหลงเหลือในดินมากกว่าปุ๋ยเคมี (ชวลิต รักษาริกรณ์ และคณะ, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระหว่างปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม พบว่าระดับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในดินภายหลังการทดลองมีความเข้มข้นขององค์ประกอบของสูตรสูงสุดในกรรมวิธี T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) ตามลำดับ (ตาราง 12) จึงมีผลทำให้ระดับธาตุอาหารที่หลงเหลือในดินแตกต่างกันดังกล่าว

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน หลังการทดลองทุกกรรมวิธีพบว่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าความเป็นด่างลดลง โดยในกรรมวิธี T4(HOR3) pH 7.21 (กลาง), T3(HOR2) pH 7.46 (ด่างเล็กน้อย), T2(HOR1) pH 7.62 (ด่างเล็กน้อย), T1(15-15-15) pH 8.28 (ด่างปานกลาง) และ T0(Control) pH 8.57 (ด่างจัด) (ตาราง 5) ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าเป็นผลเกิดจากองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมนั้นในกระบวนการปั้นเม็ดและองค์ประกอบของสูตรปุ๋ย HO นั้น ใช้แร่ดินเหนียวที่มีความเป็นด่างสูงมาเป็นตัวประสานในการขึ้นเม็ดปุ๋ยเพื่อแก้ดินที่เป็นกรดพร้อมกับการให้ธาตุอาหารแก่พืชอย่างสมดุลทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม (ภาพ 3) ทำให้ช่วยฟื้นฟูสภาพดินในแปลงปลูกให้เหมาะต่อการปลูกพืชได้ดี

ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในดินภายหลังการทดลอง พบว่าอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะในกรรมวิธีกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3), T3(HOR2) และ T2(HOR1) นั้นระดับอินทรียวัตถุได้เพิ่มเป็น 3.03, 2.31 และ 2.17% ตามลำดับ ซึ่งเหนือกว่าปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เนื่องจากในองค์ประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม นั้นมีวัสดุอินทรีย์ (OM) ที่ได้มาจากปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้วเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน

ค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า (EC) ในดินภายหลังการทดลอง พบว่ามีค่า EC ในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) เท่ากับ 62.23, 63.16 และ 67.14 us/cm ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับความเค็มที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช

ผลการวิเคราะห์ใบพืชก่อนและหลังการทดลอง ใบพืชก่อนการทดลองมีธาตุอาหารหลักรวม 1.50% ธาตุอาหารรองรวม 0.37% ธาตุอาหารเสริมรวม 0.07% ปริมาณ Chlorophyll 44.45 spad unit Dry matter 3.39 g หลังการทดลองพบว่า ใบพืชมีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุดได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และ T0(Control) ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืชแล้วพบว่า กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) ซึ่งเหนือกว่าปุ๋ยเคมี (ตาราง 13) ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารมีความสมดุลและมีฮอร์โมนพืชช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต ใบพืชมีปริมาณ Chlorophyll เพิ่มสูงขึ้นเหนือกว่าปุ๋ยเคมี โดยกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 50.33, 49.40 และ 49.38 Spad unit ตามลำดับ และ Dry matter เพิ่มสูงขึ้นเหนือกว่าปุ๋ยเคมี โดยกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) มีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 6.76, 5.73 และ 5.27 ตามลำดับ (ตาราง 14) แสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช และการสร้างคลอโรฟิลล์เพื่อการสังเคราะห์แสง และการสร้างอินทรีย์สารภายในหรือวัตถุแห้ง (Dry matter) ของพืช (สุรีรัตน์ จับแก้ว, 2552; สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555; สุรีรัตน์ จับแก้ว, 2556)

ผลการเจริญเติบโต

ผลการการเจริญเติบโต จากการทดลองบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านขนาดทรงพุ่ม ขนาดเส้นรอบลำต้นและการแตกกิ่งใหม่ ในช่วง 15-105 วัน โดยบันทึกข้อมูลทุก 15 วัน พบว่า กรรมวิธีที่มีอัตราการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T2(HOR1), T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ (ตาราง 15) กรรมวิธีที่มีอัตราการเพิ่มขนาดเส้นรอบลำต้นสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ (ตาราง 16) กรรมวิธีที่มีจำนวนการแตกกิ่งใหม่สูงสุด ได้แก่ T2(HOR1), T4(HOR3), T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ (ตาราง 17) แสดงให้เห็นว่า กลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ด

สูตรผสมทั้ง 3 สูตรที่มีส่วนผสมของอินทรียวัตถุและฮอร์โมนอินทรีย์อยู่ในสูตร T4(HOR3), T3(HOR2) และT2(HOR1) พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี (ตาราง 18) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม มีไนโตรเจนอยู่ในระดับช่วยในการแบ่งเซลล์ของพืชได้ดี มีอินทรียวัตถุที่ช่วยเพิ่มธาตุอาหารรองและอาหารเสริม มีสารที่ทำให้ธาตุอาหารมีความสมดุลและมีฮอร์โมนพืชช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตสอดคล้องกับ ภูมิศักดิ์ (2554) ที่พบว่าพืชที่ใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมมีการเจริญเติบโตมากกว่าปุ๋ยเคมีนั้นเกิดจากความสมดุลของธาตุอาหารภายในเม็ดปุ๋ยเป็นสำคัญ ซึ่งในกระบวนการแบ่งเซลล์สร้างคลอโรฟิลล์ และสังเคราะห์แสง ทำให้การสร้างอินทรีย์สารภายในต้นเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ดินที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีเพราะมีไนโตรเจน โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม ซึ่งมีมากในปุ๋ย HO โดยโพแทสเซียมจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก สร้างเนื้อไม้ และปริมาณโพแทสเซียมที่สมดุลยังช่วยให้พืชดูดซึมแมกนีเซียมได้ดีซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช ส่วนธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบของโปรตีนช่วยกระตุ้นให้การหายใจและการปรุงอาหารของพืชเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และสังกะสีมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558) เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารแบบสมดุลและพอเพียงต่อการสร้างอาหารในต้นพืชอย่างต่อเนื่องแล้ว ต้นพืชจึงมีการเจริญเติบโตได้ดี สอดคล้องกับ นุชนารถ และคณะ (2540) ที่พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินที่สมดุลส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนช่อดอก จำนวนผลทั้งหมด จำนวนผลที่ส่งขาย จำนวนผลเสีย น้ำหนักผลต่อลูก น้ำหนักผลโดยรวม ขนาดความกว้างผล ขนาดความยาวผล ค่าความหวาน จากข้อมูลที่ได้จาการบันทึกผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่มี จำนวนช่อดอกสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T2(HOR1), T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ จำนวนผลทั้งหมดโดยรวมสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T2(HOR1), T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ จำนวนผลที่ส่งขายสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ จำนวนผลเสียสูงสุด ได้แก่ T1(15-15-15), T0(Control), T4(HOR3), T2(HOR1) และT3(HOR2) ตามลำดับ (ตาราง 19) กรรมวิธีที่มี น้ำหนักผลต่อลูกสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ น้ำหนักผลโดยรวมสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T2(HOR1), T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ขนาดความกว้างผลสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ขนาดความยาวผลสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ ค่าความหวานสูงสุด ได้แก่ T4(HOR3), T2(HOR1),

T3(HOR2), T1(15-15-15) และT0(Control) ตามลำดับ (ตาราง 20) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยพบว่า ปุ๋ย T4(HOR3) ได้ปริมาณผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้นเหนือปุ๋ยเคมี 52.2% ได้ผลผลิตส่งออกต่อต้นเหนือปุ๋ยเคมี 79.7% และพบว่าจำนวนผลเสีย (ผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์) ลดลงกว่าปุ๋ยเคมี 43.6% ความยาวผลเพิ่มขึ้น 13.0% ความกว้าง (เส้นผ่าศูนย์กลาง) เพิ่มขึ้น 10.1% เหนือปุ๋ยเคมี ความหวานเพิ่มขึ้น 17.8% เหนือปุ๋ยเคมี (ตาราง 21)

จากข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารแบบองค์รวมมีปริมาณครบถ้วน ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ตามความต้องการของพืช จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการสะสมธาตุอินทรีย์สารภายในต้นพืช เนื่องจากปริมาณอินทรีย์สารภายในต้นพืชนั้นมีอิทธิพลต่อ จำนวนช่อดอก จำนวนผลทั้งหมด จำนวนผลที่ส่งขาย จำนวนผลเสีย น้ำหนักผลต่อลูก น้ำหนักผลโดยรวม ขนาดความกว้างผล ขนาดความยาวผล ค่าความหวาน ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ เป็นผลมาจากการที่พืชได้รับธาตุอาหารแบบสมดุล ได้พลังงานแป้งและน้ำตาล จากกระบวนการสังเคราะห์แสงร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แสงแดด และคลอโรฟิลล์ ครบเพียงพอ (สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555) และดินที่ปลูกได้รับการปรับปรุงให้ดีมีอินทรีย์วัตถุ และ pH ที่เหมาะสม พืชจะสามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น และเพิ่มพื้นที่สีเขียวได้มากขึ้น ดังนั้นการสังเคราะห์แสงและการสะสมอินทรีย์สาร ภายในลำต้นพืชจึงมีมาก ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในที่สุด (Intanon, 2013b) และธาตุโพแทสเซียม ยังมีส่วนช่วยสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืชจากใบไปสู่ผลทำให้ผลเติบโตเร็วและคุณภาพดี (คงเอก ศิริงาม, 2557) นอกจากนี้ในปุ๋ย HO ยังมีฮอร์โมนเป็นส่วนผสมที่ช่วยเคลื่อนแป้ง และน้ำตาลไปยังส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งสอดคล้องกับ วิชาญ ชุ่มมั่น, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (2559) ที่พบว่า การที่พืชรับธาตุอาหารแบบสมดุลนั้น ทำให้การสะสมอินทรีย์วัตถุ (Dry matter) ภายในต้นพืชจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) มีปริมาณมาก และทำให้พืชมีการขับเคลื่อนแป้งและน้ำตาลด้วยฮอร์โมนได้ดี จึงทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามในกลุ่มปุ๋ยเคมีเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารไม่ครบและไม่สมดุล จะมีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาล ทำให้เกิดการสะสมอินทรีย์สารน้อยมากภายในต้น ปริมาณผลผลิตจึงน้อยลง (Keteku et al., 2019)

ต้นทุนการผลิตและผลกำไร

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต พบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด ได้แก่ กรรมวิธี T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T0(Control) และ T1(15-15-15) ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 1.34, 1.51, 1.74, 2.07 และ 2.58 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อผลผลิตเพิ่มขึ้นก็จะทำให้รายได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อขายมะม่วงกิโลกรัมละ 25 บาท

พบว่า กรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุดได้แก่ T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T1(15-15-15) และ T0(Control) ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 322425, 233150, 201775, 126375 และ 124100 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำต้นทุนการผลิตมาหักออกจากรายได้พบว่า กรรมวิธีที่ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธี T4(HOR3), T3(HOR2), T2(HOR1), T0(Control) และ T1(15-15-15) ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 305107, 219050, 187694, 113832 และ 113357 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ตาราง 22) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและผลกำไรพบว่าปุ๋ย T4(HOR3) มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าปุ๋ยเคมี 59.9% และผลตอบแทนสุทธิสูงกว่าปุ๋ยเคมี 168.4% (ตาราง 23) แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยในกลุ่มฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม สามารถช่วยเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลกำไรได้

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถบรรลุตามเป้าหมายและสามารถตอบคำถามการวิจัยได้ครบทุกประเด็นกล่าวคือทราบถึงประสิทธิภาพของปุ๋ย HO เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินและการปรับปรุงสมบัติอื่นๆ ของดินโดยพบว่ากลุ่มปุ๋ย HO แสดงผลได้เหนือกว่าปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม HOR3 มีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนในอิทธิพลของปุ๋ย HO เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ มะม่วง พบว่ากลุ่มปุ๋ย HO แสดงผลได้เหนือกว่าปุ๋ยเคมี ในด้านต้นทุนการผลิตและผลกำไรพบว่ากลุ่มปุ๋ย HO แสดงผลกำไรได้เหนือกว่าปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะ HOR3 ได้กำไรสูงสุด ผลที่เกิดขึ้นจึงเป็นไปตามเป้าหมายของการศึกษาวิจัยทุกประการ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา และพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) เพื่อการผลิตมะม่วงส่งออก ในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ดินก่อนและหลังการทดลอง สรุปได้ว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) มีธาตุอาหารครบถ้วนแบบสมดุลทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม และวัสดุปรับปรุงดินอื่นๆ ในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีเพียงธาตุอาหารหลักเท่านั้น ในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ภายหลังการทดลองพบว่ายังมีธาตุอาหารหลงเหลือในแปลงปลูกจำนวนมาก ปุ๋ย HO จึงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านเคมีของดินในแปลงปลูก สามารถทำการผลิตมะม่วงได้อย่างต่อเนื่องมีความยั่งยืน

2. อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) นอกจากปรับปรุงสมบัติด้านเคมีอื่นๆ ของดินแล้วเช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน เพิ่มอินทรียวัตถุ (OM) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และมีผลทางอ้อมในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความพรุน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

3. ในด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะม่วงเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วพบว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม T4(HOR3) มีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตสูงสุด

4. ในด้านต้นทุนการผลิตและผลกำไร พบว่ากรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุดได้แก่ T4(12,897), T3(9,350), T2(9,331), T1(7,168) และ T0(6,768) กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เมื่อหักต้นทุนการผลิตออกแล้วพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุดได้แก่ T4(305,107), T3(219,050), T2(187,694), T0(113,832) และ T1(113,357) บาท/ไร่ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการพัฒนาปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) สำหรับพืชชนิดอื่นๆ ด้วย**ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนการผลิตและลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปรับสภาพดิน**ได้ดี ส่งเสริมการผลิตที่ยั่งยืน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

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

กรมวิชาการเกษตร. (2548). *คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขานุการกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). *คู่มือโครงการส่งเสริมและพัฒนาองค์กรเกษตรกร ปี 2558*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

กลุ่มงานศูนย์วิจัยฝ่ายวิจัยและบริการ. (2554). *การผลิตไม้ผลเมืองร้อน*. สงขลา: ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คงเอก ศิริงาม. (2557). ผลของโพแทสเซียมต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. *ว. วิจัยราชภัฏพระนคร, 9*(1), 3-16.

ชวลิต รักษาริกรณ์, พรทิพย์ ภาชี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพารา. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาตร์และเทคโนโลยี, 2*, 18-28.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์. (2537). บทบาทของสารปรับปรุงดิน. *เมืองเกษตร, 6*(71), 60-72.

นุชนารถ กังพิศดาร, ไววิทย์ บูรณธรรม, ชานาญ บุญเลิศ, และอนันต์ เฉลิมพนาพันธ์. (2540). *ศึกษาระดับปุ๋ย N P K และ Mg ที่เหมาะสมกับยางอ่อนในดินร่วนเหนียวในสวนยางปลูกแทนรอบสอง*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ปิยะ ดวงพัตรา. (2537). สารดูดน้ำโพลีเมอร์และศักยภาพทางการเกษร. *วารสาร ส.ก.ว. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบเกษตรในเขตวิกฤต, 1*(3), 14-19.

พรทิพย์ ภาชี, วิทยา ตรีโลเกศ, เกษสุดา เดชภิมล, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (25-27 เมษายน 2556). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง. ใน *วารสารดินและปุ๋ยฉบับพิเศษ สืบเนื่องจากการประชุมดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 3*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, ชวลิต รักษาริกรณ์, และวีรภัทร เกตุอินทร์. (28 - 29 กรกฎาคม 2555). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราช่วงเริ่มปลูก. ใน *Proceedings of the 8th Naresuan Research Conference.* พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). *หนังสือเทคโนโลยีปุ๋ย*. พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2558). *ธาตุอาหารพืช* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รวยริน เพชรสลับแก้ว. (2547). แวะชมสวนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองส่งนอกที่แปดริ้ว. *วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน, 16*(329), 38-40.

วิชา ฐิติประเสริฐ. (2544). *ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง*. กรุงเทพฯ: สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร.

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

วิภาวรรณ สายคำยศ, จันทร์เพ็ญ ชุมแสง, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2561). อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปูนขาวที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 49*(พิเศษ), 199-206.

ศักยะ สมบัติไพรวัน. (2555). การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านกัมมันต์. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. (2554). *คู่มือปาล์มน้ำมัน ชุดที่ 1*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร.

สถานีศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง. (2561). *ข้อมูลสภาพอากาศสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยากรมชลประทาน*. สืบค้น 31 พฤษภาคม 2561, จาก http://hydro-2.com/

สถาพร ฉิมทอง. (2555). *ผลของการตัดแต่งกิ่ง 5 รูปทรง ต่อการผลิใบ การออกดอกและผลผลิตของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2554). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554*. สืบค้น 18 กุมภาพันธ์ 2562, จาก http://www.royin.go.th/dictionary/

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559.* กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). *การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดพิษณุโลก.* กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2. (2559). *ร่างยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเชิงพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก.* กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (2550). *การใช้สารปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่เกษตรกรรม.* กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547). *คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2.* กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรีรัตน์ จับแก้ว. (2556). *อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุรีรัตน์ จับแก้ว, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าว. *วารสารแก่นเกษตร, 40*(ฉบับพิเศษ 4), 105-109.

Keteku, A. K., Intanon, P., Terapongtanakorn, S., & Intanon, R. (2019). Economic production of maize under chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula, NPK and organic fertilizer. *Indian Journal of Agricultural Research, 53*(5), 560-565.

Black, C. A. (Ed.). (1965). *Method of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Number 9 in the Series: Agronomy*. USA: Amazon.

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci, 59*, 39-45.

Cottenie, A. (1980). *Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendations. FAO Soil Bulletin 38/2.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Intanon, P. (2013a). *The Influence of Different Types of Fertilizer on Productivity and Quality of Maize in the Area of Kwaew Noi Dam*. Thailand: Phitsanulok.

Intanon, P. (2013b). *Comparison of fertilizer management to increase yield and quality of rice.* Tokyo: International Society of Environmental and Rural Development.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. มาตราฐาน Good Agricultural Practices-GAP

1.1 คุณภาพการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้

1.1.1 แหล่งน้ำสะอาด ใช้น้ำจากแหล่งที่ไม่มีการปนเปื้อนจากสารเคมี น้ำไหลผ่านคอกสัตว์ โรงเก็บสารเคมี โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม

1.1.2 ปลูกในพื้นที่ ไม่มีเชื้อโรค ไม่มีสารพิษในดิน ไม่เป็นพื้นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม โรงเก็บสารเคมีที่ทิ้งขยะที่มีสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสเฟต หรือโลหะตกค้าง

1.1.3 ใช้และเก็บปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมนพืชให้เป็นหมวดหมู่ไม่ปะปนกัน เขียนป้ายชัดเจน

1.1.4 ผลิตตามแผนควบคุมคุณภาพ โดยปฏิบัติและดูแลรักษาพืช ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนควบคุมการผลิต

1.1.5 สำรวจการเข้าทำลายของศัตรูพืชและป้องกันกำจัดอย่างถูกวิธี

1.1.6 เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะที่เหมาะสมใช้อุปกรณ์เก็บเกี่ยว ภาชนะบรรจุผลผลิตที่สะอาดและป้องกันการกระแทก

1.1.7 ขนย้ายและเก็บรักษาผลผลิตในภาชนะที่สะอาด สถานที่เก็บรักษาผลผลิตสะอาด มีวัสดุปูพื้นขนย้ายด้วยความระมัดระวัง ไม่ใช้บอบช้ำ

1.1.8 จดบันทึกทุกขั้นตอนข้อมูลการปลูก การใส่ปุ๋ย การพ่นยา ฯลฯ

การเก็บเกี่ยวและการตลาด ปฏิบัติการตามแผนการผลิต เก็บเกี่ยวตามอายุตามเวลานัดหมาย คนงานต้องมีความชำนาญ เก็บและวางในภาชนะตะกร้าด้วยมือและสะอาดปลอดภัยผ่านการฆ่าเชื้อ ขนย้ายด้วยความระมัดระวังการแกะถุง คัดเกรด คัดขนาด ห่อด้วยโฟมกันกะแทก ต้องเป็นมะม่วงจากสวนที่ได้รับ GAP ผลมะม่วงต้องห่อถุงกระดาษคาร์บอน มะม่วงสดทั้งผลมีขั้วติดยาวประมาณ 3-5 ซม. ขนาดผลน้ำหนัก 300-550 กรัม มีรอยตำหนิโดยธรรมชาติไม่เกิน 10% ของพื้นที่ผิว ไม่เป็นโรคแอนแทรกโนสและไม่มีร่องรอยการทำลายของแมลง ไม่มีรอยช้ำจากการขูดข่วน ตก กระแทกใดๆ หรือรอยยางกัด ความแก่ประมาณ 85-90% การบรรจุตะกร้าใช้กระดาษรองก้นตะกร้า รองระหว่างชั้นของมะม่วง บรรจุไม่เกิน 3 ชั้นต่อตะกร้า น้ำหนักรวมไม่เกิน 20 กิโลกรัม

สัญญาการซื้อขาย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วง ทำสัญญาซื้อขายกับบริษัทผู้รับซื้อปีต่อปี เชิญภาครัฐ เอกชน องค์กร ผู้ทรงคุณวุฒิ บริษัท เป็นสักขีพยาน ช่วงสัญญาซื้อขาย แบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงที่ 1 เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ผลผลิตน้อย มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ราคา 75 บาท/กิโลกรัม ช่วงที่ 2 เดือนตุลาคมถึงมกราคม ผลผลิตปกติ มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ราคา 65 บาท/กิโลกรัมและในช่วงที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน ผลผลิตมีมาก มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ราคา 50 บาท/กิโลกรัม

การตลาดภายในประเทศ ได้แก่ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท ตลาดต่างประเทศทำสัญญาล่วงหน้ากับบริษัทส่งออก ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี สิงคโปร์และประเทศแถบยุโรป

1.2 **คุณภาพการส่งมอบมะม่วงน้ำดอกไม้** ทางกลุ่มต้องรักษาคุณภาพของมะม่วงไม่ให้มีสารพิษตกค้าง หากตรวจพบสารพิษ ทางกลุ่มต้องรับผิดชอบ การรักษามาตรฐาน คุณภาพของมะม่วง มีดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557)

1.2.1 ความหวานอยู่ที่ 17 Brix

1.2.2 น้ำหนักมะม่วงขนาดใหญ่ 351 กรัม ขึ้นไป

1.2.3 น้ำหนักมะม่วงขนาดกลาง 300-350 กรัม

1.2.4 ความแก่ที่ 85% ก่อนเก็บ ทดสอบโดยแช่น้ำเกลือ และการจมน้ำ

1.2.5 ผิวสวย สด สะอาด ปราศจากตำหนิ

1.2.6 รอยแผลโรคแมลง

1.2.7 คราบยางมะม่วง ฝุ่น สิ่งสกปรก

1.2.8 รอยช้ำเกิดจากการกระแทก

1.2.9 เนื้อมะม่วง สีสวย ไม่ช้ำ หอม หวาน น่ารับประทาน

1.2.10 กลุ่มคัดมะม่วงให้ได้มาตรฐาน อย่างน้อย 1,000 กิโลกรัมต่อเที่ยวส่ง

1.2.11 สมาชิกผู้ขายต้องเป็นสวนที่ได้รับ GAP

1.2.12 มะม่วงคัดออกไม่ควรเกิน 5 % ผู้ซื้อจะขายส่วนที่คัดออกในราคาตกเกรด

2. มาตรฐานเชิงคุณภาพเพื่อการส่งออก

2.1 ขอบข่าย

2.1.1 มาตรฐานสินค้าเกษตรใช้กับผลมะม่วง (Mango) ซึ่งได้มาจากพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Mangifera indica L. วงศ์ Anacardiaceae พันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า เพื่อจำหน่ายในรูปผลิตผลสด ทั้งผลดิบและผลสุก โดยมีการจัดเตรียมและการบรรจุ

2.1.2 มาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ ไม่รวมถึงผลมะม่วงที่ใช้แปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร

2.2 คุณภาพ

2.2.1 ข้อกาหนดขั้นต่ำ

2.2.2 มะม่วงทุกชั้นคุณภาพต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของ แต่ละชั้นคุณภาพและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ตามที่ระบุไว้

1) เป็นมะม่วงทั้งผล มีขั้วผลหรือไม่มีขั้วผลติดอยู่ ถ้ามีขั้วผลต้องมีความยาวไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

2) ตรงตามพันธุ์

3) สด

4) สภาพดี ไม่มีรอยช้าหรือไม่เน่าเสียที่ทาให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภค

5) สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้

6) ไม่มีรอยแตก

7) ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไป

8) ไม่มีความเสียหายจากศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อมะม่วง

9) ไม่มีความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก ทั้งนี้ไม่รวมถึงหยดน้ำที่เกิดหลังจากน้ำมะม่วงออกจากห้องเย็น

10) ไม่มีความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ และ/หรืออุณหภูมิสูง

11) ไม่มีกลิ่น และ/หรือรสชาติที่ผิดปกติ

2.2.3 มะม่วงต้องมีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฤดูกาล แหล่งที่ปลูก และ/หรือ ความต้องการของตลาดหรือตามข้อกาหนดของคู่ค้า และอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

2.2.4 การแบ่งชั้นคุณภาพ มะม่วงตามมาตรฐานสินค้าเกษตรนี้ แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

ชั้นพิเศษ (Extra class) มะม่วงในชั้นนี้ต้องมีคุณภาพดีที่สุด ไม่มีความผิดปกติด้านรูปทรง ไม่มีตำหนิที่ผิว ในกรณีที่มี ความผิดปกติหรือตำหนิต้องมองเห็นได้ไม่ชัดเจนและไม่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไป คุณภาพของเนื้อ มะม่วง คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

ชั้นหนึ่ง (Class I) มะม่วงในชั้นนี้ต้องมีคุณภาพดี อาจมีความผิดปกติหรือตำหนิได้เล็กน้อย ทั้งนี้ความผิดปกติหรือตำหนิ ดังกล่าวจะต้องไม่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไป คุณภาพของเนื้อมะม่วง คุณภาพระหว่างการเก็บรักษาและการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุดังต่อไปนี้

1. ความผิดปกติเล็กน้อยด้านรูปทรง

2. ตำหนิเล็กน้อยที่ผิวที่เกิดจากการเสียดสี (rubbing) หรือแดดเผา (sunburn) คราบหรือรอยด่างที่เกิด จากยางของมะม่วง (suberized stains due to resin exudation) โดยขนาดของตำหนิที่ผิวโดยรวมต้อง ไม่เกินที่กำหนดในตาราง 24 ดังนี้

ตาราง 24 ขนาดตำหนิของมะม่วงคุณภาพชั้นหนึ่ง

รหัสขนาด	ขนาดของตำหนิที่ผิวโดยรวม (ตารางเซนติเมตร)
1	5
2	4
3	3
4	2
5	1

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557

3. มีจุดกระสีน้ำตาลประปราย (suberized rusty lenticels) เนื่องจากความแก่ของมะม่วง และ/หรือ พันธุ์มะม่วงที่มีผิวสีเขียว (green variety) เปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากได้รับแสงแดดจัด ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ผิวของมะม่วง แต่ต้องไม่มีรอยแผลเป็น (necrosis)

ชั้นสอง (Class II) มะม่วงในชั้นนี้รวมมะม่วงที่มีคุณภาพไม่เข้าชั้นที่สูงกว่า แต่มีคุณภาพตามข้อกำหนดขั้นต่ำ มะม่วงในชั้นนี้มีความผิดปกติหรือตำหนิได้ ทั้งนี้ความผิดปกติหรือตำหนิจะต้องไม่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไป คุณภาพของเนื้อมะม่วง คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะ บรรจุ ดังต่อไปนี้

1. ความผิดปกติด้านรูปทรง

2. ตำหนิที่ผิวที่เกิดจากการเสียดสีหรือแดดเผา คราบหรือรอยด่างที่เกิดจากยางของมะม่วง โดยขนาด ของตำหนิที่ผิวโดยรวมต้องไม่เกินที่กำหนดในตาราง 25 ดังนี้

ตาราง 25 ขนาดตำหนิของมะม่วงคุณภาพชั้นสอง

รหัสขนาด	ขนาดของตำหนิที่ผิวโดยรวม (ตารางเซนติเมตร)
1	5
2	4
3	3
4	2
5	1

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557

2.3 **การจัดขนาด** การจัดขนาดของมะม่วงพิจารณาจากน้ำหนักต่อผล **ดังตาราง 24** ดังนี้

ตาราง 26 ขนาดของมะม่วง

รหัสขนาด	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	ความแตกต่างของขนาดผลสูงสุด ในแต่ละภาชนบรรจุ (กรัม)
1	>450 100	100
2	>350 - 450	50
3	>250 - 350	50
4	>150 - 250	50
5	100 - 150	25

หมายเหตุ: การแบ่งชั้นคุณภาพและขนาดในมาตรฐานนี้ ใช้ในการพิจารณาทางการค้าโดยนำข้อกำหนดการแบ่ง ชั้นคุณภาพไปใช้ร่วมกับข้อกำหนดเรื่องขนาด เพื่อกำหนดเป็นชั้นทางการค้า ซึ่งคู่ค้าอาจมีการเรียกชื่อ ชั้นทางการค้าที่แตกต่างกัน ขึ้นกับความต้องการของคู่ค้าหรือตามข้อจำกัดที่มีเนื่องมาจากฤดูกาล

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557

2.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านคุณภาพ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพและขนาดที่ยอมให้มีได้ในแต่ละภาชนะบรรจุ สำหรับมะม่วงที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพและขนาดที่ระบุไว้ มีดังนี้

2.4.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านคุณภาพระหว่างชั้น

ชั้นพิเศษ (Extra class) ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% โดยจำนวนหรือน้ำหนักของมะม่วงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ชั้นพิเศษ แต่เป็นไปตามคุณภาพของชั้นหนึ่ง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นหนึ่ง

ชั้นหนึ่ง (Class I) ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% โดยจำนวนหรือน้ำหนักของมะม่วงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ของชั้นหนึ่ง แต่เป็นไปตามคุณภาพของชั้นสองหรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นสอง

ชั้นสอง (Class II) ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% โดยจำนวนหรือน้ำหนักของมะม่วงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ ชั้นสอง หรือไม่ได้ข้อกำหนดขั้นต่ำ แต่ต้องไม่มีรอยช้ำ ผลเน่าเสีย หรือมีลักษณะอื่น ที่ไม่เหมาะสำหรับการบริโภค

2.4.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาดระหว่างชั้น

มะม่วงทุกรหัสขนาดมีมะม่วงที่ขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าในชั้นถัดไปหนึ่งชั้นปนมาได้ไม่เกิน 10% โดยจำนวน หรือน้ำหนักของมะม่วง แต่ความแตกต่างของขนาดในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตามตาราง 27 ดังนี้

ตาราง 27 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านขนาดระหว่างชั้น

รหัสขนาด	เกณฑ์ปกติ (กรัม)	ขนาดที่เล็กหรือใหญ่กว่าเกณฑ์ปกติ (กรัม)	เกณฑ์ความแตกต่างของขนาดผลในแต่ละภาชนะบรรจุ (กรัม)
1	>450 -500	400 ->550	150
2	>350 - 450	300-500	75
3	>250 - 350	200-400	65
4	>150 - 250	125-300	50
5	100 - 150	75-200	25

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557

2.5 การบรรจุหีบห่อ

2.5.1 ความสม่ำเสมอ มะม่วงที่บรรจุในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องมีความสม่ำเสมอทั้งในเรื่องพันธุ์ คุณภาพ ขนาด และสี กรณีที่ มองเห็นมะม่วงจากภายนอกภาชนะบรรจุ มะม่วงส่วนที่มองเห็นต้องเป็นตัวแทนของผลิตผลทั้งหมด

2.5.2 ภาชนะบรรจุ ต้องบรรจุมะม่วงในลักษณะที่สามารถเก็บรักษามะม่วงได้เป็นอย่างดี วัสดุที่ใช้ภายในภาชนะบรรจุต้องสะอาดและมีคุณภาพ สามารถป้องกันความเสียหายที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของมะม่วงหากมีการใช้วัสดุโดยเฉพาะกระดาษหรือตราประทับที่มีข้อมูลทางการค้าต้องใช้หมึกพิมพ์หรือกาวที่ไม่เป็นพิษ ภาชนะบรรจุต้องมีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะและมีคุณสมบัติทนทานต่อการขนส่ง และรักษามะม่วงได้ ต้องไม่มี กลิ่นและสิ่งแปลกปลอม

2.6 การแสดงฉลากและเครื่องหมาย

2.6.1 ผลิตผลที่จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค ต้องมีข้อความแสดงรายละเอียดที่ภาชนะ บรรจุหรือสิ่งห่อหุ้ม หรือสิ่งผูกมัด หรือป้ายสินค้าหรือผลิตผลโดยต้องมองเห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่หลุดลอก ไม่เป็นเท็จหรือหลอกลวงหรือที่อาจจะทาให้เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของสินค้าอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) ชื่อผลิตผล ให้ระบุว่า "มะม่วง" หรือ "ชื่อพันธุ์มะม่วง"

2) น้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก

3) ชั้นคุณภาพ (ถ้ามี)

4) รหัสขนาด และ/หรือขนาด (ถ้ามี)

5) ข้อมูลผู้ผลิต หรือผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย หรือผู้นำเข้า หรือผู้ส่งออก ให้ระบุชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิต หรือผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย หรือผู้นำเข้า หรือผู้ส่งออก

6) แหล่งกำเนิดให้ระบุชื่อประเทศที่ปลูก ยกเว้นเพื่อจำหน่ายในประเทศ

7) ภาษากรณีที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ ต้องใช้ข้อความเป็นภาษาไทย แต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ กรณีที่ผลิตเพื่อการส่งออกให้แสดงข้อความเป็นภาษาต่างประเทศได้

2.6.2 ผลิตผลที่ไม่ได้จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค ต้องมีข้อความที่ระบุในเอกสารกำกับสินค้า ฉลากหรือแสดงไว้ที่ภาชนะบรรจุ โดยข้อความต้องมองเห็นได้ ง่าย ชัดเจน ไม่หลุดลอก ไม่เป็นเท็จหรือหลอกลวงหรือที่อาจจะทำให้เข้าใจผิดเกี่ยวกับลักษณะของสินค้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

1) ชื่อผลิตผล ให้ระบุข้อความว่า "มะม่วง" และ/หรือ "ชื่อพันธุ์มะม่วง"

2) น้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก

3) ชั้นคุณภาพ

4) รหัสขนาด และ/หรือขนาด

5) ข้อมูลผู้ผลิต หรือผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย หรือผู้นำเข้า หรือผู้ส่งออก ให้ระบุชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิต หรือผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย หรือผู้นำเข้า หรือผู้ส่งออก

6) แหล่งกำเนิด ให้ระบุชื่อประเทศที่ปลูก ยกเว้นกรณีที่ปลูกเพื่อจำหน่ายในประเทศ

7) ภาษา กรณีที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศต้องใช้ข้อความเป็นภาษาไทยแต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ กรณีที่ผลิตเพื่อการส่งออกให้แสดงข้อความเป็นภาษาต่างประเทศได้

2.6.3 เครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร การใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร ให้เป็นไปตามกฎกระทรวง เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องหมาย การใช้เครื่องหมาย และการแสดงเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2553 และประกาศสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติที่เกี่ยวข้อง

2.7 วัตถุเจือปนอาหาร ชนิดและปริมาณการใช้วัตถุเจือปนอาหารในมะม่วงให้เป็นไปตามข้อ กำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.8 สารปนเปื้อน ชนิดและปริมาณสารปนเปื้อนในมะม่วงให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.9 สารพิษตกค้าง ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในมะม่วงให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมาย ที่เกี่ยวข้องและมกษ. 9002 มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด และ มกษ. 9003 มาตรฐาน สินค้าเกษตร เรื่อง สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ปนเปื้อนจากสาเหตุที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

2.10 สุขลักษณะ มะม่วงต้องผ่านกระบวนการผลิต ที่ถูกสุขลักษณะโดยปฏิบัติตามมาตรฐาน การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP) ที่เกี่ยวข้องและมกษ. 9035 มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสาหรับโรงคัดบรรจุผักและผลไม้สด หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

2.11 วิธีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง

2.11.1 วิธีวิเคราะห์ ให้ใช้ตามตาราง 28 ดังนี้

ตาราง 28 วิธีวิเคราะห์คุณภาพมะม่วง

ข้อกำหนด	วิธีวิเคราะห์	หลักการ
1. คุณภาพตามข้อกำหนดขั้นต่ำ	ตรวจพินิจ และใช้ประสาทสัมผัส	-
2. ความผิดปกติด้านรูปทรง	ตรวจพินิจ	-
3. ตำหนิที่ผิว	ตรวจพินิจ และวัดขนาดเพื่อคำนวณพื้นที่	-
4. ขนาด	ชั่งน้ำหนัก	การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (Gravimetry)

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2555-2557

2.11.2 วิธีชักตัวอย่าง ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้องและข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรที่เกี่ยวกับวิธีชักตัวอย่าง

ภาคผนวก ข

1. เทคนิคการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและปุ๋ย

1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (1:1 H_2O) ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ละลายด้วยน้ำ DI 10 ml นำไปเวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH meter

1.2 Total Nitrogen (%) ใช้วิธีเจลดาห์ (Kjeldahl method) มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการย่อย การกลั่น และการไทเทรต

ขั้นตอนการย่อย (Digestion step) เป็นการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็น$(NH_4)_2SO_4$ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา K_2SO_4: $CuSO_4$ $5H_2O$: Se ในอัตราส่วน 100:10:1 โดยมวล หนัก 1 กรัม ต่อสารละลายดินหรือปุ๋ย 5 mL

ขั้นตอนการกลั่น (Distillation step) เป็นการเปลี่ยน $(NH_4)_2SO_4$ ที่เกิดจากการย่อยในขั้นตอนแรกไปเป็นแก๊ส NH_3 โดยเติม NaOH ลงไป จากนั้นจับแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยกรดบอริก

ขั้นตอนการไทเทรต (Titration step) ขั้นตอนนี้เป็นการไทเทรตหา $NH_4H_2BO_3$ ที่เกิดขึ้นโดยใช้กรด HCl หรือ H_2SO_4

1.3 Avai. Phosphorus (%) ใช้วิธีวานาโดโมลิบเดต (Vanadomolydate method) ใช้กรดเข้มข้นผสม $HClO_4$: HNO_3 ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร ในการย่อยตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟต จากนั้นทำให้เกิดสีกับ vanadomolydate reagent เกิดเป็นสารเชิงซ้อน ซึ่งมีสีเหลือง วัดหาปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

1.4 Avai. Potassium (%) ใช้วิธีเบรย์ 2 (Bray II method) ใช้สารสกัด Bray II ในการสกัดอัตราส่วน 1:7 โดยปริมาตร แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 720 นาโนเมตร

1.5 Avai. Calcium, Magnesium and Sulfur (%) ทำการสกัดสารด้วยสารละลาย NH_4OAc ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

1.6 Avai. Iron, Copper, Zinc, Manganese and Boron (ppm) ทำการสกัดสารด้วย สารสกัด DTPA ที่ pH 7 แล้ววัดหาความเข้มข้น ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

1.7 Organic Matter (%) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ละลายด้วย $K_2Cr_2O_7$ 10 ml เติมกรด H_2SO_4 15 ml เติมน้ำ DI 75 ml หยด Indicator (Ferroin) ไทยเทรตด้วย $K_2Cr_2O_7$ แล้วคำนวนหาปริมาณ อินทรีย์วัตถุ

1.8 EC (EC; uS/cm) ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ละลายด้วยน้ำ DI 50 ml นำไปเวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge แล้ววัดค่าด้วย เครื่อง EC meter

ตาราง 29 วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดินและปุ๋ย

ลำดับ	พารามิเตอร์	ดิน	ปุ๋ย	วิธีวิเคราะห์	เอกสารอ้างอิง
1	pH (1:1)	√	√	pH Meter	Black (1965)
2	Total N (%)	√	√	Kjeldahl	Black (1965)
3	Avai. P (%)	√	√	vanadomolydate	Black (1965)
4	Avai. K (%)	√	√	Bray II	Black (1965)
5	Avai. Ca (%)	√	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
6	Avai. Mg (%)	√	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
7	Avai. S (%)	√	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
8	Avai. Fe (ppm)	√	√	DTPA and AAS	
9	Avai. Cu (ppm)	√	√	DTPA and AAS	
10	Avai. Zn (ppm)	√	√	DTPA and AAS	
11	Avai. Mn (ppm)	√	√	DTPA and AAS	
12	Avai. Bo (ppm)	√	√	DTPA and AAS	
13	Organic Matter (%)	√	√	Wakley and Black	Cottenie(1980)
14	EC (EC; uS/cm)	√	√	Electrode EC	Black (1965)

2. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสรีรวิทยาและธาตุอาหารในใบพืช

2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ใช้เครื่อง Chloro phyll meter วัดหาปริมาณ Chloro phyll ในใบพืช ซึ่งจะให้หน่วยการวัดเป็น Spad unit

2.2 Dry matter ร้อยละของวัตถุแห้ง สามารถคำนวณหาได้โดยการอบแห้งใบพืช แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

2.3 Total Nitrogen (%), Avai. Phosphorus (%), Avai. Potassium (%), Avai. Calcium (%), Avai. Magnesium (%), Avai. Sulfur (%), Avai. Iron (ppm), Avai. Copper (ppm), Avai. Zinc (ppm), Avai. Manganese (ppm) and Avai. Boron (ppm) ใช้เทคนิคเดียวกันกับการวิเคราะห์ดินและปุ๋ย

ตาราง 30 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสรีรวิทยาและธาตุอาหารในใบพืช

ลำดับ	พารามิเตอร์	พืช	วิธีวิเคราะห์	เอกสารอ้างอิง
1	ปริมาณคลอโรฟิลล์	√	Chlorophyll meter	
2	Dry matter	√	ร้อยละวัตถุแห้ง	
3	Total N (%)	√	Kjeldahl	Black (1965)
4	Avai. P (%)	√	vanadomolydate	Black (1965)
5	Avai. K (%)	√	Bray II	Black (1965)
6	Avai. Ca (%)	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
7	Avai. Mg (%)	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
8	Avai. S (%)	√	NH_4OAc and AAS	Black (1965)
9	Avai. Fe (ppm)	√	DTPA and AAS	
10	Avai. Cu (ppm)	√	DTPA and AAS	
11	Avai. Zn (ppm)	√	DTPA and AAS	
12	Avai. Mn (ppm)	√	DTPA and AAS	
13	Avai. Bo (ppm)	√	DTPA and AAS	

3. วิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต จำนวนผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

3.1 ข้อมูลการเจริญเติบโต โดยใช้แบบบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูล อัตราการเพิ่มขนาดทรงพุ่ม (cm) อัตราการเพิ่มขนาดเส้นรอบลำต้น (mm) การเพิ่มจำนวนการแตกกิ่งใหม่ในช่วง 15-105 วัน โดยทำการบันทึกทุก 15 วัน

3.2 จำนวนผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต นับจำนวนช่อดอก จำนวนผลทั้งหมด จำนวนผลที่ส่งขาย จำนวนผลเสีย น้ำหนักผลต่อลูก (kg) น้ำหนักผลต่อต้น (kg) ความกว้างผล (cm) ความยาวผล (cm) และความหวานของผล (%brix) ทำการบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูล

ขนาดทรงพุ่ม (ซ.ก.cm)
หลังการตัดแต่งกิ่งจนถึงเก็บผลผลิต

เดือน		มิ.ย.	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.	
วันที่		30	15	28														
ครั้งที่		0	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
T0	R1	445	427	428														
	R2	400	387	391														
	R3	350	345	347														
	R4	360	350	410														
T1	R1	365	370	374														
	R2	310	265	375														
	R3	380	370	420														
	R4	460	302	420														
T2	R1	455	455	492														
	R2	340	330	387														
	R3	440	352	402														
	R4	390	340	395														
T3	R1	420	400	407														
	R2	440	377	400														
	R3	325	282	347														
	R4	450	403	430														
T4	R1	485	385	500														
	R2	490	434	535														
	R3	375	346	425														
	R4	370	348	395														

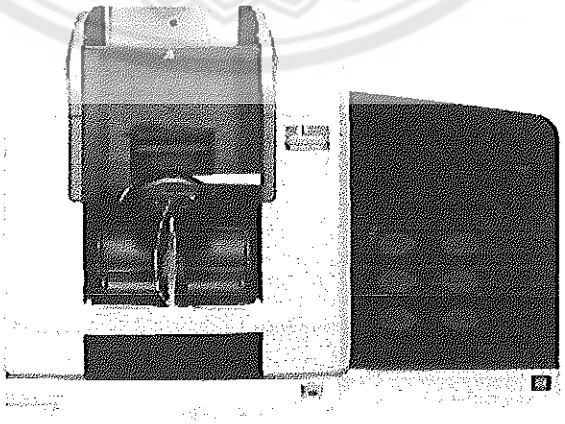
หมายเหตุ ข้อมูล 30/มิ.ย./60 ครั้งที่ 0 คือ ขนาดทรงพุ่มก่อนการตัดแต่งกิ่ง
ข้อมูล ก.ค. 60-ก.พ. 61 คือ ขนาดทรงพุ่มหลังการตัดแต่งกิ่ง

ภาพ 10 ตัวอย่างตารางใช้บันทึกข้อมูล

4. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย

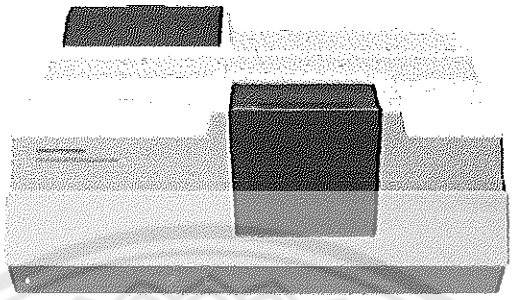
4.1 เครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติของ ปุ๋ย ดิน พืช

4.1.1 เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณโลหะด้วยเทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์พชันแบบเปลวไฟ ยี่ห้อ PinAAcle 900series



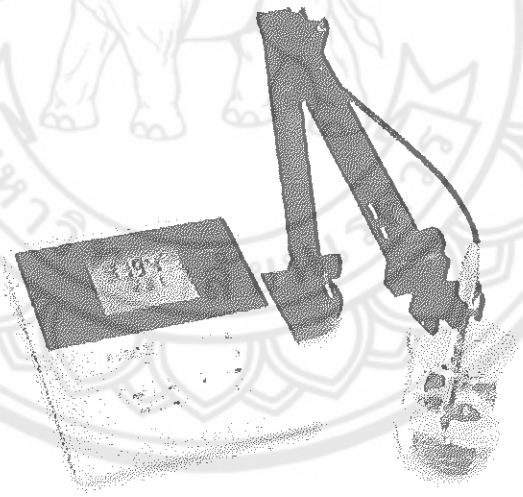
ภาพ 11 Atomic absorption spectrophotometer

4.1.2 เครื่องวัดการดูดกลืนแสงยูวี-วิสิ เบิลชนิดลำแสงคู่ ยี่ห้อ Lambda 365



ภาพ 12 uv-vis spectrophotometer

4.1.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ยี่ห้อ Schott lab 850



ภาพ 13 pH meter

4.1.4 เครื่องวัดค่า Electrical conductivity

ภาพ 14 EC meter

4.1.5 เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ยี่ห้อ SPAD-502 Plus

ภาพ 15 Chlorophyll meter

4.2 เครื่องมือเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

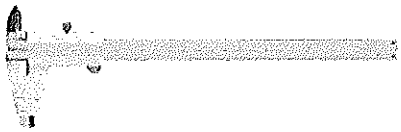
4.2.1 ตลับเมตรวัดขนาดของทรงพุ่ม

ภาพ 16 ตลับเมตร

4.2.2 สายวัดขนาดเส้นรอบลำต้น

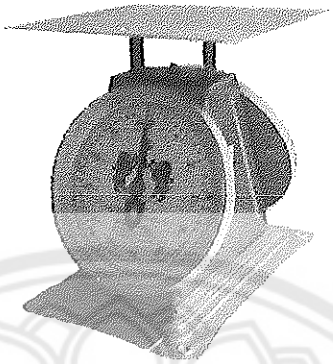
ภาพ 17 สายวัด

4.2.3 เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวผล



ภาพ 18 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

4.2.4 ตราชั่งน้ำหนักผลผลิต



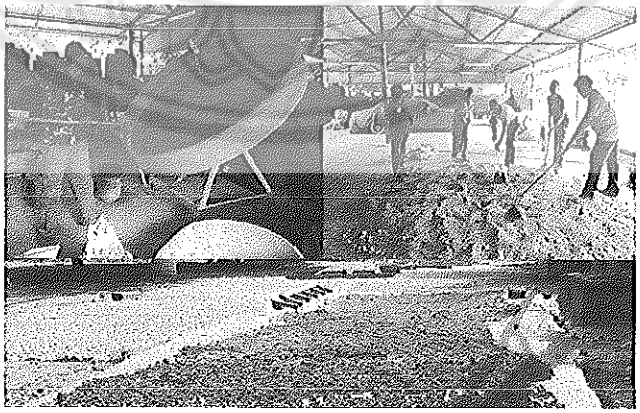
ภาพ 19 ตราชั่งน้ำหนัก

4.2.5 เครื่องวัดค่าความหวานของผลผลิต

ภาพ 20 Refractometer

ภาพ 21 แปลงทดลอง

ภาพ 22 การเก็บตัวอย่างดิน

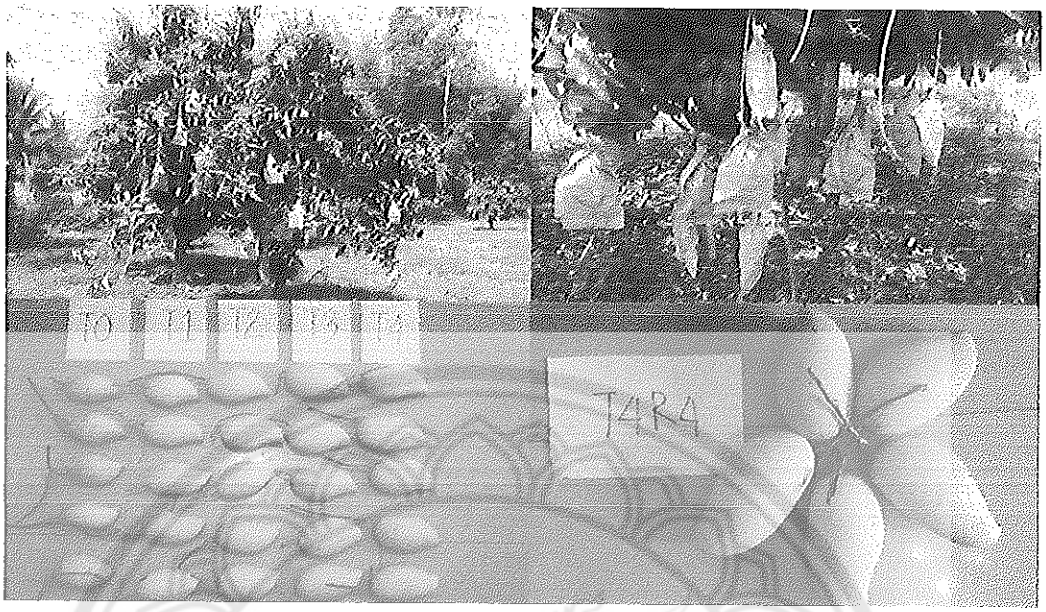


ภาพ 23 กระบวนการผลิตปุ๋ย HO

ภาพ 24 การวิเคราะห์ ดิน ปุ๋ย พืช ด้วยเครื่อง AAS

ภาพ 25 การใส่ปุ๋ย

ภาพ 26 การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต



ภาพ 27 การเก็บข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ภาพ 28 การเก็บผลผลิตของเกษตรกร