รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผักในชุมชนเมือง

โดย

นางสาวฉลวย ดวงดาว

นางสาวกัญจน์รัชต์ ลชิตาวงศ์

นางสาวศิริวรรณ แดงภักดี

นางสาวฐนชนก คำขจร

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 63-63-99-99-020000-013-102-01-23

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1

กรมพัฒนาที่ดิน

พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
บทคัดย่อ	
Abstract	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	2
ระยะเวลาและสถาที่ดำเนินการ	15
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	24
สรุป	45
ประโยชน์ที่ได้รับ	46
ข้อเสนอแนะ	46

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก 26

2 สมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์และดินที่ใช้ในแผนการทดลอง 29

3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก 31

4 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก 33

5 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก 35

6 ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ตลอดระยะการทดลอง 38

7 ความสูงของต้นคะน้า ครั้งที่ 1 2 และ 3 39

8 น้ำหนักสดของต้นคะน้า ครั้งที่ 1 2 และ 3 41

9 ปริมาณผลผลิตคะน้าต่อตารางเมตร ครั้งที่ 1 2 และ 3 43

10 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ 44

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 แผนผังแปลงทดลอง 17

2 ขั้นตอนในการเตรียมแปลงและวัสดุปลูก 20

3 วัดอุณหภูมิในแปลงให้ได้เท่ากับภายนอก 21

4 วัสดุปลูกที่พร้อมจะปลูก 21

5 ต้นกล้าผักคะน้าอายุ 15 วัน 22

6 วิธีการปลูกผักคะน้า 22

7 คะน้าอายุ 10 วันหลังปลูก 23

8 การดูและกำจัดวัชพืช 23

9 สุ่มเก็บตัวอย่าง 10 ต้น 24

10 ชั่งน้ำหนักผลผลิตรวม 24

11 ค่าความเป็นกรดด่างของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 27

12 ปริมาณอินทรียวัตถุของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 29

13 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 32

14 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 34

15 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 36

16 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม
ของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูก 38

17 ความสูงต้นคะน้า ครั้งที่ 1 2 และ 3 40

18 น้ำหนักสดต้นคะน้า ครั้งที่ 1 2 และ 3 41

19 ปริมาณผลผลิตคะน้าคะน้า ครั้งที่ 1 2 และ 3 43

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1 สมบัติทางเคมีวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และดินที่ใช้ในแผนการทดลอง 53

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 1 53

3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 1 53

4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1 54

5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1 54

6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1 54

7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 2 55

8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 2 55

9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 2 55

10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 2 56

11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่2 56

12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 3 56

13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 3 57

14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3 57

15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3 57

16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3 58

17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 1 58

18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 1 58

19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 1 59

20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 2 59

21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 2 59

22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 2 60

23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 3 60

24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 3 60

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 3 60

26 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนปลูก 59

27 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 1 59

28 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 2 60

29 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 3 61

30 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินหรือพีเอชที่มีอิทธิพลต่อพืช 62

ชื่อโครงการ ภาษาไทย ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผัก

ชื่อโครงการ ภาษาอังกฤษ Effect of Organic Fertilizer on Growth and Yield of Vegetable.

ผู้ดำเนินการ	นางสาวฉลวย ดวงดาว	Miss Chaluai Duangdao
ผู้ร่วมดำเนินการ	นางสาวกัญจน์รัตช์ ลชิตาวงศ์	Miss Kanjarat Lachitavong
	นางสาวศิริวรรณ แดงภักดี	Miss Siriwan Dangpukdee
	นางสาวฐนชนก คำขจร	Miss Thanachanok Khamkajorn

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผัก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ การทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomize Complete Block Design) จำนวน 3 ซ้ำประกอบด้วย 7 ตำรับทดลอง คือ 1.ดินร่วน 2.ใบก้ามปู 3.ปุ๋ยหมัก 4.ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 5.ปุ๋ยชีวภาพ 6.ปุ๋ยมูลไส้เดือน และ7.ปุ๋ยคอก ผลการทดลองพบว่า ตำรับทดลองที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชเสถียรสูงสุดคือการที่ใช้ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ระยะเวลาวัสดุปลูกมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงสุดคือ ช่วงระยะเวลา 80 วัน การที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณผลผลิตสูง เท่ากับ 3,143 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักให้ผลตอบแทนสูงสุด เท่ากับ 58.02 บาทต่อตารางเมตร รองลงมาคือการใส่ใบก้ามปู เท่ากับ 55.62 บาทต่อตารางเมตร และการใส่ปุ๋ยชีวภาพ เท่ากับ 49.86 บาทต่อตารางเมตร วัสดุปลูกที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดคือดินร่วนและใบก้ามปูเท่ากับ 75 บาทต่อตารางเมตร รองลงมาคือวัสดุปลูกที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกเท่ากับ 82.5 บาทต่อตารางเมตร

Abstract

The objective of this project was to studied the effect of Organic Fertilizer on growth yield cost and economic returns on Vegetable. The experimental design was Randomize Complete Block Design (RCBD) 7 treatments with 3 replications consisting of (1) Loamy soils (2) Dried rain tree leaves (3) Composed fertilizer (4) High quality organic fertilizer (5) Bio- fertilizer (6) Vermicompost (7) Manure.

Results show that vermicompost (T6) can fix nutrients than others within 80 day safter planting. T4 gives the best yield for 3,143 g/m^2 while T3 has highest economic return among others (58.02 baht/m^2). Secondly is T2 (55.62 baht/m^2) and T5 (49.86 baht/m^2). This study found that T1 is the lowest cost as a growing media. Second is T5 T3 and T7, respectively (75, 82.5 baht/ m^2)

หลักการและเหตุผล

การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goal: SDG's) ซึ่งมีตัวชี้วัดด้านการขจัดความยากจนทุกรูปแบบในทุกพื้นที่ สร้างหลักประกันในคนมีชีวิตที่มีคุณภาพและส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของคนทุกเพศทุกวัย ขจัดความหิวโหยมีความมั่นคงทางอาหาร ปรับปรุงโภชนาการและสนับสนุนเกษตรกรรมที่ยั่งยืนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้ขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ที่สำคัญประกอบด้วยยุทธศาสตร์ด้านการตลาดนำการผลิต ยุทธศาสตร์เทคโนโลยีการเกษตร 4.0 ยุทธศาสตร์3'S (เกษตรปลอดภัย-เกษตรมั่นคง-เกษตรยั่งยืน) ยุทธศาสตร์เกษตร-พาณิชย์ที่ทันสมัย และยุทธศาสตร์เกษตรยั่งยืนตามศาสตร์พระราชา โดยมีแนวนโยบายในการส่งเสริมเกษตรยั่งยืนเพื่อเป็นภูมิคุ้มกันและสร้างความมั่นคงแก่เกษตรกรด้วยเกษตรทฤษฎีใหม่ เกษตรผสมผสาน เกษตรธรรมชาติ และเกษตรอินทรีย์ ลดและเลิกใช้สารเคมีเปลี่ยนมาเป็นรูปแบบการผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหลักในการสนับสนุนและส่งเสริมการใช้สารอินทรีย์ลดใช้สารเคมีทางการเกษตรและขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์ จึงได้พัฒนานวัตกรรมต่างๆ เกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน เพราะปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีกระบวนการผลิตและวิธีการใช้ที่แตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์ในการนำมาใช้เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพราะปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่สำคัญโดยเฉพาะการทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์ ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก ในรูปแบบที่นำปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ มาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกเพื่อให้สามารถปลูกพืชผักได้อย่างหลากหลายในพื้นที่มีความจำกัด โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมการทำการเกษตรชุมชนเมือง

การทำการเกษตรในสังคมเมือง เป็นแนวคิดในการทำการเกษตรในพื้นที่เขตเมืองที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างทั้งในระดับนานาชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองใหญ่ที่สำคัญระดับโลก (World City) เช่น นิวยอร์ค ลอนดอน โตเกียว เป็นต้น ความสำคัญของการทำการเกษตรในเมืองคือเพื่อเป็นการผลิตอาหารที่ปลอดภัย (Safe Food) เพื่อลดรายจ่ายในการครองชีพ นอกจากนี้การทำการเกษตรในเมืองยังมีความสำคัญในด้านการผลิตอาหาร (Production Function) ด้านระบบนิเวศ (Ecological Function) และด้านวัฒนธรรม ส่วนในประเทศไทยการทำการเกษตรในเมืองกระจายอยู่ตามเมืองและรอบๆ เมือง ที่มีลักษณะของพื้นที่ที่หลากหลาย เช่น การปลูกผักในกระถางบนคอนโดมิเนียม การทำสวนในหมู่บ้านหรือชุมชน (Community Garden) เนื่องมาจากปัจจุบันคนให้ความสำคัญกับเรื่องสุขภาพ จึงมีการปลูกผักและผลไม้เพื่อการบริโภคที่ปลอดภัย ลดความเสี่ยงจากสารเคมีและประหยัดค่าใช้จ่าย การเกษตรในเมืองไม่ได้เป็นเพียงการผลิตอาหารเพื่อการบริโภค แต่ยังเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสังคมเมืองกับชนบทด้วยกระบวนการทางการเกษตรในการสร้างเครือข่ายความมั่นคงทางอาหาร

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบและผลผลิตพืชผัก
2.เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการนำปุ๋ยอินทรีย์มาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูก
3.เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรนำปุ๋ยอินทรีย์มาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูก

การตรวจเอกสาร

ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer)

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีเศษเหลือจากโรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานแปรรูปทางการเกษตร (ธงชัย, 2550) ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน และเป็นแหล่งของอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารพืชที่สำคัญ เนื่องจากอินทรียวัตถุ (organic metter) ที่ได้มาจาการย่อยสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะต่างๆรวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว เมื่อมีการย่อยสลายต่อไปถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส ซึ่งเป็นสารที่เสถียร มีพื้นผิวสัมผัสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C E C) อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยส่วนใหญ่เป็นสารฮิวมิก ที่มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อนย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ลิปิด กรดอะมิโนและกรดอินทรีย์ อินทรียวัตถุมีความสำคัญต่อสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ บทบาทของอินทรียวัตถุต่อสีของดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะมีสีเข้มถึงดำ เป็นสารเชื่อมอนุภาคดิน มีพื้นที่ผิวสามารถดูดซับน้ำได้มาก นอกจากนี้ยังมีความสามรถในการดูดซับแคตไอออนและแอนแคตไอออนสูงมาก เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์และธาตุอาหารพืช มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นนด่างของดิน (พจนีย์, 2 5 4 4)

ปุ๋ยอินทรีย์มีหลายชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และพืชปุ๋ยสด โดยจะมีธาตุอาหารพืชแตกต่างกันออกไป ซึ่งปุ๋ยแต่ละชนิดจะให้และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาในปริมาณและอัตราเร็วที่แตกต่างกันออกไปโดยขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่พบในปุ๋ยชนิดนั้น (ยงยุทธ และคณะ, 2554) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นสารประกอบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ได้แก่พืช สัตว์ จุลินทรีย์และผ่านกระบวนการผลิตทางธรรมชาติ ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพถึงจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ เช่นไนโตรเจนอยู่ในรูปของโปรตีน เมื่อใส่ลงไปในดินพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ทันที ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์แล้งจึงปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปสารประกอบอนินทรีย์ จากนั้นพืชจึงดูดไปใช้ได้ (ทัศนีย์และประทีป,2550) ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ในการฟื้นฟูสภาพดินที่มีความเสื่อมโทรม ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และพืชปุ๋ยสด ที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติต่างๆของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งสมบัติทางด้านกายภาพ และสมบัติทางด้านเคมี คือการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืช ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช ตลอดจนการเพิ่มความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ส่วนสมบัติทางชีวภาพเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์และช่วยยับยั้ง

การเกิดโรคพืชของเชื้อโรคบางชนิดได้ จึงกล่าวได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชควรแนะนำให้เกษตรกรใช้ในการทำการเกษตรเพื่อให้สามารถใช้ดินได้อย่างยั่งยืน (บัญชา,2552) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณสูงมีความจำเป็นอย่างยิ่งทั้งในระบบการเพาะปลูกพืชบนดิน (conventional soil culture) และในระบบการเพาะปลูกพืชไม่ใช้ดิน (soillese culture) (ยงยุทธและคณะ, 2541)

ปุ๋ยหมัก (compost)

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำเศษเหลือจากพืชมาหมักรวมกันและผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมเป็นวัสดุที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ไม่แข็งกระด้าง และมีสีน้ำตาลปนดำ ซึ่งการย่อยสลายขึ้นอยู่กับระยะเวลา ชนิดวัสดุและกรรมวิธีในการผลิตปุ๋ยหมัก ส่วนผสมของวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักในการทำปุ๋ยหมัก 1,000 กิโลกรัม จะต้องใช้เศษพืช 1,000 กิโลกรัม มูลสัตว์ 200 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม หรือน้ำหมักชีวภาพจากปลา จำนวน 9 ลิตร และสาเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์พด.1ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุเหลือทางการเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีเซลลูโลสและไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ย่อยสลายยาก สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.1 ประกอบด้วย กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อราที่ย่อยสลายเซลลูโลส คือ *Scytaliduim thermophilum, Chactomium themophilum,Corynascus verrucosus, Sacopulapsis hreviacaulis* แอคติโนมัยซีสย่อยเซลลูโลส *Steptomyces* sp. จำนวน 2 สายพันธุ์ และจุลินทรีย์ย่อยไขมัน *ได้แก่ Bacillus subtisis* จำนวน 2 สายพันธุ์

วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมัก ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือประเภทต่างๆ ด้านการเกษตร อุตสาหกรรม วัสดุเหลือในครัวเรือน ตลอดจนวัชพืชต่างๆ ในการทำปุ๋ยหมัก 1,000 กิโลกรัม ต้องใช้วัสดุดังนี้คือ เศษพืช จำนวน 1,000 กิโลกรัม มูลสัตว์จำนวน 200 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรียจำนวน 2 กิโลกรัมหรือน้ำหมักชีวภาพจากปลาจำนวน 9 ลิตร และสารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง การทำปุ๋ยหมักเริ่มจากตั้งกองวัสดุหรือเศษพืช ให้มีขนาดความกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.5 เมตร ผสมสารเร่งจุลินทรีย์ ในน้ำ 20 ลิตร คนเป็นเวลา 10-15 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในรูปสปอร์พร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย ส่วนวัสดุที่กองไว้ย่ำให้แน่นและรดน้ำให้ชุ่ม นำมูลสัตว์มาโรยด้านบนเศษพืชตามด้วยปุ๋ยไนโตรเจน แล้วนำสารละลายจุลินทรีย์ราดลงบนกองวัสดุ หลังจากนั้นดูแลกองปุ๋ยโดยรดน้ำเพื่อรักษาความชื้น และกลับกองปุ๋ยหมักทุก 7-10 วัน เพื่อระบายอากาศ ลดอุณหภูมิ เพิ่มออกซิเจนและช่วยให้วัสดุคลุกเคล้าให้เข้ากัน เก็บรักษากองปุ๋ยหมักที่เสร็จแล้วไว้ในโรงเรือน ลักษณะของปุ๋ยหมักที่พร้อมจะนำไปใช้ต้องมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่มีกลิ่นเหม็น อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักใกล้เคียงกับภายนอก อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1 อัตราการใช้สำหรับข้าวและพืชไร่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ พืชผัก 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ไม้ผล อัตรา 20 กิโลกรัมต่อต้น นอกจากนี้ความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการย่อยสลายและสะสมอยู่ในกองปุ๋ยหมักสามารถทำลายเชื้อสาเหตุของโรคพืชบางชนิด เช่น เชื้อรา *Helminthosporium maydis* ที่ก่อให้เกิดโรคใบไหม้ในข้าว เชื้อรา *Collectotrichum dermatium var.truncatum* ที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในถั่วเหลือง รวมทั้งไข่

พยาธิและเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค เช่น เชื้อ *Salmonella typhosa* ที่ก่อให้เกิดโรคไทฟอยด์ และ *เชื้อ Shigell* sp. ที่เป็นเชื้อสาเหตุของโรคบิด เชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ที่เป็นเชื้อสาเหตุวัณโรคปอด เป็น

ประโยชน์ของปุ๋ยหมักและธาตุอาหารในปุ๋ยหมักเป็นดังนี้

1) ธาตุไนโตรเจน ในปุ๋ยหมักมีธาตุไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารเป็นส่วนมาก ส่วนรูปแอมโมเนียมและไนเตรทมีส่วนน้อย โดยอัตราการเปลี่ยนธาตุไนโตรเจนจากรูปอินทรีย์สารเป็นรูปแอมโมเนียมค่อนข้างช้า ทำให้ไม่ได้ปลดปล่อยธาตุนี้ทั้งหมดให้แก่พืชในฤดูปลูกเดียว แต่สามารถปลดปล่อยให้พืชที่ปลูกตามมาได้อีกด้วย ซึ่งการเปลี่ยนธาตุไนโตรเจนจากรูปอินทรีย์สารเป็นรูปแอมโมเนียมในปุ๋ยหมักเรียกว่า กระบวนการมินเนอราลไลเซชัน (mineralization) เกิดขึ้นได้ดีเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำเพียง 30–40 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้าไม่เกิน 1 เดซิซีเมนต่อเมตร และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน 6–7 ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุต่างกันก็ทำให้กระบวนการ mineralization แตกต่างกัน

2) ธาตุฟอสฟอรัส ปุ๋ยหมักมีค่าธาตุฟอสฟอรัสตั้งแต่น้อยกว่า 0.4 ถึงมากกว่า 23 กรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ผลิต โดยปกติตะกอนน้ำเสียมีธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าวัสดุอินทรีย์อื่นๆ และพบว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะชุมชนเมืองมีธาตุฟอสฟอรัส 2–6 กรัมต่อกิโลกรัม หรือเฉลี่ย 3.3 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินที่ใช้เพาะปลูก 2–10 เท่า โดยทั่วไปธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมักต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ดินมีอยู่ ส่วนฟอสฟอรัสที่อยู่ในปุ๋ยหมักสามารถปลดปล่อยออกมาในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ 20–40 เปอร์เซ็นต์โดยกระบวนการ mineralization (ยงยุทธ และคณะ, 2554)

3) ธาตุโพแทสเซียม ปุ๋ยหมักมีค่าธาตุโพแทสเซียมตั้งแต่ 0.7 ถึงมากกว่า 12 กรัมต่อกิโลกรัม หรือเฉลี่ย 5.4 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายและเป็นแหล่งเสริมของธาตุนี้สำหรับพืช เพราะในดินที่ใช้ในการเกษตรส่วนมากมีธาตุโพแทสเซียมประมาณ 4–25 กรัมต่อกิโลกรัม และมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมดเท่านั้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ยงยุทธ และคณะ, 2554)

ครองใจ (2560) ได้รายงานผลของปุ๋ยหมักกากครามต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้าพบว่าคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกครามส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีที่สุด โดยมีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 35.19 เซนติเมตร ขนาดความกว้างของทรงพุ่มเท่ากับ 28.2 เซนติเมตร และจำนวนใบ เท่ากับ 7.15 ใบ รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด 118.49 กรัมต่อต้น และ 9.56 กรัมต่อต้น

พจนีย์ (2544) กล่าวว่าการใส่ปุ๋ยหมักควรใส่ให้ต่อเนื่องทุกปี อัตราที่แนะนำคือ 4-5 ตันต่อไร่จะทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น เนื่องจากไปเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC: Cation Exchang Capacity)

ปุ๋ยคอก (animal manure)

ปุ๋ยคอก คือ มูลซึ่งสัตว์ขับถ่ายและสะสมอยู่ตามพื้นคอก ตลอดจนมูลและน้ำล้างคอกที่รวมอยู่ในสระ เก็บน้ำทิ้ง มูลสัตว์ซึ่งรวบรวมได้มากพอที่จะใช้เป็นปุ๋ย ได้แก่ มูลโค กระบือ สุกรและสัตว์ปีก ในมูลสัตว์ดังกล่าวมีฟาง วัสดุรองคอก เศษพืช เศษอาหารและปัสสาวะรวมกัน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ปุ๋ยคอกถือว่าเป็นปัจจัยหลักของการทำเกษตรอินทรีย์เพราะเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารที่พืชต้องการ ปุ๋ยคอก

ที่ใช้มี 2 รูปแบบ คือปุ๋ยคอกแบบแข็งและปุ๋ยคอกแบบเหลว ปุ๋ยคอกแบบแข็งคือ มูลสัตว์แบบสด ให้เพื่อเป็นเพิ่มโพแทสเซียมในดิน โดยการนำปุ๋ยคอกไปคลุกเคล้ากับดินอัตรา 1-3 ตันต่อไร่ ในช่วงเตรียมดิน กรณีที่ใส่ในแปลงพืชที่ปลูกแล้วจะแนะนำให้ใส่ปุ๋ยคอกแบบแห้งโรยรอบๆโคนต้น นอกจากเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชแล้วยังมีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชได้อย่างต่อเนื่องกว่าปุ๋ยเคมี

การจัดการและการนำปุ๋ยคอกไปใช้ประโยชน์ทำได้หลายวิธี เช่น การนำไปใช้โดยตรง การนำไปหมักก่อนนำไปใช้ การจัดการปุ๋ยเหลวแบบใช้และไม่ใช้อากาศ ส่วนระยะเวลาในการใช้ จากการวิจัยพบว่าควรใส่ปุ๋ยคอกก่นอปลูกพืช อย่างน้อย 1-2 สัปดาห์ เพราะว่าการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกจะปลดปล่อยออกมาในช่วงที่พืชต้องการพอดีและยังช่วยลดปฏิกิริยา ในการย่อยสลายของปุ๋ยคอก ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อน ประโยชน์ของปุ๋ยคอก คือเพิ่มธาตุอาหารพืช ให้ธาตุอาหารพืชอย่างต่อเนื่อง ช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพช่วยให้เกิดเม็ดดินมากขึ้น ส่วนทางด้านเคมีปุ๋ยคอกจะมีทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ช่วยเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ถ้านำไปใส่ในบ่อเลี้ยงปลาทำช่วยให้สาหร่ายและแพงค์ตอน พืชที่เป็นอาหารปลาเพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน)

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551) จากแปลงทดสอบโดยการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16–20–0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์ กข.6 พันธุ์เหลืองประทิว และข้าวฟ่างพันธุ์พื้นเมือง มีผลผลิตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ดังนี้ 460 644 624 และ 176 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

กฤษฎิ์ (2537) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น มูลสัตว์ชนิดต่างๆ และปุ๋ยหมัก เป็นต้น เมื่อใส่ลงไปในดินทำให้โครงสร้างของดินร่วนซุย การอุ้มน้ำของดินดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินยังเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน ซึ่งช่วยในการหมุนเวียนธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อีกด้วย

ธงชัย (2550) รายงานว่าโคและกระบือแต่ละตัวจะขับถ่ายออกมาคิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 45, 9 และ 90 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารพืชในมูลโคจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอาหารที่เลี้ยงและอายุของสัตว์ การใช้มูลโค กระบือควรผสมกับปุ๋ยฟอสเฟต เพราะในปุ๋ยคอกมีฟอสเฟตค่อนข้างต่ำ ถ้าสัตว์มีน้ำหนักตัวประมาณ 500 กิโลกรัม จะถ่ายมูลออกมา 25-35 กิโลกรัมต่อวัน ให้ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตครึ่งกิโลกรัม หรือหินฟอสเฟต 1-2 กิโลกรัม หว่านลงในคอกสัตว์เฉพาะที่มูลคลุกเคล้าให้เข้ากันดีแล้วจึงนำปุ๋ยไปกองหรือเก็บในหลุม การใช้ก็ควรใช้เพียง 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะเหมาะสมที่สุดทั้งในด้านผลผลิตที่ได้รับและค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไป และสะดวกกว่า โดยหว่านให้ทั่วแปลงแล้วพรวนดินกลบ เพื่อลดการสูญเสียแอมโมเนียม ถ้าไม่พรวนดินกลบจะได้ผลไม่ดี เพราะเกิดไนตริฟิเคชันได้ช้า และสูญเสียไนโตเจนในรูปแอมโมเนียมได้ง่าย

เธียรรัตน์และสมยศ (2559) ได้รายงานการศึกษาผลของปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหญ้าหนวดแมว ผลทดลองพบว่าการใส่มูลไก่อัตรา 5 ตันต่อไร่ มีผลทำให้หญ้าหนวดแมวมีความสูงของต้น น้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ราก น้ำหนักแห้งรวมและผลผลิตน้ำหนักแห้งมีค่าความสูงมากกว่ามูลวัว

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (high quality organic fertilizer)

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ทางธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสสูง มาผ่านการหมักหรือการย่อยสลายที่สมบูรณ์ หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการหมักและสลายตัวสมบูรณ์แล้ว มาผสมกับวัสดุอินทรีย์และหรืออนินทรีย์ธรรมชาติ ที่มีธาตุอาหารพืช การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงควรคำนึงถึงความต้องการปริมาณและชนิดธาตุอาหารพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน วัสดุที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูง ได้แก่ กากเมล็ดถั่วเหลือง กากเมล็ดถั่วลิสง เลือดแห้ง ปลาป่น วัสดุที่มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูง ได้แก่ กระดูกป่น หินฟอสเฟต มูลค้างคาว และวัสดุที่มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมสูง ได้แก่ กากเมล็ดถั่วเหลือง กากเมล็ดถั่วลิสง กากเมล็ดฝ้าย และมูลค้างคาว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 100 กิโลกรัม ประกอบด้วย กากเมล็ดถั่วเหลือง 60 กิโลกรัม มูลสัตว์ 40 กิโลกรัม สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาลจำนวน 26-30 ลิตร จะมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 4.0-5.0 3.0-4.0 1.0-2.0 เปอร์เซ็นต์

คุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กรมพัฒนาที่ดิน,2551)

1. ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก
2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20 ต่อ 1
3. ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ไม่เกิน 15 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
4. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5 - 10
5. ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6. ปริมาณธาตุอาหารหลัก
    - ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
    - ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ไม่น้อยกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
    - โพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
7. ปริมาณความชื้น ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
8. ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
9. ปริมาณหินและกรวดขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
10. ต้องไม่พบเศษพลาสติก เศษแก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่นๆ
11. ปริมาณธาตุโลหะหนัก
    - สารหนู (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
    - แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- ปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารพืชสูง เป็นแหล่งธาตุอาหารรองและจุลธาตุแก่พืช นอกจากนี้ยังมีจุลลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อดินและพืช รวมถึงมีการปลดปล่อยธาตุพืชแบบช้าๆ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร

เพ็ญศรีและคณะ (2558) ได้รายงานผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตข้าวพันธุ์สังข์หยด ในกลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินพัทลุง ในจังหวัดตรัง พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน ส่งผลให้ข้าวมีแนวโน้มจำนวนต้นต่อกอและผลผลิตเพิ่มขึ้น

สัญญาและอรประภา (2559) ได้รายงานประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจำนวน 2 สูตรคือสูตรของกรมพัฒนาที่ดินและสูตรมูลไก่หมักคุณภาพสูงและมีอัตราการใส่ 5 อัตรา คือ 1 2.5 และ 5 กรัมต่อดิน 5 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ให้ต้นคะน้ามีปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน แต่มีผลให้ค่าของปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ผันแปรตามปริมาณไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการผลิตคะน้าในระบบเกษตรอินทรีย์ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้งชนิดในอัตราตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจนสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ อัตรา 1 กรัมไนโตรเจน

ปุ๋ยชีวภาพ (bio-fertilizer)

ปุ๋ยชีวภาพประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่และมีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารสังเคราะห์สารประกอบธาตุอาหารพืชได้เองหรือสามารถเปลี่ยนธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยชีวภาพแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือกลุ่มที่สามารถสังเคราะห์สารประกอบธาตุอาหารพืชไนโตรเจน ได้แก่ ไรโซเบียมที่อยู่ในพืชตระกูลถั่ว แฟรงเดียที่อยู่ในรากสนทะเล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำที่อยู่ในโพงของใบแหนแดง ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือกลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยทำให้ธาตุอาหารพืชในดินละลายอออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น เช่น ไมคอร์ไรซาที่ช่วยให้ฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในดินละลายออกมาในรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ (ทัศนีย์และประทีป, 2550) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ปุ๋ยชีวภาพพด.12 สูตรและกระบวนการผลิตของกรมพัฒนาที่ดินชื่อปุ๋ยชีวภาพ (พด.12) เป็นปุ๋ยชีวภาพที่มีจุลินทรีย์ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Azotobacter tropica*lis, *Burkholderia unamae, Bacillus subtilis* และ *Azotobacter* ซึ่งที่ทำหน้าที่ในการเพิ่มธาตุอารพืชและฮอร์โมนพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้นประกอบด้วยจุลินทรีย์4ประเภทมีหน้าที่แตกต่างกันคือ

1. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดินสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศ และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยกิจกรรมเอนไซม์ไนโตรจีเนส ได้แก่ จุลินทรีย์ *Azotobacter tropicalis*

2. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์แล้วปลดปล่อยออกมาละลายสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตที่อยู่ในรูปไม่ละลาย เช่น หินฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้ ได้แก่ จุลินทรีย์ *Burkholderia unamae*

3. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม เป็นจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยกรดอินทรีย์ช่วยละลายแร่ธาตุที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในกลุ่มไมก้า เช่น ไบโอไทต์ มัสโคไวต์ และกลุ่มของเฟลด์สปาร์ เช่น ไมโครไคลน์ ออโทเคลส ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ *Bacillus subtilis*

4. จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช ได้แก่ ออกซินจิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน ช่วยกระตุ้นการเจริญของรากขนอ่อนและช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของรากพืช ทำให้มีความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ จุลินทรีย์ *Azotobacter chroococcum*

วิธีการขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพเป็นกระบวนการผลิตสูตรของของกรมพัฒนาที่ดิน

1. เตรียมวัสดุสำหรับขยายเชื้อ คือ ปุ๋ยหมัก จำนวน 300 กิโลกรัม รำละเอียด 3 กิโลกรัม และสารเร่งพด.12 จำนวน 1 ซอง

2. ผสมสารเร่ง พด.12 และรำละเอียดในน้ำจำนวน 20 ลิตร คนให้เข้ากันนาน 5 นาที

3. รดสารละลาย พด.12 ลงบนกองปุ๋ยหมักและคลุกเคล้าให้เข้ากันปรับความชื้นให้เหลือ 70 เปอร์เซ็นต์

4. ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง 50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ยเพื่อรักษาความชื้นกองปุ๋ยหมักไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 4 วัน แล้วจึงนำไปใช้ทันที ถ้ายังไม่นำไปใช้ ปรับความชื้นให้ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ แล้วบรรจุใส่กระสอบเก็บไว้ในที่ร่ม

ประโยชน์ของปุ๋ยชีวภาพขยายเชื้อโดยใช้สารเร่ง พด.12 ช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้กับดินเฉลี่ย 3-5 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เพิ่มการละลายของหินฟอสเฟต 15-45 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ 10 เปอร์เซ็นต์ และปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ถูกตรึงในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช จึงสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง 25 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มผลผลิตพืช 10-15 เปอร์เซ็นต์

อรอนงค์และคณะ (2559) ได้รายงานการผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดหวาน 2 สายพันธุ์ (ไฮบริกซ์ 2 และ 58) ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ พด.12 อัตรา 300 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ มีแนวโน้มผลผลิตฝักปอกเปลือกสูงเท่ากับ 2,177.40 และ 2,1127.40 กิโลกรัมต่อไร่

วรรณาและคณะ (2558) ได้การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยชีวภาพ (พด.12) ที่ขยายเชื้อร่วมกับปุ๋ยหมักต่อผลผลิตแตงโมบนพื้นที่ที่มีศักยภาพแพร่กระจายดินเค็ม จังหวัดอำนาจเจริญ พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพ อัตรา 2.4 ตันต่อไร่ ส่งผลให้แตงโมมีอัตราการเจริญเติบโต (ความยาวเถา) ในช่วงอายุ 30 40 และ 45 วัน สูงสุดเท่ากับ 65.95 125.96 และ 129.27 เซนติเมตร และยังเป็นอัตราที่ให้ผลผลิตแตงโมสูงสุดเท่ากับ 3,348.70 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดเท่ากับ 50,230 บาทต่อไร่

ปุ๋ยมูลไส้เดือน (vermicompost)

ปุ๋ยมูลไส้เดือน หมายถึง เศษซากอินทรียวัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลาย อินทรียวัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมาก นอกจากนี้ปุ๋ยมูลไส้เดือน ยังมีปริมาณฮิวมัสมาก ทำให้โปร่งร่วน เหมาะสำหรับการเพาะปลูก และปรับปรุงดิน (อานัฐ, 2550) ในปัจจุบันเกษตรกรได้นำปุ๋ยมูลไส้เดือนมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์กันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ยังได้มีการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและมูลสัตว์ พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน แตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดิน (กรวิภา, 2549)

กิจกรรมของไส้เดือนดินมีความสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารพืช เนื่องจากลักษณะของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ละเอียด มีรูพรุน ทำให้ระบายอากาศได้ดี มีความชื้นสูง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลกิจกรรมของจุลินทรีย์และการดูดซับธาตุอาหารในดิน คุณสมบัติปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากขยะอินทรีย์ปริมาณอินทรียวัตถุสูงมากซึ่งเป็นผลมาจากการย่อสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดูดกินเข้าไปในลำไส้ ซึ่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ของไส้เดือน จะช่วยให้ธาตุอาหารพืชหลายๆ ชนิด ที่อยู่ในอินทรียวัตถุจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของไนเตรทและแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (สามารถ, 2558) นอกจากนี้ปุ๋ยมูลไส้เดือนยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดิน ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะชุมชนนั้น มีความแตกต่างกันตามชนิดขยะชุมชนที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ซึ่งพบว่าการใช้อินทรียวัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้ (สามารถ, 2555)

อัจฉราวดีและคณะ (2558) กล่าวว่ากิจกรรมของไส้เดือนดินในระบบนิเวศดินนาในพื้นที่ดินเค็มสามารถช่วยในการพื้นฟูสมบัติดินของดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้ดียิ่งขึ้น ช่วยพลิกกลับหน้าดิน ช่วยย่อยสลายสารในดิน ช่วยแพร่กระจายจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินและช่วยให้ดินร่วนซุย การถ่ายเทอากาศดีขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน

วีรนุชและคณะ (2558) ผลการศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพื่อปลูกข้าวโพด พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งด้านกายภาพและเคมี ตลอดจนการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันในชุดดินที่แตกต่าง และถ้าต้องการลดต้นทุนในการผลิตในชุดดินโคราช ควรใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนดินอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ในชุดดินร้อยเอ็ด

วนิดา (2562) ได้รายงานผลการศึกษาประสิทธิภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตผักบุ้งจีน ผลการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเมตร มีปริมาณคอโรฟิลล์เอ คอโรฟิลล์บี และแครอทีนอยด์สูงกว่าและกลุ่มที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตรา 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีเบต้าแครอทีนสูงสุดที่สุด

เสกสรร (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน โดยเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และลดความหนาแน่นของดิน

สุลีลัก และสุชาดา (2557) ได้ทดลองเกี่ยวกับ อิทธิพลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพดินและการปรับปรุงโครงสร้างของดิน พบว่า ที่ระดับความลึกดิน 15-30 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ร่วมกับการฉีดน้ำหมักมูลไส้เดือน มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำสุดเท่ากับ 1.40 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ต่ำสุด เท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และ 2.10 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักมูลโค และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ที่ระดับความลึก ดิน 0-15 เซนติเมตร. ให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำสูงที่สุด 2.37 และ 2.77 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวหอมมะลิ 105 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับการฉีดน้ำหมักมูลไส้เดือน มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงสุดเท่ากับ 736.64 และ 727.68 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเพิ่มจำนวนหน่อต่อตารางเมตร ได้สูง 287 และ 276 หน่อต่อตารางเมตร ตามลำดับ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ร่วมกับการฉีดน้ำหมัก สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี และยังสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและปรับปรุงสภาพโครงสร้างของดินดีได้อีกด้วย

ถ่านแกลบ (carbonized rice husk)

ถ่านแกลบ เป็นวัสดุที่ได้จากการนำแกลบสีน้ำตาลมาเผาให้ได้แกลบสีดำ เนื้อถ่านแกลบมีการคงรูปของแกลบบางส่วน เนื้อแกลบแข็งและเปราะง่ายกว่าแกลบสีเทา แต่จะแตกละเอียดหากได้รับแรงกดบีบ เป็นแกลบที่ได้จากการเผาอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่เกิน 1,200 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ โดยไม่เกิดเปลวไฟขณะเผาไหม้ จากผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพบว่ามีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชดังนี้ มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.269 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.192 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 1.447 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 6.22 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 23.123 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ขุยมะพร้าว (coir dust)

ขุยมะพร้าว คือส่วนที่เป็นเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออกเป็นขุยละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าว มีคุณสมบัติน้ำหนักเบา อุ้มน้ำได้ดี มีสภาพเป็นกรดน้อย และเก็บความชื้นไว้ได้นาน เมื่อจะใช้ต้องมีความชื้นพอเหมาะ เหมาะสำหรับการเพาะชำต้นไม้ ข้อดีของขุยมะพร้าว คือสามารถซึมซับน้ำได้มากกว่าดินปกติ เวลารดน้ำลงไปจึงเก็บความชื้นได้นาน ปัจจุบันมีความต้องการขุยมะพร้าว มาใช้ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น เช่น นำมาทำเป็นกระถางปลูกต้นไม้แล้วข้างในอัดด้วยขุยมะพร้าวมีเมล็ดพันธุ์พืชฝังอยู่ สามารถนำมาวางบนโต๊ะทำงานหรือจุดอื่นๆ ในบ้านที่ต้องการความสดชื่นของต้นไม้ เพียงรดน้ำวันละ 1-2 ครั้ง ต้นไม้ขนาดเล็กก็จะงอกขึ้นมา

ปัจจุบันขุยมะพร้าวนิยมมาใช้ในการขยายพันธุ์พืช การใช้ขุยมะพร้าวอย่างเดียวก็สามารถนำมาเป็นวัสดุปลูกได้ แต่วิธีการที่ดีควรนำมาเป็นวัสดุปลูกผสม จากผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว พบว่าขุยมะพร้าวมีปริมาณความเข้มข้นธาตุอาหารพืชดังนี้คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 0.732 0.104 และ 1.302 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ใบก้ามปู (Rain tree)

ต้นก้ามปูหรือจามจุรี เป็นพืชตระกูลถั่ว (Family Leguminosae) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Samanea saman Jacq Merr. ในประเทศไทยเรียกหลายชื่อ เช่น จาจุรี ก้ามปู ก้ามกุ้ง ฉำฉา เป็นต้น แต่ในภาษาอังกฤษ จะเรียกว่า Rain tree เนื่องเป็นต้นไม้ที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในฤดูฝน มีเรือนยอดสูงประมาณ 40 ฟุต ต้นสูง 20-30 เมตร เปลือกเป็นสีดำ เนื่องจากเป็นพืชตระกูลถั่วจึงมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น ใบใช้ทำปุ๋ยหมักได้ โดยเฉลี่ยมีไนโตรเจนถึงร้อยละ 3.25 มีการนำใบก้ามปูไปหมักผสมกับดิน เพื่อใช้เป็นดินปลูกต้นไม้ขายเป็นการค้ามากมาย ภายใต้ชื่อ ดินผสมใบก้ามปู หรือนำใบก้ามปูแห้งมาใส่ถุงขาย สามารถประกอบเป็นอาชีพได้ และจากผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของใบก้ามปูพบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 92.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 12.37 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 4.35 0.16 และ 1.17 เปอร์เซ็นต์ (ผลวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 ตามตารางที่ 3)

วัสดุปลูก (growing media หรือ media)

วัสดุปลูก หมายถึง วัสดุที่เลือกมาสำหรับปลูกพืช เป็นวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือนำทั้งสองอย่างมาผสมรวมกัน วัสดุปลูกพืชที่นิยมใช้ในการปลูกพืชในพื้นที่จำกัด หน้าที่หลักๆ ของวัสดุปลูกคือยึดเหนี่ยวรากพืช เก็บรักษาความชื้น ให้อากาศและธาตุอาหารพืช ดังนั้นวัสดุปลูกที่ดีจึงควรมีทั้งสมบัติทางกายภาพ (physical properties) สมบัติทางเคมี (chemical properties) และสมบัติทางกายภาพ (biological properties) วัสดุปลูกแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ วัสดุปลูกที่มีดินเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก (soil-based medai) และวัสดุปลูกที่มีดินเป็นองค์ประกอบน้อย (soilless media) นิยมนำวัสดุเหลือจากโรงงานอุตสหกรรมหรือวัสดุเหลือทางการเกษตรมาเป็นส่วนผสม เช่น ใบไม้ผุ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ ขี้เลื่อย เป็นต้น และได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับนำวัสดุต่างๆ มาผสมเป็นวัสดุปลูก ซึ่งมีส่วนผสมและอัตราการผสมที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละสูตรก็มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่แตกต่างกัน

ประยงค์ (2555) การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง พบว่าวัสดุที่มีส่วนผสมของดิน ทราย ขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1 โดยปริมาตร มีผลทำให้การเจริญเติบโตของดาวเรืองทุกด้านมีค่าสูงสุดคือ มีลำต้นสูงเฉลี่ยเท่ากับ 70.99 เซนติเมตร ความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 49.24 เซนติเมตร ขนาดของดอกเฉลี่ยเท่ากับ 2.77 นิ้ว และจำนวนดอกเฉลี่ยเท่ากับ 22.50 ดอกต่อต้น

เนตรชนกและชวนพิศ (2555) ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นฝักข้าว ผลการทดลองพบว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินร่วน ใบไม้ผุ ขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1: 2 : 2 :1 โดยปริมาตร ให้ค่าเฉลี่ยความสูง จำนวนใบ และจำนวนรากต่อต้นสูงสุด

ศศินิภาและคณะ (2563) ศึกษาชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแตงเทศ พบว่าการปลูกแตงเทศในวัสดุปลูกที่เป็นทรายผสมมูลไส้เดือนให้ผลแตงเทศที่มีความหวานสูงสุด ส่วนสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า วัสดุปลูกที่มีทรายผสมกับขุยมะพร้าวมีความหนาแน่นรวมและมีการยุบตัวของวัสดุปลูกต่ำที่สุด

ศิวดล (2559) ได้รายงานการศึกษาผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกมะขามต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพบว่าดินผสมพร้อมปลูกที่ประกอบด้วย ดินร่วน ดินทราย ขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยหมักจากเปลือกฝักมะขามอัตราส่วน 1:1:1: พบว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมดังกล่าวมีผลทำให้ ความสูงของลำต้น เส้นผ่าศูนย์การทรงพุ่ม จำนวนใบสะสม จำนวนดอกสะสม ของต้นดาวเรือง มากกว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมักเปลือกฝักมะขาม อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร

ศรีสุนันท์และเยาวภา (2545) ได้รายงานการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้าในระบบการปลูกไม่ใช้ดินจากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดคะน้าไม่แตกต่างเมื่อเพาะในวัสดุที่ต่างกัน ส่วนการเจริญเติบโตพบว่าคะน้าที่ปลูกในวัสดุที่เป็นทรายหยาบผสมถ่านแกลบทรายหยาบมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดคือ มีน้ำหนักใบและลำต้นเท่ากับ 56.5 และทรายหยาบผสมขุยมะพร้าว 39.2 กรัมต่อต้น และทรายหยาบผสมขุยมะพร้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดคือมีน้ำหนักใบและลำต้น 56.2 และ 36.2 กรัมต่อต้น

สุทินและคณะ (2556) การศึกษาวัสดุปลูกจากดินที่เหมาะสมสำหรับคะน้า ผลการศึกษาพบว่าการปลูกคะน้าในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของใบไม้หมัก กาบมะพร้าวสับ แกลบเผา และปุ๋ยคอก มีผลทำให้การเจริญเติบและผลผลิต ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักคะน้าสูงกว่าการปลูกในวัสดุอื่นๆ

สุมิตราและอิศร์ (2561) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกระถาง ผลการทดลองพบว่า สูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 ที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว ปุ๋ยมูลวัว ทราย แกลบดิบ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตราส่วน 1:2:1:1:0.5 ส่วน มีผลทำให้ความสูงของต้นเท่ากับ 20.7 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 23.3 เซนติเมตร จำนวนใบเท่ากับ 14.6 ใบ ความกว้างของใบเท่ากับ 11.1 เซนติเมตร และน้ำหนักสดดีที่สุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

สุศฤงคารและคณะ (2557) ผลของวัสดุปลูกและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกสายพันธุ์สารคามก้านเขียว ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของหน้าดินร่วน แกลบเผา ปุ๋ยมูลไก่ อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร มีน้ำหนักสดของบัวบกสูงที่สุด

อภิสิทธิ์และคณะ (2563) ศึกษาวัสดุปลูกสำหรับการปลูกผักสลัด Red oak พบว่าการปลูกผักสลัดในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน 7 ส่วน กาบมะพร้าว 1.5 ส่วน ขุยมะพร้าว 1.5 ส่วน และวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน 6 ส่วน กาบมะพร้าว 2 ส่วน ขุยมะพร้าว 2 ส่วน มีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งดีที่สุด

คะน้ายอด (Chinese Kale)

คะน้าชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica Oleracea Var alboglabra อยู่ในวงศ์กะหล่ำ (Cruciferac) หรือผักตระกูลกะหล่ำ มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชีย สายพันธุ์ที่นิยมปลูกในไทยเป็นคะน้าจีน มีทั้งคะน้าใบและคะน้ายอดหรือคะน้าก้าน โดยเฉพาะคะน้าฮ่องกงที่ถูกใจคนชอบกินก้านที่สุด โดยไทยสั่งเมล็ดเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ มี 3 พันธุ์ด้วยกัน ได้แก่ พันธุ์ใบกลม ใบแหลม พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มีลำต้นตั้งตรงความสูงระหว่าง 20-30 เซนติเมตร มีสีเขียวนวล การแตกของใบจะแตกออกจากลำต้นเรียงสลับกัน 4-6 ใบต่อต้น ผิวใบมีลักษณะเป็นคลื่น ผิวเป็นมัน สีเขียวอ่อนถึงเขียวแก่ ซึ่งเป็นยอดที่มีลักษณะเป็นใบอ่อนขนาดเล็ก 2-3 ใบ มีลักษณะคล้ายบัวตูม ขนาดเล็กสีเขียวอ่อน รอที่จะเติบโตเป็นใบ เป็นส่วนที่นิยมนำมาบริโภคสูงที่สุด คะน้ามีระบบรากเป็นรากแก้วขนาดใหญ่ต่อจากลำต้น มีสีขาวออกน้ำตาลเล็กน้อย หยั่งลึกประมาณ 10-30 เซนติเมตร ปลูกได้ทั้งในแปลงปลูกและกระถาง การปลูกในดินหรือแปลงผักมีทั้งแบบหว่านกระจายทั่วแปลง เหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดใหญ่ ทำเป็นการค้า และแบบแถวเดียว เหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดเล็กหรือผักสวนครัว โดยมีระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 20X20 เซนติเมตร เสร็จแล้วผสมดินร่วน 2 ส่วน ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 1 ส่วน (แต่หากไม่สะดวกผสมดินเอง สามารถใช้ดินสำเร็จรูปแทนได้) หว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งผิวแปลงโดยให้เมล็ดห่างกันประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใช้ดินผสมหรือปุ๋ยคอกหว่านกลบเมล็ดให้หนาประมาณ 0.6-1 เซนติเมตร กลบดินผิวหน้าเมล็ดผักคะน้า ส่วนการปลูกในกระถาง ขั้นตอนแรกใส่กาบมะพร้าวสับวางรองก้นกระถางหาภาชนะร่อนดินให้ละเอียด เสร็จแล้วผสมดินร่วน 2 ส่วน ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก 1 ส่วน (แต่หากไม่สะดวกผสมดินเอง สามารถใช้ดินสำเร็จรูปแทนได้) จากนั้นก็ใส่ลงไปในกระถางแบบไม่ต้องเต็มมาก เสร็จแล้วหย่อนเมล็ดคะน้าตามลงไป วิธีการปลูกและดูแลรักษา การเพาะเมล็ดผสมดินกับปุ๋ยหมัก ใส่ลงในถาดเพาะเมล็ดแล้วนำเมล็ดคะน้าหยอดลงในถาดเพาะ กลบดินผิวหน้า แล้วรดน้ำทุกวัน เพื่อป้องกันแมลงให้โรยปูนขาวรอบๆ ถาดเพาะกล้า พออายุ 15-20 ย้ายลงปลูกในแปลงการปลูกจะใช้ระยะปลูกระหว่างต้น และแถวประมาณระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระหว่างแถว 20 เซนติเมตร หลังจากปลูกการดูแลคะน้าต้องการน้ำสม่ำเสมอ ควรรดน้ำ วันละ 2 ครั้งเช้าเย็น เมื่อคะน้าอายุ 45-55 วันหลังปลูก สามารถเก็บเกี่ยวได้แต่คะน้าที่อายุ 50-55 วันเป็นระยะเก็บเกี่ยวที่ให้น้ำหนักสูงสุด

คุณค่าทางโภชนาการ ผักคะน้ามีวิตามินซี ซึ่งมีส่วนช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้ชุ่มชื้นมากขึ้น มีวิตามินเอช่วยบำรุงและรักษาสายตา มีสารลูทีน (Lutein) ช่วยการเกิดโรคต้อกระจกได้ถึง 29 เปอร์เซ็นต์ ช่วยบำรุงโลหิต ธาตุเหล็กและธาตุโฟเลตในผักคะน้ามีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง ช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำหน้าที่ช่วยขับออกซิเจนที่เลือดนำมาไว้ใช้ มีแคลเซียมซึ่งมีส่วนช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน ช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน มีส่วนช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล มีแมกนีเซียมสูง ซึ่งช่วยลดอาการของไมเกรนลงได้ ช่วยชะลอปัญหาความจำเสื่อม และช่วยชะลอการเสื่อมของอายุสมอง มีวิตามินอีที่มีคุณสมบัติช่วยป้องกันยับยั้งการเจริญของเนื้องอก ช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ มะเร็งปอด และมะเร็งเต้านม ช่วยป้องกันการเกิดโรคโลหิตจาง ช่วยรักษาโรคหอบหืด เนื่องจาก

ช่วยลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบในบริเวณหลอดลม และช่วยขยายหลอดลมของผู้ที่ป่วยเป็นโรคหอบหืด ช่วยป้องกันโรคท้องผูกเนื่องจากมีเส้นใยสูง เป็นผักที่เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำตาลเป็นพิเศษ เพราะผักคะน้าถือว่าเป็นผักที่มีน้ำตาลต่ำที่สุดเลยก็ว่าได้ (3-5 เปอร์เซ็นต์)

การทำการเกษตรในเมือง

การทำการเกษตรในสังคมเมือง คือการส่งเสริมการดำรงชีวิตแบบเศษฐกิจพอเพียงและการบริโภคแบบยั่งยืน ทำให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร และสุขภาพ ความอยู่ดีมีสุข การทำการเกษตรในสังคมเมืองจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ให้ได้ในทุกสถานที่ และผลผลิตจะต้องคุณภาพดี ประหยัดเวลาและแรงงานในการดูแลรักษา การเกษตรจะต้องมีการเชื่อมโยงระหว่างภูมิปัญญาท้องถิ่นกับวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความสมดุลและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระบบนิเวศ และมนุษย์ ในปัจจุบันกระบวนการผลิตต้องปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม การนำปุ๋ยอินทรีย์มาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกต้องมีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ อินทรียวัตถุสูง มีความร่วนซุยระบายน้ำและอากาศ อุ้มน้ำและเก็บความชื้นในได้ดี เลือกวัสดุเพื่อมาเป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก ต้องมีธาตุอาหารเพียงพอ มีการย่อยสลายง่าย การนำปุ๋ยอินทรีย์มาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทางการเกษตร และเพื่อให้วัสดุปลูกมีคุณภาพและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมกราคม -เดือนพฤศจิกายน 2563

สถานที่ดำเนินการ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 เลขที่ 56 หมู่ 2 ตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

จุดพิกัดที่ตั้งแปลง UTM 47 P 690162 E 1551985 N

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ในการเพาะปลูก ได้แก่ เมล็ดพันธุ์พืชผัก แปลงปลูกพืชกึ่งสำเร็จรูป บัวรดน้ำ ถาดเพาะเมล็ด สมุนไพรไล่แมลง

1.2 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง เช่น พลั่ว ปากกาเคมี ถุงพลาสติก

1.3 อุปกรณ์ในการวัดการเจริญเติบโตและชั่งน้ำหนัก เช่น ไม้บรรทัด เทปวัดระยะ เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนัก ถุงบรรจุตัวอย่างพืช เป็นต้น

1.4 ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยมูลไส้เดือน

1.5 วัสดุอินทรีย์ ได้แก่ ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กากถั่วเหลือง รำละเอียด ใบก้ามปู

1.6 สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.1 สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.2 สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.3 สารเร่งจุลินทรีย์ซุปเปอร์ พด.9

1.7 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ป้ายแปลง ตาข่าย

2. วิธีการและขั้นตอนการ

2.1 วิธีการ ในการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผัก โดยใช้ผักคะน้าเป็นพืชทดสอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย

ตำรับการทดลองที่ 1 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและดินร่วน

ตำรับการทดลองที่ 2 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและใบก้ามปู

ตำรับทการดลองที่ 3 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและปุ๋ยหมัก

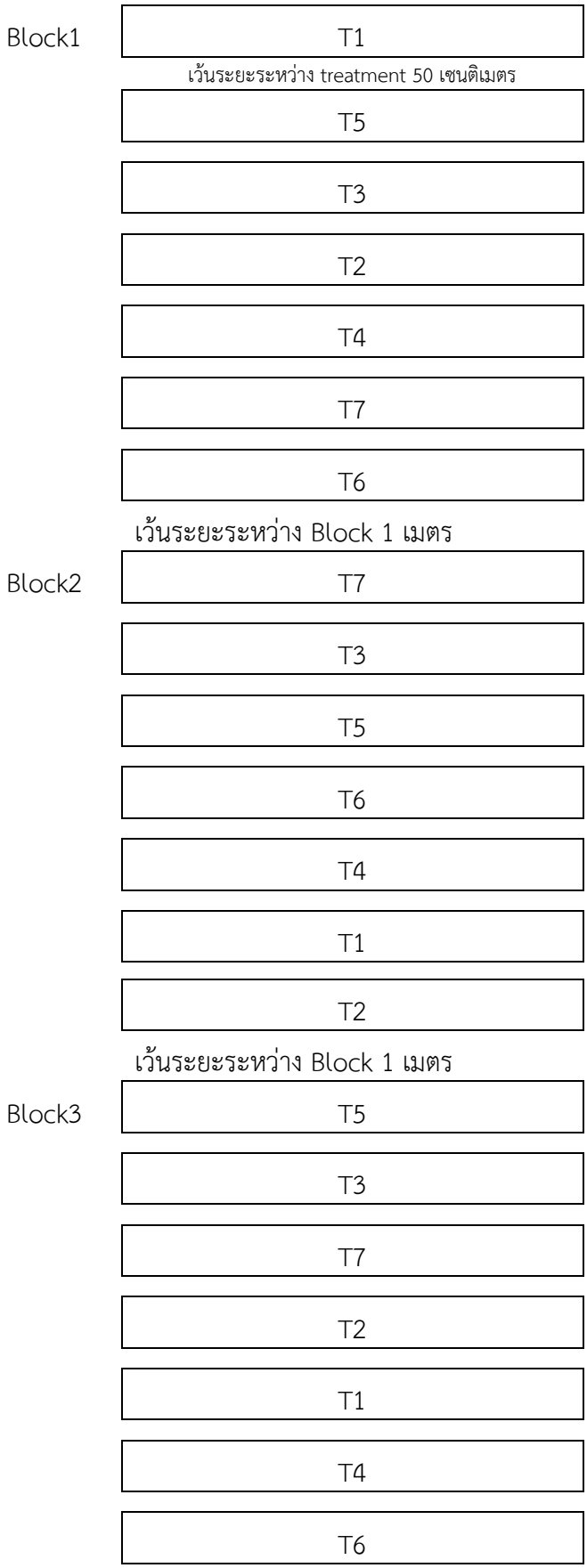
ตำรับการทดลองที่ 4 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ตำรับการทดลองที่ 5 ขุยมะพร้าวร่วมถ่านแกลบและปุ๋ยชีวภาพ

ตำรับการทดลองที่ 6 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและมูลไส้เดือน

ตำรับการทดลองที่ 7 ขุยมะพร้าวร่วมกับถ่านแกลบและปุ๋ยคอก

หมายเหตุ: ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 1 แผนผังแปลงทดลลอง

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

2.2.1 จัดหาวัสดุอินทรีย์และผลิตปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดที่จะนำมาเป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก คือ ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือน ใบก้ามปู และดำเนินการส่งตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด เพื่อหาปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และ ปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

2.2.2 มูลโค ที่ใช้ในการทดลองได้มาจากฟาร์มของเกษตรกรที่เลี้ยงโค ตำบลโคกสลุง อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี

2.2.3 ปุ๋ยหมัก ผลิตจากวัสดุ ได้แก่ เปลือกถั่วลิสง และต้นถั่วเขียว จำนวน 1,000 กิโลกรัม มูลโค จำนวน 200 กิโลกรัม และสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง มีขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมัก คือ 1) แบ่งส่วนผสมของวัสดุออกเป็น 3 ส่วน 2) ผสมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง ในน้ำ 20 ลิตร คนนานประมาณ 10–15 นาทีเพื่อกระตุ้นจุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรม 3) การกองชั้นแรก นำเศษพืชแห้งที่แบ่งไว้ส่วนที่หนึ่งมากอง มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และสูงประมาณ 30–40 เซนติเมตร ทำให้พอแน่นและรดน้ำให้ชุ่มทั่วกอง 4) ใส่มูลสัตว์ทับชั้นเศษพืชและเกลี่ยให้ทั่วกอง 4) ใส่สารละลายจุลินทรีย์ให้ทั่วกองปุ๋ยสิ้นสุดการกองชั้นแรกหลังจากนั้นนำเศษพืชมากองทับเพื่อทำชั้นต่อไป โดยทำเหมือนกับการกองชั้นแรก 5) กองปุ๋ยที่กองเสร็จแล้ว ชั้นบนสุดของกองปุ๋ยปิดทับด้วยทางมะพร้าว เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

2.2.4 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดิน สูตรไนโตรเจน ปริมาณ 100 กิโลกรัม ส่วนผสม ประกอบด้วย กากเมล็ดถั่วเหลือง 60 กิโลกรัม ปุ๋ยหมัก 40 กิโลกรัม สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 สารเร่งซุปเปอร์ พด.3 และสารเร่งซุปเปอร์ พด.9 อย่างละ 1 ซอง และสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล จำนวน 26-30 ลิตร ทั้งนี้วิธีการขยายเชื้อสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 เริ่มจากการเจือจางกากน้ำตาล โดยการนำกากน้ำตาล 5 กิโลกรัม ผสมกับน้ำ 50 ลิตร ใส่สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ปริมาณ 1 ซอง คนให้เข้ากัน ปิดฝาถังแล้วตั้งไว้ในร่มเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงนำมาผสมในกองปุ๋ย ซึ่งในกองปุ๋ยประกอบด้วยการผสมกากเมล็ดถั่วเหลือง และปุ๋ยหมัก ตามอัตราส่วนข้างต้น ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ปริมาณ 1 ซอง เทลงในสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ที่ขยายเชื้อแล้ว จำนวน 26-30 ลิตร คนให้เข้ากันนานประมาณ 5-10 นาที นำไปรดลงบนกองวัสดุที่ผสมข้างต้นและคลุกเคล้าให้ทั่วกองเพื่อให้มีความชื้นสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง จากนั้นตั้งกองปุ๋ยเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้มีความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร แล้วใช้วัสดุคลุมกองให้มิดชิด เพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ยระหว่างการหมักและดำเนินการกลับกองปุ๋ยทุก 5 วัน และควบคุมความชื้นในระหว่างการหมักให้ได้ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ทำการหมักกองปุ๋ยเป็นเวลา 10-15 วัน หรือจนกระทั่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยลดลงเท่ากับภายนอกกองปุ๋ยแล้วจึงนำไปใช้ได้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

2.2.5 ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ที่ใช้ในแผนการทดลองได้มาจากฟาร์มของเกษตรกรที่เลี้ยงไส้เดือนดิน อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก

2.2.6 ปุ๋ยชีวภาพ การศึกษาครั้งนี้จะใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 สูตรและกระบวนการผลิตของกรมพัฒนาที่ดิน

2.2.7 ใส่ปัจจัยตามแผนการทดลอง โดยนำวัสดุอินทรีย์ คือถ่านแกลบและขุยมะพร้าวมาคลุกเคล้ากันในอัตราส่วนผสม 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก บรรจุในแปลงปลูกพืชให้มีความหนา 15 เซนติเมตร เมื่อชั่งน้ำหนักแล้วได้เท่ากับ 30 กิโลกรัมต่อแปลงหลังจากนั้นนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตแล้ว จำนวน 15 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าลงไปตามแผนการทดลอง แล้วหมักไว้ทำการวัดอุณหภูมิวัสดุปลูกจนได้อุณหภูมิเท่ากับภายนอก เป็นระยะเวลา 40 วัน จึงเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมแปลงและวัสดุปลูก

ภาพที่ 3 วัดอุณหภูมิในแปลงให้ได้เท่าอุณภูมิภายนอก

2.2.8 วิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์สมบัติทางเคมี (Chemical properties) ของวัสดุปลูก โดยกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 มีการเก็บข้อมูลวัสดุปลูก จำนวน 4 ครั้งคือ ก่อนปลูกและหลังปลูกครั้ง 1 2 และ 3 เพื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 ปริมาณอินทรียวัตถุ วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black โดยการย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) แล้วทำการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ใช้ Kjeldahl method โดยการย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ด้วย Spectrophotometer Molybdovanadophosphate method และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ด้วย Flame photometric method

2.2.9 เพาะกล้าผักในถาดเพาะเมล็ดเมื่อต้นกล้าอายุ 15 วัน แล้วย้ายลงปลูกในแปลงปลูกพืช ขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตรที่บรรจุวัสดุปลูก ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระหว่างแถว 25 เซนติเมตร 1 ต้นต่อหลุม เท่ากับ 20 ต้นต่อตารางเมตร ดำเนินการปลูกผักทั้งหมด 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ปลูกเดือนมิถุนายน-เดือนกรกฎาคม
ครั้งที่ 2 ปลูกเดือนกรกฎาคม-เดือนสิงหาคม
ครั้งที่ 3 ปลูกเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม

ภาพที่ 4 วัสดุปลูกที่พร้อมจะปลูก

ภาพที่ 5 ต้นกล้าผักคะน้าอายุ 15 วัน

ภาพที่ 6 วิธีการปลูกผักคะน้า

ภาพที่ 7 คะน้าอายุ 10 วันหลังปลูก

ภาพที่ 8 การดูแลกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช

ภาพที่ 9 สุ่มเก็บตัวอย่าง 10 ต้น

ภาพที่ 10 ชั่งน้ำหนักผลผลิตรวม

2.2.10 การดูแลรักษา ให้น้ำด้วยการใช้บัวรดน้ำวันละ 2 ครั้งๆ ละ 5 ลิตร ในช่วงเช้าและเย็น ถ้ามีการระบาดของโรคและแมลงจะใช้สารสกัดสมุนไพร

2.2.11 เก็บผลผลิตผักหลังปลูก 40 วัน โดยการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้น เพื่อวัดความสูงต้นและชั่งน้ำหนักต่อต้นด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลและชั่งน้ำหนักรวมต่อตารางเมตรด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก

2.2.12 การเก็บข้อมูล ข้อมูลสมบัติทางเคมี เก็บตัวอย่างวัสดุปลูกที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์ตามแผนการทดลอง จำนวน 3 จุดเพื่อวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 ปริมาณอินทรียวัตถุ วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black โดยการย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) แล้วทำการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ใช้ Kjeldahl method โดยการย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ด้วย Spectrophotometer Molybdovanadophosphate method และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ด้วย Flame photometric method

2.2.13 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและรายงานผลการทดสอบ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ช่วงระยะเวลาต่อการเปลี่ยนปริมาณธาตุอาหารพืชวัสดุปลูก และการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีวัสดุปลูก

สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกจากการเก็บข้อมูลทั้งหมดจำนวน 4 ครั้ง คือ ก่อนปลูก โดยเก็บหลังจากที่นำส่วนผสมต่างๆ ตามแผนการทดลองมาผสมคลุกเคล้าแล้วหมักไว้ 40 วัน เป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในกองวัสดุลดลงเท่ากับอุณหภูมิภายนอก (27-30 องศาเซลเซียส) หลังจากนั้นมีการเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกแล้วเก็บผลผลิตคะน้าครั้งที่ 1 2และ3 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) และ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด(เปอร์เซ็นต์)

1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

1.1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุปลูกก่อนปลูก จากผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกก่อนปลูก พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก (pH) อยู่ในระดับเป็นกลาง (neutral) ถึงด่างจัด (modurately alkalien) ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6.6–8.5 โดยการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นกลาง (pH) เท่ากับ 6.6 และ 6.7 ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณสภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยคอก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 8.1 8.4 8.5 7.4 และ 8.2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจะเห็นว่า การใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยคอก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูกก่อนปลูกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น จากกรดจัดเป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างจัด (pH) 7.4–8.5 ทั้งนี้เป็นเพราะปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยคอก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 9.10 9.30 และ 8.50 ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง (ตารางที่ 3)

1.1.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุปลูกหลังปลูก

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 1 แล้วเก็บผลผลิตคะน้า 40 วันหลังปลูก แล้วนำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ตารางที่ 1 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูกในช่วงระยะเวลา 80 วัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 5.28–7.56 การใส่ดินร่วนและใบก้ามปูในวัสดุปลูก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงสูงที่สุด ถึงระดับกรดจัดถึงกรดปานกลาง pH เท่ากับ 5.28 และ 5.72 ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยคอก วัสดุก่อนปลูกมีฤทธิ์เป็นด่างมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงเช่นเดียวกัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 6.65 6.25 7.56 6.72 และ 6.84 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า วัสดุปลูกที่มีดินร่วน ใบก้ามปู และปุ๋ยชีวภาพ ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยคอก ค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยว 40 วัน นำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ครั้งที่ 2 ช่วงระยะเวลา 120 วัน พบว่า วัสดุปลูกที่มีการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ไม่มีความแตกต่างอย่างกันทางสถิติ แต่ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นจากกรดจัด (pH) เท่ากับ 5.28 และกรดปานกลาง (pH) เท่ากับ 5.72 ถึงระดับกรดเล็กน้อย (pH) เท่ากับ 6.32 และ 6.57 ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มูลไส้เดือน และปุ๋ยคอก ส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นกลาง โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 7.17 6.93 7.00 และ 6.97 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพบว่าที่ระยะเวลา 120 วัน วัสดุปลูกดังกล่าวค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยชีวภาพที่ระยะ 80 วัน และ 120 วัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง pH อยู่ในระดับด่างเล็กน้อย เท่ากับ 7.43

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 3 อายุเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังจากปลูก นำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ครั้งที่ 3 ช่วงระยะเวลา 160 วัน พบว่าการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ดินร่วน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากหลังปลูกครั้งที่ 2 จากเป็นกรดเล็กน้อย pH จาก 6.32 เป็น 5.80 และการใส่ใบก้ามปู ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจาก pH 6.57 เป็น 6.10 ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยคอก ส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นกลาง โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 6.63 6.53 6.93 6.70 และ 6.63 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาพบว่าที่ระยะเวลา 160 วันหลังใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอยู่ในระดับเป็นกลาง pH มีค่าเท่ากับ 5.80-6.63 ทั้งนี้เนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์มีผลในการช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง (buffer capacity) เพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุที่มีสมบัติเป็นประจุลบที่สามารถดูดซับไอออนบวกได้สูง จึงส่งผลให้ดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ได้ดี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก

ตำรับทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก			เฉลี่ย
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	6.6	5.28 e	6.32 d	5.80 c	6.00
2. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	6.7	5.72 d	6.57 cd	6.10 bc	6.27
3. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	8.1	6.65 bc	7.17 ab	6.63 ab	7.14
4. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	8.4	6.25 c	6.93 bc	6.53 ab	7.03
5. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	8.5	7.56 a	7.43 a	6.93 a	7.61
6. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลไส้เดือน	7.4	6.72 b	7.00 abc	6.70 a	6.96
7. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	8.2	6.84 b	6.97 abc	6.63 ab	7.16
เฉลี่ย	7.7	6.43	6.91	6.48	6.88
F-test		*	*	*	
CV(%)		2.36	2.49	3.18	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05)
** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)
2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

1.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter)

1.2.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ของวัสดุปลูกก่อนปลูก จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อน พบว่าวัสดุปลูก ที่มีส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกัน มีผลทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้วัสดุปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยคอก และใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 43.23 38.2 และ 34.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนและใบก้ามปูมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 18.86 และ 14.21 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงผลิตจากกากถั่วเหลือง (ตารางที่ 4) ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุ 72.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจึงทำให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 3)

1.2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ของวัสดุปลูกหลังปลูก

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 1 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 80 วัน พบว่าหลังการเก็บผลผลิตผัก ทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงยกเว้นการใส่ใบก้ามปูที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 1 อยู่ระหว่าง 15.01-33.67 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยคอกมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 33.67 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ดินร่วน ใบก้ามปู ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพ ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 15.01 15.7 25.3 และ 25.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยคอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 32.71 และ 30.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 120 วัน พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 14.38-29.71 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเล็กน้อย ยกเว้นใบก้ามปูที่ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเป็น 17.70 เปอร์เซ็นต์ โดยวัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 29.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ดินร่วน ใบก้ามปู ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 14.38 และ17.70 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยคอก ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 21.63 26.46 26.99 และ 28.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ดำเนินการปลูกผักครั้งที่ 3 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 160 วัน พบว่าทุกตำรับการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเล็กน้อยคือวัสดุมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 14.74-31.33 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 31.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ดินร่วนที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยสุดเท่ากับ 14.74 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับใบก้ามปู ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยคอก ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 22.21 22.23 23.23 23.78 และ 26.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรียวัตถุของวัสดุปลูกหลังปลูกทุกครั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติและส่วนใหญ่ปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนปลูก ยกเว้นตำรับการทดลองที่ใส่ใบก้ามปูที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยหลังปลูกครั้งที่ 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 33.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ดินร่วนและใบก้ามปูมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 15.01 และ 15.07 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หลังปลูกครั้งที่ 2 และ 3 วัสดุปลูกที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 29.71 และ 31.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ดินร่วนมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดทั้งหลังปลูกครั้งที่ 2 และ 3 เท่ากับ 14.38 และ 17.47 เปอร์เซ็นต์

การสลายตัวของอินทรียวัตถุ เมื่อซากสิ่งมีชีวิตผสมคลุกเคล้า จะถูกสิ่งมีชีวิตอื่นๆย่อยสลาย เช่น ไส้เดือน กิ้งกือ แมลง ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปก็จะเข้าย่อยสลายแปรสภาพเป็นสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก จนสามารถซึมผ่านเข้าเซลล์ของจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นพลังและอาหารของจุลินทรีย์ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมบางส่วนจะถูกดูดเข้าไปเป็นองค์ประกอบของจุลินทรีย์และบางส่วนถูกแปรสภาพเป็นฮิวมิก (humic substance) ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายมีหลายอย่าง เช่นธรรมชาติของ

สารประกอบอินทรีย์ในพืช อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเศษพืช และสภาพแวดล้อมเช่นความชื้น การถ่ายเทอาศ (ยงยุทธและคณะ, 2541) ปริมาณอินทรียวัตถุเหล่านี้จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอินทรียวัตถุที่ได้จากการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ จะมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณไม่มาก เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแต่ปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) การใส่ใบก้ามปูมีผลทำให้วัสดุปลูกเมื่อมีช่วงระยะเวลาในการย่อยสลายของใบก้ามปูทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	18.86	15.01c	14.38c	14.74b	16.39
2. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	14.21	15.70c	17.7bc	22.21b	16.77
3. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	31.04	25.30b	21.63ac	22.23b	26.68
4. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีคุณภาพสูง	43.23	30.12b	26.99abc	23.23b	30.89
5. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	30.11	25.29b	26.46	23.78ab	26.72
6. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	34.47	32.71ab	29.71abc	31.33 a	32.05
7. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	38.2	33.67a	28.19abc	26.08ab	31.53
เฉลี่ย	30.02	25.4	23.58	23.37	25.86
F-test		*	*	*	
CV%		10.60	15.96	17.42	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ใบก้ามปู	กากถั่วเหลือง	รำละเอียด	ดินร่วน
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	92.8	72.24	77.00	6.07
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	12.37	6.00	32.00	
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร)	-	4.03	1.27	0.404
ค่าความเป็นกรดด่าง-ด่าง (pH)	-	6.50	6.70	5.10
ไนโตรเจน (Total N)	4.35	7.21	1.41	
ฟอสฟอรัส (Total P)	0.16	1.18	1.56	98.00
โพแทสเซียม (Total K)	1.17	2.40	0.48	1,116

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์และดินใช้ที่ในแผนการทดลอง

รายการ	ปุ๋ยคอก	ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	ปุ๋ยชีวภาพ	มูลไส้เดือน
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	50.51	27.17	54.91	33.20	33.51
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	17.00	12.00	7.00	14.00	11.00
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร)	7.31	6.06	9.82	5.50	2.72
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.50	9.10	6.10	9.30	7.40
ไนโตรเจน (Total N)	1.72	1.33	4.86	1.37	1.72
ฟอสฟอรัส(Total P)	0.96	1.34	1.43	1.32	0.97
โพแทสเซียม(Total K)	2.06	3.50	2.60	3.50	1.31

1.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N)

1.3.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ของวัสดุปลูกก่อนปลูก จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.31-1.05 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเท่ากับ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากัน คือ 0.68 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการใส่ปุ๋ยคอกและดินร่วนเท่ากับ 0.62 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาพบว่าใบก้ามปูมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

1.3.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ของวัสดุปลูกหลังปลูก

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เมื่อเก็บนำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 80 วันเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากก่อนปลูก คือมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.39-1.29 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ วัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยคอกและวัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ส่วนวัสดุปลูกที่มีการใส่ดินร่วน และใบก้ามปู ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.09 1.04 0.82 0.85 0.39 และ 0.36 เปอร์เซ็นต์

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เมื่อเก็บวัสดุปลูกวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 120 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด พบว่าวัสดุปลูกทุกชนิดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลงจากการหลังปลูกครั้งที่ 1 คือมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระหว่าง 0.33-0.94 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 0.94 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยคอกที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.88 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ ใบก้ามปูและดินร่วน ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.64 0.63 0.34 และ 0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ในขณะที่การใส่ดินร่วนและใบก้ามปูมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เมื่อเก็บวัสดุปลูกวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในช่วงเวลา 160 วัน พบว่าวัสดุปลูกทุกชนิดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากหลังปลูกครั้งที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.37-1.13 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1.13 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.86 0.74 0.70 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.37 และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดทั้ง 3 ระยะ (หลังปลูกครั้งที่ 1 2 และ 3) อาจเนื่องมาจากสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือน (vermicompost) ที่มีเศษซากอินทรียวัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมาก นอกจากนี้ปุ๋ยมูลไส้เดือน ยังมีปริมาณฮิวมัสมาก ทำให้โปร่งร่วน เหมาะสำหรับการเพาะปลูกและปรับปรุงดิน (อานัฐ, 2550) จากการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและมูลสัตว์ พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน

แตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดิน (กรวิภา, 2549) นอกจากนี้ไนโตรเจนยังมีอันตรกิริยา(interaction)กับฟอสฟอรัส เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนในวัสดุปลูกจะทำให้รากพืชดูดฟอสฟอรัสได้มากขึ้นเนื่องจากฟอสฟอรัสช่วยทำให้รากพืชเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซับและเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัส(ยงยุทธ ,2552)

ตารางที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก

ตำรับการทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	0.31	0.39d	0.33d	0.37b	0.35
2. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	0.27	0.36d	0.34d	0.55b	0.38
3. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	0.68	0.82c	0.64bc	0.70ab	0.71
4. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีคุณภาพสูง	0.98	1.09b	0.88ab	0.74ab	0.92
5. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	0.68	0.85c	0.63c	0.69ab	0.71
6. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	1.05	1.29c	0.94a	1.13 a	1.10
7. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	0.62	1.04b	0.72abc	0.86ab	0.81
เฉลี่ย	0.66	0.83	0.64	0.72	0.71
F-test		**	**	**	
CV%		6.71	12.97	28.02	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5)

1.4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ของวัสดุปลูกก่อนปลูก จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนปลูก ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.21-0.99 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากันคือ 0.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยคอก ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.78 0.72 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ใบก้ามปูและดินร่วนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.21 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์

1.4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ของวัสดุปลูกหลังปลูก (ตารางที่ 6)

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 80 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากก่อนปลูก คือมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อยู่ระหว่าง 0.54-1.31 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยชีวภาพในวัสดุปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ

ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยคอก ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 1.20 1.05 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ดินร่วน ใบก้ามปู และปุ๋ยหมักโดยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.54 0.60 และ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใส่ใบก้ามปูและปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 120 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลงหลังปลูกครั้งที่ 1 โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.23-0.83 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 0.83 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.66 0.60 0.59 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ดินร่วนและใบก้ามปู ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.24 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วัสดุปลูกทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิตกับการใส่ปุ๋ยหมัก

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 160 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่ามีวัสดุปลูกทุกชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากหลังปลูกครั้งที่ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.59-1.31 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน การใส่ปุ๋ยชีวภาพ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 1.08 1.01 และ 0.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ใบก้ามปู การใส่ปุ๋ยคอกและการใส่ดินร่วน ที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.59 0.75และ0.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดนี้มีค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ของวัสดุปลูก ก่อนปลูกและหลังปลูก

ตำรับการทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	0.29	0.54c	0.24b	0.83bc	0.35
2. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	0.21	0.60c	0.23b	0.59c	0.38
3. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	0.72	0.86bc	0.51ab	1.31a	0.71
4. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีคุณภาพสูง	0.99	1.05ab	0.60a	0.91abc	0.92
5. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	0.78	1.13a	0.66a	1.01abc	0.71
6. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	0.99	1.20ab	0.83a	1.08 ab	1.10
7. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	0.69	0.98ab	0.59a	0.75bc	0.81
เฉลี่ย	0.67	0.93	0.52	0.92	0.57
F-test		**	**	**	
CV%		14.29	23.30	16.73	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

1.5 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O)

1.5.1 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ของวัสดุปลูกก่อนปลูก ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกัน ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดแตกต่างกัน พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.41-1.55 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือน ที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 1.08 0.99 0.89 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนและใบก้ามปูมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.41 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน(ตารางที่ 7)

1.5.2 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด(total K_2O) ของวัสดุปลูกหลังปลูก

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 80 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลงจากก่อนปลูก โดยมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.13-0.48 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยชีวภาพมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ดินร่วนที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 0.40 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ใบก้ามปู และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 0.25 0.22 0.17 0.14 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยคอก มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ใบก้ามปูและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ส่วนการใส่ใบก้ามปู ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยคอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีช่วงระยะเวลา 120 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่าวัสดุปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมอยู่ระหว่าง 0.11-.30 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 0.22 เพิ่มขึ้นเป็น 0.30 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ดินร่วน ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก ที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 0.21 0.16 0.15 0.14 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก นำวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ในช่วงระยะเวลา 120 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับหลังปลูกครั้งที่ 2 วัสดุปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลงยกเว้นการใส่ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยมูลไส้เดือนที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.11-0.19 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนทำให้วัสดุปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับใบก้ามปู ที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ดินร่วนและปุ๋ยชีวภาพที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากัน ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีปริมาณเท่ากับ 0.18 0.14 0.13 และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเก็บผลผลิตทั้ง 3 ระยะ (หลังปลูกครั้งที่ 1 2 และ 3) วัสดุปลูกที่มีการใส่ดินร่วน ใบก้ามปูและปุ๋ยกมัก มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดลดลงจากระยะหลังปลูกครั้งที่ 2 โดยมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 0.18 0.11 และ0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุปลูกที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยคอก มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 0.12 0.18 0.19 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อพิจารณาพบว่าการใส่ใบก้ามปูแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ส่วนการใส่ดินร่วน ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยคอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ของวัสดุปลูก ก่อนและหลังปลูก

ตำรับการทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก			เฉลี่ย
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	0.41	0.40a	0.21	0.18ab	0.30
2. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	0.41	0.14c	0.14	0.11b	0.20
3. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	0.78	0.22b	0.30	0.14ab	0.36
4. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีคุณภาพสูง	1.55	0.13c	0.10	0.12ab	0.48
5. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	1.08	0.48a	0.16	0.18ab	0.48
6. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	0.89	0.25b	0.15	0.19a	0.37
7. ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	0.99	0.17bc	0.11	0.13ab	0.35
เฉลี่ย	0.87	0.26	0.17	0.15	0.36
F-test		**	**	**	
CV%		14.29	23.30	16.73	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักในวัสดุปลูก คือ ไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส-โพแทสเซียม (N-P_2O5-K_2O) พบว่า หลังผสมวัสดุปลูกกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ พักระยะไว้ 40 วัน ก่อนปลูก จะเห็นได้ว่าวัสดุปลูกที่มีปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O สูงสุด เท่ากับ 3.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยชีวภาพ ปริมาณ N-P_2O_5-K_2O เท่ากับ 2.93 และ 2.54 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 ระยะเวลา 80 วัน จะเห็นได้ว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักมีปริมาณลดลงในวัสดุปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยคอก โดยมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O เท่ากับ 2.27 2.71 และ 2.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะมีการสูญเสียของธาตุอาหารในรูปผลผลิตที่สูง สอดคล้องกับการลดลงของปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูก ส่วนวัสดุปลูกที่มีการใส่ดินร่วน ใบก้ามปู ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ มีปริมาณธาตุอาหาร N-P_2O_5-K_2O เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เท่ากับ 1.33 1.10 1.90 และ 2.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในวัสดุปลูกที่มีใบก้ามปูเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O ต่ำสุดหลังคือ 1.10 เปอร์เซ็นต์

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 ระยะเวลา 120 วัน ปริมาณธาตุอาหารลดลงโดยมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O อยู่ระหว่าง 0.71-1.92 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน มีปริมาณธาตุอาหารสูงสุด เท่ากับ 1.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ ที่มีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O เท่ากับ 1.58 1.46 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในวัสดุปลูกที่มีใบก้ามปูเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O ต่ำสุดหลังคือ 0.71 เปอร์เซ็นต์

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3 ระยะเวลา 160 วัน ปริมาณธาตุอาหารลดลงโดยมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O อยู่ระหว่าง 0.72-1.52 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 คือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน มีปริมาณธาตุอาหาร N-P_2O_5-K_2O สูงสุด เท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปุ๋ยคอก และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ในวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O ต่ำสุดหลังคือ 0.72 เปอร์เซ็นต์

หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 3 ระยะ ถึงแม้ว่าปริมาณธาตุอาหารจะลดลงไป แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนก็ยังจัดว่ามีปริมาณ N-P_2O_5-K_2O สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่าในการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนทำให้มีจำนวนประชากรของไส้เดือนมากกว่า และกิจกรรมของไส้เดือนดินมีความสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารพืช เนื่องจากลักษณะของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ละเอียด มีรูพรุน ทำให้ระบายอากาศได้ดี มีความชื้นสูง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลกิจกรรมของจุลินทรีย์และการดูดซับธาตุอาหารในดิน คุณสมบัติปุ๋ยหมักมูลไส้เดอนที่ได้จากขยะอินทรีย์ปริมาณอินทรียวัตุสูงมากซึ่งเป็นผลมาจากการย่อสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดูดกินเข้าไปในลำไส้ ซึ่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ของไส้เดือน จะช่วยให้ธาตุอาหารพืชหลายๆชนิด ที่อยู่ในอินทรียวัตถุจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของไนเตรทและแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (สามารถ, 2558) นอกจากนี้ปุ๋ยมูลไส้เดือนยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดิน ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะชุมชนนั้น มีความแตกต่างกันตามชนิดขยะชุมชนที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ซึ่งพบว่าการใช้อินทรียวัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้ (สามารถ, 2558) และการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ในวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ คือ ใบก้ามปู รำละเอียด ปุ๋ยหมัก จะทำให้มีขบวนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในรูปของธาตุอาหารใน N-P_2O_5-K_2O ดังตารางที่ 8

ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละช่วงระยะเวลา ก็มีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช เพราะเมื่อเราใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในขณะที่สภาพแวดล้อมที่มีความชื้นเหมาะสม สารต่างๆ ที่อยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ จะถูกปลดปล่อยออกมาและถูกดูดกินโดยจุลินทรีย์หรือรากพืช ซึ่งอินทรีย์สารที่มีโมเลกุลเล็กจะถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยน้ำย่อยของจุลินทรีย์ ส่วนสารที่มีโมเลกุลที่ซับซ้อนจะถูกย่อยอย่างช้าๆ บางส่วนของโมเลกุลที่ถูกย่อยสลายแต่มีลักษณะ aromatic ring แล้วรวมตัวกันกับไอออนต่างๆ เกิดเป็นฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ส่วนการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์สารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจะเปลี่ยนแปลงย่อยสลายไปในที่สุด จะเป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีธาตุ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส เช่น NH_4^+, NO_3^-, $H_2PO_4^-$ ซึ่งเป็นสารที่จุลินทรีย์และรากพืชดูดไปใช้ได้ ส่วนโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยที่อยู่ในรูปของไอออน

ที่ละลายน้ำได้ดีจะเป็นประโยชน์ต่อพืชทันที ดังนั้นการปลดปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วจะเป็นอัตราที่ช้าและสม่ำเสมอมากกว่า จึงทำให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงพืชตอบสนองได้ดีและไม่เกิดอาการเป็นพิษ (ยงยุทธและคณะ, 2541)

ตารางที่ 8 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ของวัสดุปลูก

ตำรับการทดลอง	ก่อนปลูก	หลังปลูก		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่3
1.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	1.01	1.33	0.78	0.72
2.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	0.89	1.10	0.71	0.78
3.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	1.50	1.90	1.46	0.99
4.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	3.52	2.27	1.58	0.98
5.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	2.54	2.64	1.45	1.05
6.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลไส้เดือน	2.93	2.74	1.92	1.52
7.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	2.30	2.19	1.42	1.12

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05)
** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)
2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

2. **การเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า**

การเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า เก็บข้อมูลหลังจากปลูก 40 วัน โดยการวัดความสูงและชั่งน้ำหนักสดของต้นคะน้า ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้นต่อตารางเมตร และเก็บผลผลิตรวมทั้งหมดในพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยตัดเหนือวัสดุปลูก 1 เซนติเมตร

2.1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นคะน้า (เซนติเมตร)

ความสูงต้นของคะน้าครั้งที่ 1 เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 40 วันหลังปลูก พบว่าความสูงของต้นคะน้าไม่มีความแตกกันทางสถิติ มีความสูงต้นคะน้าอยู่ระหว่าง 32.65-43.73 เซนติเมตร โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีความสูงของต้นคะน้าสูงที่สุด เท่ากับ 43.73 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่ใบก้ามปู ดินร่วน ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ ที่มีความสูงต้น เท่ากับ 42.88 42.18 41.48 40.78 และ 38.66 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยคอกมีความสูงของต้นคะน้าต่ำที่สุดเท่ากับ 32.65 เซนติเมตร

ความสูงของต้นคะน้าครั้งที่ 2 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 40 วันหลังปลูก พบว่า มีความสูงของต้นคะน้าอยู่ระหว่าง 39.46-44.05 เซนติเมตร โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีความสูงของต้นคะน้าสูงที่สุดเท่ากับ 44.05 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยชีวภาพที่มีความสูงต้นงเท่ากัน ใบก้ามปู และปุ๋ยหมัก ที่มีความสูงต้น เท่ากับ 43.50 43.03 และ 42.61 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมด

นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ดินร่วน ในขณะที่การใส่ดินร่วนก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักที่มีความสูงต้นสุดเท่ากับ 42.48 และ 39.46 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความสูงของต้นคะน้าครั้งที่ 3 ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 40 วันหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 และ 2 ความสูงของต้นคะน้าลดลง คือมีความสูงของต้นคะน้าอยู่ระหว่าง 33.37-40.72 เซนติเมตร ยกเว้นตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกที่มีความสูงของต้นคะน้าเพิ่มขึ้นจากครั้งที่ 2 และมีความสูงต้นสูงที่สุด เท่ากับ 40.72 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ดินร่วนและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีความสูงของต้นคะน้าเท่ากับ 33.37 และ 35.88 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ใบก้ามปู ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมัก ที่มีความสูงของต้นคะน้าเท่ากับ 38.23 37.98 37.76 และ 36.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนมีความสูงต่ำที่สุด เท่ากับ 33.37 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตด้านความสูงพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในวัสดุปลูก (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความสูงของต้นคะน้า(เซนติเมตร) ครั้งที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
1.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	42.18	42.48 ab	33.37b	39.34
2.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	42.88	43.03 a	38.2ab	41.38
3.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	40.78	42.61 a	36.4ab	39.93
4.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีคุณภาพสูง	43.73	43.50 a	35.88b	41.04
5.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	38.66	43.50 a	37.98ab	40.05
6.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลไส้เดือน	41.48	44.05 a	37.76ab	41.10
7.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	32.65	39.46 b	40.7 a	37.61
เฉลี่ย	40.33	42.66	37.19	40.06
F-test	n	*	*	
CV(%)	27.87	2.49	5.21	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

2.2 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดต้นคะน้า (กรัมต่อต้น) เก็บเกี่ยวผลผลิตหลังปลูก 40 วัน โดยการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้นต่อตารางเมตร โดยถอนทั้งต้นแล้วชั่งน้ำหนักสดต้นของต้นคะน้าด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ตารางที่ 10) น้ำหนักสดของต้นคะน้าที่เก็บผลผลิตครั้งที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ครั้งที่ 3 พบว่าน้ำหนักสดต้นคะน้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

น้ำหนักสดของต้นคะน้าครั้งที่ 1 เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 40 วันหลังปลูก มีน้ำหนักต้นคะน้าอยู่ระหว่าง 45.94-79.82 กรัมต่อต้น โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีน้ำหนักสดของต้นคะน้าสูงที่สุดเท่ากับ 79.82 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยคอก ใบก้ามปู ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพที่มีต้นเท่ากับ 60.08 51.10 50.23 50.09 และ 45.94 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนมีน้ำหนักสดของต้นคะน้าต่ำที่สุด เท่ากับ 45.63 กรัมต่อต้น

น้ำหนักสดต้นของคะน้าครั้งที่ 2 เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 40 วันหลังปลูก พบว่ามีน้ำหนักสดต้นคะน้าเพิ่มขึ้นจากครั้งที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือมีน้ำหนักสดต้นอยู่ระหว่าง 55.57-78.21 กรัม ยกเว้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่มีน้ำหนักต้นลดลงเล็กน้อยจาก 79.82 กรัมต่อต้น เป็น 78.21 กรัมต่อต้น แต่ยังถือมีน้ำหนักสดของต้นคะน้าสูงที่สุด เท่ากับ 78.21 กรัมต่อต้น รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และใบก้ามปู ที่มีน้ำหนักสดของต้นคะน้าเท่ากับ 71.84 69.54 61.47 61.36 และ 57.58 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนมีนำหนักต้นน้อยสุด เท่ากับ 55.57 กรัมต่อต้น

น้ำหนักสดต้นคะน้าครั้งที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 และ 2 พบว่าทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักสดของต้นคะน้าลดลง คือมีน้ำหนักสดต้นของต้นคะน้าอยู่ระหว่าง 26.54-47.41 กรัมต่อต้น โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยคอก ทำให้คะน้ามีน้ำหนักต้นสูงที่สุด เท่ากับ 47.41 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ใบก้ามปู ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ที่มีน้ำหนักสดของต้นคะน้าเท่ากับ 47.08 44.56 42.36 37.08 และ 35.21 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ดินร่วนที่ทำให้คะน้ามีน้ำหนักสดของต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 26.54 กรัมต่อต้น ตามตารางที่ 10

เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดต่อต้นทั้ง 3 ครั้ง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีน้ำหนักสดของต้นคะน้าสูงที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่มีในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเป็นอินทรีย์ที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูง มาผ่านกระบวนการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์แล้วมาผสมกับวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินจะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 3-4, 5-9,1-2 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชสูงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบของพืช

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดของต้นผักคะน้า (กรัมต่อต้น) ครั้งที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	45.63	55.57	26.54b	42.6
2ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+.ใบก้ามปู	50.23	57.58	44.56ab	50.8
3.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	50.09	61.47	37.08ab	49.5
4.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	79.82	78.21	35.21ab	64.4
5.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	45.94	69.54	42.36ab	52.6
6.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลไส้เดือน	60.08	71.84	47.08a	59.7
7.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	51.1	61.36	47.41a	53.3
เฉลี่ย	54.70	65.08	40.03	53.3
F-test	n	n	*	
CV(%)	29.05	13.08	17.54	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$)
2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

2.3 ปริมาณผลผลิตทั้งหมด(กรัมต่อตารางเมตร)

ปริมาณผลผลิตครั้งที่ 1 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เก็บผลผลิตทั้งแปลง จำนวน 20 ต้น โดยการตัดต้นเหนือวัสดุปลูก 1 เซนติเมตรแล้วชั่งน้ำหนัก พบว่าผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,185 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก ที่มีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 877 769 และ 762 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ดินร่วนมีปริมาณผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 735 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 11)

ปริมาณผลผลิตครั้งที่ 2 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เก็บผลผลิตทั้งแปลง จำนวน 20 ต้น พบว่าการการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,222 กรัมต่อตารางเมตร ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยชีวภาพ ที่มีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 1,101 และ 1,041 กรัมต่อตารางเมตร แต่มีความแต่ต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินร่วน ที่มีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 922 916 และ 866 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ใบก้ามปูมีปริมาณผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 863 กรัมต่อตารางเมตร

ปริมาณผลผลิตครั้งที่ 3 ผักมีระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 40 วันหลังปลูก เก็บผลผลิตทั้งแปลงจำนวน 20 ต้น พบว่ามีปริมาณผลผลิตลดลงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยคอกมีปริมาณผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 907 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือการใส่ใบก้ามปู ปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยหมัก ที่มีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 813 803 737 723 และ 707 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนการใส่ดินร่วนมีปริมาณผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 503 กรัมต่อตารางเมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตทั้งหมด การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณผลผลิตรวมสูงสุดเนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน ที่มีกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบหลักจึงเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักสูตรกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น มีสมบัติทางเคมีดังคือมีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 54.91 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 4.86 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 1.43 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 2.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ(ตารางที่ 3) นอกนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการปลอดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแต่ละสูตร พบว่าปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจนที่ผลผลิตจากกากถั่วเหลือง มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมเร็วกว่าสูตรไนโตรเจนที่ทำจากปลาและสูตรฟอสฟอรัส จุฑารัตน์และรัตนชาติ (2551) ตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณผลผลิตผักคะน้า(กรัมต่อตารางเมตร) ครั้งที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	รวม
1.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	735	866b	503	2,104
2.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	750	863b	813	2,427
3.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	762	922b	707	2,391
4.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	1,185	1,222a	737	3,143
5.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	692	1,041ab	723	2,456
6.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยมูลไส้เดือน	877	1,101ab	803	2,781
7.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	769	916b	907	2,592
เฉลี่ย	823.49	990	741.90	
F-test	ns	*	ns	
CV(%)	28.02	10.32	21.39	

หมายเหตุ: 1) ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$)

2) ทุกตำรับการทดลองใช้วัสดุปลูก อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก

ในการศึกษาครั้งนี้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูกเพียงครั้งเดียวแล้วปลูกพืชจำนวน 3 ครั้ง จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกคะน้าในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าวัสดุปลูกที่มีต้นทุนในการผลิตที่เป็นเงินสดสูงสุดคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง รองลงมาคือปุ๋ยมูลไส้เดือนเท่ากับ 183 และ 150 บาท ต่อตารางเมตร ส่วนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกให้ผลตอบแทนสูงที่สุด ลองลงมาคือใบก้ามปู ให้ผลตอบแทนเท่ากับ 58.02 บาท และ 55.62 บาท ต่อตารางเมตร ส่วนต้นทุนในการผลิตวัสดุปลูก พบว่าการใส่ดินร่วน และการใส่ใบก้ามปูมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 75 บาทต่อตารางเมตร รองลงมาคือวัสดุปลูกที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก มีต้นทุนในการผลผลิต 83.55 บาท ต่อตารางเมตร (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อการปลูกคะน้า 3 ครั้ง

รายละเอียด	ตำรับที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ถ่านแกลบ (บาท)	30	30	30	30	30	30	30
ขุยมะพร้าว (บาท)	30	30	30	30	30	30	30
ปุ๋ยอินทรีย์ (บาท)	15	15	22.5	108	23.55	75	22.5
ต้นกล้าผัก (บาท)	15	15	15	15	15	15	15
ต้นทุนที่เป็นเงินสด (บาท)	90	90	97.5	183	98.55	150	97.5
ปริมาณผลผลิต (กรัมต่อตารางเมตร)	2,104	2,426	2,391	3,143	2,456	2,781	2,592
ราคาผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)	60	60	60	60	60	60	60
มูลค่าผลผลิต (บาทต่อตารางเมตร)	126.2	145.6	143.5	188.6	147.4	166.9	155.52
ผลตอบแทน (บาทต่อตารางเมตร)	36.2	55.62	45.96	5.6	48.85	16.86	58.02

สรุป

จากการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผัก โดยการนำปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆมาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกเพื่อปลูกพืชผักในพื้นที่จำกัดในรูปแบบเกษตรในสังคมเมือง โดยมีการปลูกผักคะน้าจำนวน 3 ครั้ง แต่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในวัสดุปลูกเพียงครั้งเดียวในการปลูกผักครั้งที่ 1 ในการปลูกแต่ละครั้ง จะเก็บผลผลิตผักหลังปลูก 40 วัน และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตผัก จะเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกในช่วงระยะเวลาในช่วงระยะเวลา *40 80 120 และ160 วัน สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันในวัสดุปลูกและช่วงเวลาที่ต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน คือช่วงระยะเวลา 80 วันหรือหลังปลูกครั้งที่ 1 เป็นช่วงเวลาที่วัสดุปลูกมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงที่สุด โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงที่สุดรองลงมาคือปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยชีวภาพ ที่มีปริมาณธาตุอาหารพืช ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$) มีค่าเท่ากับ 3.52 2.93 และ 2.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการลดลงในการปลูกครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 2.27 2.74 และ 2.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในการปลูกครั้งที่ 3 ก็ยังพบว่ามีการลดลงของปริมาณธาตุอาหาร มีค่าเท่ากับ 1.58 1.92 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดลงของปริมาณธาตุอาหารพืชเนื่องจากมีการสูญเสียธาตุอาหารพืชไปในรูปของผลผลิตและการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณธาตุอาหารพืช ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)มีความเสถียรมากที่สุดเนื่องจากในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน พบไส้เดือนดินเป็นจำนวนมากและกิจกรรมของไส้เดือนดินมีต่อปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์

2.การเจริญเติบโตและผลผลิต

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในวัสดุปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้น น้ำหนักสดต้น และผลผลิตรวม มากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ซึ่งในการปลูกครั้งที่ 1 มีค่าเท่า 43.73 เซนติเมตร 79.82 กรัมต่อต้น และ 1,185 กรัมต่อตารางเมตร และมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในการปลูกครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 43.50 เซนติเมตร 78.21 กรัมต่อต้น และ 1,222 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนในการปลูกครั้งที่ 3 ทุกค่าลดลงอย่างชัดเจนมีค่าเท่ากับ 35.88 เซนติเมตร 35.21 กรัมต่อต้น และ 737 กรัมต่อตารางเมตร การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในวัสดุปลูก

3.ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ต่างกันมีทำให้ต้นทุนในการผลิตต่างกันคือ ต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดคือการใส่ดินร่วน และใบก้ามปู เท่ากับ 90 บาทต่อตารางเมตร รองลงมาคือปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยคอก เท่ากับ 97.50 บาท ต่อตารางเมตร ส่วนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดคือการใส่ปุ๋ยคอก รองลงมาใส่ใบก้ามปู และดินร่วน เท่ากับ 58.02 55.62 และ 51.24 บาทต่อตารางเมตร

ในกรณีของต้นทุนในการผลผลิตวัสดุปลูก พบว่าการใส่ดินร่วน และการใส่ใบก้ามปู มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 75 บาทต่อตารางเมตร รองลงมาคือใส่ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก มีต้นทุนในการผลผลิตเท่ากับ 82.5 บาทต่อตารางเมตร จึงถือเป็นสูตรที่มีส่วนผสมที่ควรแนะนำให้เกษตรกรผลผลิตเพื่อใช้เองหรือผลิตเพื่อการค้า

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลือกวัสดุที่นำมาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกควรมีการศึกษาสมบัติทางเคมี คือต้องมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ย่อยสลายง่าย และมีปริมาณธาตุอาหารพืชสูง

2. ปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาเป็นส่วนผสมในวัสดุหมักต้องเป็นอินทรีย์ที่ผ่านการย่อยสลายที่สมบูรณ์แล้ว

3. วัสดุที่นำมาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกควรวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดภาระในการขนย้ายและเป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะอินทรีย์ในชุมชน

4. การผลิตวัสดุปลูกเพื่อการค้าหรือเพื่อใช้เองควรเป็นวัสดุมีที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำและมีปริมาณธาตุอาหารพืชเพียงพอต่อการเจริญเติบของพืช เช่น ดินร่วน ใบก้ามปู ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยคอก เป็นต้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ผลวิจัยพร้อมใช้เนื่องจากเป็นชุดความรู้อย่างง่ายที่เกษตรกรและผู้สนใจสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

2. พัฒนารูปแบบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตรในทุกสภาพพื้นที่ เพื่อเป็นฐานการผลิตอาหารที่ปลอดภัยและตอบสนองต่อความต้องการ เพื่อดำรงชีวิตในสภาพสังคมปัจจุบัน

3. ได้ข้อมูลเชิงวิชาการเกี่ยวกับสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรวิภา บุญมาวรรณ. 2549. **การศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและมูลสัตว์ชนิดต่างๆของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana***. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. **คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร

———————— . 2556. **ชุดองค์ความรู้กึ่งทศวรรตพัฒนาที่ดินเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน.**กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพ.

———————— . (ม.ป.ป.) **เกษตรอินทรีย์สู่วิถีเศรษฐกิจพอเพียง.**กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548**. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่เกษตร.** สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

กฤษฎิ์ กุนันตา. 2537. **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยคอกที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดยโสธร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ครองใจ โสมรักษ์. 2561**. ผลของปุ๋ยหมักกากความต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า.** https://www.agt.snru.ac.th./wp-content/uploads/2019/. 23/04/2564.

จุฑารัตน์ คำนึงกิจ และรัตนชาติ ช่วยบุดดา. 2551. **รายงานผลงานวิจัยเรื่องศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในสภาพพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอนและอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตผักคะน้าในพื้นที่อ่างทอง**. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ .2554 .**คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่: ธรรมชาติของดินและปุ๋ย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์;กรมวิชาการเกษตร;กรมส่งเสริมการเกษตร; กรพัฒนาที่ดิน;กรมการข้าว;มูลนิธิพลังนิเวศและชุมชน;สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย; ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ. https://kukr2.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/285192 16/04/2564

ธงชัย มาลา. 2550. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

เธียรรัตน์ หลีวิจิตร และ สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2559. **ผลของปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหญ้าหนวดแมว.** https://ag2.kku.ac.th/. 16/04/2564.

เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2555. **วัสดุปลูกที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นกล้าฝักข้าว.** http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data.20/04/2564.

บัญชา รัตนิทู. 2552. **ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน.** https://li01.tci-thaijo.org/index.php. 17/04/2564.

ประยงค์ ธรรมสุภา. 2555. **การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาสมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง.** https://so03.tci-thaijo.org/index.php/RDIBRU/article/view. 20/04/2564

พจนีย์ มอญเจริญ. 2544. **การใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย.**

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญศรี ท่องวิถี, ปรีชา เจ้ยทองศรี และ สายใจ มณีรัตน์. 2558. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตข้าวพันธุ์สังข์หยด ในกลุ่มชุดดินที่ 6 ชุดดินพัทลุง ในจังหวัดตรัง.** น.47. การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4 สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12, สงขลา.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2554. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, ศุภมาศ พานิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณา สุวรรณวิจิตร, วัชรี แซ่ตั้ง, ยุพาพร กิ่งโสดา และสุวรรณา บุญจงรัก. 2558. ผลของอัตราปุ๋ยชีวภาพ (พด.12) ที่ขยายเชื้อ ร่วมกับปุ๋ยหมักต่อผลผลิตแตงโมบนพื้นที่ที่มีศักยภาพแพร่กระจายดินเค็มจังหวัดอำนาจเจริญ. น.34. การประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดินปี. 2558. (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4) กรมพัฒนาที่ดิน,กรุงเทพฯ.

วินิดา ชัยชนะ.2562. **ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตผักบุ้งจีน**. https://paj.rmu.ac.th/jn/home/journal_file/246.pdf. 16/04/2564

วีรนุช กุดแถลง, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย, มงคล ต้ะอุ่น และ เพชรรัตน์ พวกสันเทียะ. 2558. **การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเพื่อปลูกข้าวโพดในชุดดินที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด.** น.48. การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4 (สาขาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วุฒิพงษ์ ทวีวงศ์. (ม.ป.ป.) **เกษตรกรรมในเมือง:รูปแบบและประสบการณ์จากโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น.** http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other. 12/04/2564

ศศินิภา องอาจ, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง และ ศุภชัย อำคา. 2563. **ชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแตงเทศ**. https://ag2.kku.ac.th/kaj. 10/02/2564

ศิวดล แจ่มจำรัส. 2559. **ศึกษาผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักเปลือกฝักมะขามต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง** http://research.pcru.ac.th/pcrunc2016/datacd/pcrunc2016.20/04/2564

ศรีสุนันท์ กิจภักดีกุล และ เยาวพา จิระเกียรติกุล. 2545. **ผลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน.**http://tujournals.tu.ac.th/. 10/02/2564

สัญญา เล่ห์สิงห์. และ อรประภา อนุกูลประเสริฐ. 2559**. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อคุณภาพสูงกับการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของคะน้า.**http://li01.tc.-thaijo. org/index./.16/04/2564

สามารถ ใจเตี้ย. 2558. **การผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์.** https://repository.rmutp.ac.th/. 16/04/2564

สุทิน ทวยหาญ, เกรียงไกร ไพรวรรณ, รภัสสา จันทาศรี และ สำราญ พิมพ์ราช. 2556. **การศึกษาวัสดุปลูกจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้า.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,มหาสารคาม.

สมิตรา สุปินราช และ อิศร์ สุปินราช. 2561. **ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกระถาง.** มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา, ลำปาง. https://agi.nu.ac.th>agiscijournal>.vegetable**.pdf 25/04/2564**

สุลีลัก อารักษณ์ธรรม และ สุชาดา สานุสันต์. 2557. **รายงานผลการวิจัย อิทธิพลของปุ๋ยหมักมูลไส้จากไส้เดือนดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์ดินและการปรับปรุงโครงสร้างดิน**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่

สุศฤงคาร แก้วทาศรี, รภัสสา จันทาศรี, เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ และ พนิดา อะมิมัตทสี. 2557. **ผลของวัสดุปลูกและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบและผลผลิตบัวบกพันธุ์สารคามก้านเขียวในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม**. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. https://paj.rmu.ac.th/jn/home/journal_file/30.pdf. 25/04/2564

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. **คู่มือการจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เสกสรร พินเขียว. 2555. **ผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยไส้เดือนดินที่ปลูกดาวเรือง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ ชิตวณิช, ปราโมทย์ พรสุริยา และ ธนาวัฒน์ เยมอ. 256. **วัสดุปลูกสำหรับการปลูกผักสลัด** Red oak. https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF. 10/02/2564

อัจฉราวดี เครือภักดี, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย และนฤมล แก้วจำปา. 2558. **ความหลากหลายของไส้เดือนดินในระบบนิเวศของนาข้าวในพื้นที่ดินเค็มระดับต่างๆต่อสมบัติดินและการเจริญเติบโตของข้าว (ข้าวขาวดอกมะลิ105 และ กข.6) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย**, น.25 การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4 (สาขาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยขอนแก่น,ขอนแก่น.

อาณัฐ ตันโช. 2550. **ไส้เดือนดิน**. บริษัท ทรีโอ แอคเวอร์ไทซิ่ง แอนด์มีเดีย จำกัด, เชียงใหม่.

อรอนงค์ บัวดำ, ปราโมทย์ พรสุริยา และ ประพฤติ พรหมสมบูรณ์. 2559. **ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน 2 พันธุ์.** http://research.rmutto.ac.th/file/88abstract.pdf.16/04/2564

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2555. **ความจริงเกี่ยวกับปุ๋ยในการเกษตรและสิ่งแวดล้อม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	11.2816	5.6408	0.4814ns
Treatment	6	1038.7511	173.1252	0.0000**
Error	12	87.0575	7.2548	
Total	20	1137.0903		

CV(%) 10.60

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.4504	0.2252	0.003*
Treatment	6	10.3040	1.7173	0.000**
Error	12	0.2755	0.0230	
Total	20	11.0300		

CV(%)2.36

หมายเหตุ: *= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0083	0.0042	0.3021ns
Treatment	6	2.201	0.3668	0.0000**
Error	12	0.0378	0.0031	
Total	20	2.2471		

CV(%)6.71

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0721	0.0361	0.1739ns
Treatment	6	1.5004	0.2501	0.0001**
Error	12	0.2131	0.0178	
Total	20	107856		

CV(%)14.29

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0038	0.0019	0.1289ns
Treatment	6	0.3308	0.0551	0.0000**
Error	12	0.0094	0.0008	
Total	20	0.3441		

CV(%)11.06

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(>F)
Replication	2	4.7873	2.3936	0.8465ns
Treatment	6	605.19	100.865	0.0021**
Error	12	169.9487	14.1624	
Total	20	779.926		

CV(%)15.96

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(>F)
Replication	2	0.0088	0.0044	0.8636ns
Treatment	6	2.4645	0.4108	0.0001**
Error	12	0.3562	0.0297	
Total	20	2.8295		

CV(%)2.49

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(>F)
Replication	2	0.0589	0.0294	0.0399*
Treatment	6	1.0280	0.1713	0.0000**
Error	12	0.0829	0.0069	
Total	20	1.1697		

CV(%)12.9

หมายเหตุ: *= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(>F)
Replication	2	0.0048	0.0024	0.8541ns
Treatment	6	0.8769	0.1461	0.0005**
Error	12	0.1784	0.0149	
Total	20	1.0601		

CV(%)23.30

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(>F)
Replication	2	0.0160	0.008	0.4894ns
Treatment	6	0.0904	0.0151	0.2807ns
Error	12	0.1263	0.0105	
Total	20	0.2326		

CV(%)61.38

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.1571	0.0785	0.9953ns
Treatment	6	443.8886	73.9814	0.0133*
Error	12	198.8581	16.5715	
Total	20	642.9038		

CV(%)17.42

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

*= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างหลังปลูกครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F
Replication	2	0.0981	0.0490	0.3471ns
Treatment	6	2.7314	0.4552	0.0003**
Error	12	0.5086	0.0424	
Total	20	3.3381		

CV(%)3.18

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0120	0.0060	0.8637ns
Treatment	6	1.0199	0.1700	0.0167*
Error	12	0.4864	0.0405	
Total	20	1.5183		

CV(%)28.02

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

*= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0217	0.0108	0.6474ns
Treatment	6	0.9846	0.1641	0.0025**
Error	12	0.2883	0.0240	
Total	20	1.2945		

CV(%)16.73

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดหลังปลูกครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	0.0036	0.0018	0.1037ns
Treatment	6	0.0191	0.0032	0.0099**
Error	12	0.0079	0.0007	
Total	20	0.0307		

CV(%)16.95

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	9.1476	4.5738	0.3272 ns
Treatment	6	103.8426	17.3071	0.0115 *
Error	12	44.7003	3.7250	
Total	20	157.6905		

CV(%)5.21

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

*= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	58.2679	29.1339	0.5693ns
Treatment	6	1032.2130	172.0355	0.0311*
Error	12	591.8580	49.3215	
Total	20	1682.3389		

CV(%)17.54

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

*=มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	200304.0952	100152.0476	0.1947ns
Treatment	6	514735.9048	85789.3175	0.2266ns
Error	12	638775.2381	53231.2698	
Total	20	1153815.238		

CV(%) 28.02

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	10.5506	5.2753	0.0314*
Treatment	6	39.3467	6.5578	0.0048**
Error	12	13.5236	1.127	
Total	20	63.4209		

CV(%) 2.49

หมายเหตุ: *= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	204.6847	102.3423	0.2812ns
Tr	6	1234.4902	205.7484	0.0585ns
Error	12	869.1851	72.4321	
Total	20	2308.36		

CV(%)13.08

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	61116.2857	30558.1429	0.0923ns
Treatment	6	330254.6667	55042.4444	0.0071**
Error	12	125361.0476	10446.754	
Total	20	516732.0000		

CV(%)10.32

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**= มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	652.1401	326.07	0.1437ns
Treatment	6	1284.8137	214.1356	0.2574ns
Error	12	1708.3983	142.3665	
Total	20	3645.3521		

CV(%)27.87

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักต้นครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	**Mean Square**	Pr(> F)
Replication	2	683.674	341.837	0.2963ns
Treatment	6	2601.3662	433.561	0.2018ns
Error	12	3041.5867	253.4656	
Total	20	6326.6269		

CV(%)29.05

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณผลผลิตครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	Pr(> F)
Replication	2	188638.0952	9319.0476	0.6983ns
Treatment	6	233657.1429	47276.1905	0.1663ns
Error	12	302228.5714	25185.7143	
Total	20	604523.8095		

CV(%) 21.39

หมายเหตุ: ns=ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 25 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกก่อนปลูก

ตำรับการทดลอง	MO%	pH	%total N	%total P	%total K
1.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	18.86	6.6	0.65	0.31	0.29
2.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	14.21	6.7	0.69	1.27	0.21
3.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	31.04	8.1	1.29	0.68	0.72
4.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง	43.23	8.4	3.68	0.98	0.99
5.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	30.11	8.5	2.76	0.68	0.78
6.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	34.47	7.4	2.3	1.05	0.99
7.ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	38.2	8.2	3.0	0.62	0.69

ตารางภาคผนวกที่ 26 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 1

ตำรับการทดลอง	MO%	pH	%total N	%total P	%total K
T1T1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	17.4	4.93	0.4	0.53	0.38
T1R2	13.15	5.47	0.39	0.58	0.41
T1R3	14.47	5.43	0.39	0.5	0.42
T2R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	15.34	5.51	0.35	0.6	0.13
T2R2	18.87	5.85	0.4	0.6	0.12
T2R3	12.88	5.8	0.34	0.59	0.16
T3R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	27.12	6.68	0.95	0.74	0.23
T3R2	21.54	6.79	0.75	1.07	0.24
T3R3	27.23	6.48	0.77	0.77	0.19
T4R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย+คุณภาพสูง	30.89	6.28	1.1	1.13	0.13
T4R2	27.29	6.35	1.12	1.26	0.12
T4R3	32.18	6.13	1.05	0.75	0.13
T5R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	23.06	7.16	0.93	1.49	0.41
T5R2	28.62	7.84	0.83	1.27	0.5
T5R3	24.2	7.67	0.79	1.16	0.52
T6R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	34.51	6.57	1.3	1.3	0.22
T6R2	30.85	6.9	1.32	1.12	0.25
T6R3	32.77	6.7	1.26	1.17	0.25
T7R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	35.2	6.61	0.98	0.97	0.14
T7R2	30.75	7.05	1.06	0.97	0.21
T7R3	35.05	6.85	1.07	1.01	0.16

ตารางภาคผนวกที่ 27 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 2

ตำรับการทดลอง	MO%	pH	%total N	%total P	%total K
T1R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	15.97	5.6	0.38	0.87	0.13
T1R2	12.73	6.1	0.32	0.95	0.16
T1R3	15.53	5.7	0.41	0.66	0.24
T2R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	28.43	6.3	0.97	0.6	0.08
T2R2	23.5	6.1	0.36	0.45	0.12
T2R3	14.7	5.9	0.32	0.73	0.14
T3R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	20.42	6.7	0.75	1.16	0.12
T3R2	22.5	6.7	0.68	1.44	0.17
T3R3	23.76	6.5	0.67	1.33	0.14
T4R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย+คุณภาพสูง	16.67	6.5	0.37	0.67	0.12
T4R2	27.33	6.3	0.84	0.91	0.12
T4R3	25.69	6.8	1	1.16	0.12
T5R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	26.15	7.1	0.67	1.09	0.17
T5R2	20.73	6.9	0.67	0.86	0.2
T5R3	24.45	6.8	0.72	1.07	0.18
T6R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	29.81	6.9	1.18	1.02	0.17
T6R2	30.61	6.5	1.1	1.21	0.22
T6R3	33.57	6.7	1.11	1.01	0.19
T7R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	27	6.9	0.91	0.79	0.14
T7R2	25.71	6.5	0.85	0.68	0.13
T7R3	25.53	6.5	0.81	0.79	0.12

ตารางภาคผนวกที่ 28 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกหลังปลูกครั้งที่ 3

ตำรับการทดลอง	MO%	pH	%total N	%total P	%total K
T1R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ดินร่วน	15.97	5.6	0.38	0.87	0.13
T1R2	12.73	6.1	0.32	0.95	0.16
T1R3	15.53	5.7	0.41	0.66	0.24
T2R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ใบก้ามปู	28.43	6.3	0.97	0.6	0.08
T2R2	23.5	6.1	0.36	0.45	0.12
T2R3	14.7	5.9	0.32	0.73	0.14
T3R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยหมัก	20.42	6.7	0.75	1.16	0.12
T3R2	22.5	6.7	0.68	1.44	0.17
T3R3	23.76	6.5	0.67	1.33	0.14
T4R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยอินทรีย+คุณภาพสูง	16.67	6.5	0.37	0.67	0.12
T4R2	27.33	6.3	0.84	0.91	0.12
T4R3	25.69	6.8	1	1.16	0.12
T5R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยชีวภาพ	26.15	7.1	0.67	1.09	0.17
T5R2	20.73	6.9	0.67	0.86	0.2
T5R3	24.45	6.8	0.72	1.07	0.18
T6R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ +ปุ๋ยมูลไส้เดือน	29.81	6.9	1.18	1.02	0.17
T6R2	30.61	6.5	1.1	1.21	0.22
T6R3	33.57	6.7	1.11	1.01	0.19
T7R1ขุยมะพร้าว+ถ่านแกลบ+ปุ๋ยคอก	27	6.9	0.91	0.79	0.14
T7R2	25.71	6.5	0.85	0.68	0.13
T7R3	25.53	6.5	0.81	0.79	0.12

ตารางภาคผนวกที่ 29 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างหรือพีเอชที่มีอิทธิพลต่อพืช

ค่าพีเอช	ระดับปฏิกิริยา	อิทธิพลต่อพืช
<3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด Ultra acid	เป็นระดับความเป็นกรดที่มีปัญต่อพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชและธาตุบางชนิดในดิน เช่น Fe Mn Al และเกิดการตรึงฟอสฟอรัสในดินเป็นจำนวนมาก
3.5-4.5	กรดรุนแรงมาก extremely acid	
4.6-5.0	กรดจัดมาก very strong acid	
5.1-5.5	กรดจัด strongly acid	
5.6-6.0	กรดปานกลาง moderately acid	เป็นระดับที่มีปัญหาต่อพืชน้อยที่สุดหรือเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพืชพืช
6.1-6.5	กรดเล็กน้อย slightly acid	
6.6-7.3	เป็นกลาง neutral	
7.4-7.8	ด่างเล็กน้อย slightly alkaline	เป็นด่างปานกลางถึงด่างจัดมากพืชที่ปลูกอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการขาดธาตุอาหารหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส แมงกานีส โดบรอน ทองแดง และสังกะสี
7.9-8.4	ด่างปานกลาง moderately alkaline	
8.5-9.0	ด่างจัด strongly alkaline	
>9.0	ด่างจัดมาก very strong alkaline	