

อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของกะน้า

อภิรักษ์ วิภาวิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า

โดย

อภิรักษ์ วิภาวิน

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา


(รองศาสตราจารย์นิพนธ์ ไชยมงคล)
วันที่ 4 เดือน 12 พ.ศ. 49

กรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)
วันที่ 7 เดือน 12 พ.ศ. 49

กรรมการที่ปรึกษา


(รองศาสตราจารย์สมชาย องค์กรประเสริฐ)
วันที่ 6 เดือน ๑๑ พ.ศ. 49

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)
วันที่ 7 เดือน 12 พ.ศ. 49

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานคณะกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 7 เดือน ๕ ค. 2549 พ.ศ.

ชื่อเรื่อง อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า
 ชื่อผู้เขียน นายอภิรักษ์ วิภาวิน
 ชื่อปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
 ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์พนธ์ ไชยมงคล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในแง่ของการทำปุ๋ยอินทรีย์ โดยศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของวัสดุอินทรีย์ รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตปุ๋ยหมักที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพในคะน้าอินทรีย์ ซึ่งปรากฏผลการวิจัยดังนี้

การศึกษาคูสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 กากถั่วเหลือง + เศษพืช + มูลโค อัตราส่วน 200:100:100 กิโลกรัม มีคะแนนรวมของปริมาณธาตุอาหารพืชสูงสุด การหมักแบบเติมอากาศสามารถหมักได้สมบูรณ์รวดเร็วกว่าการหมักแบบอื่นๆ ส่วนปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าไนโตรเจนสูงที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์ปลา 0.86 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสสูงที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ 0.51 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมสูงที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ 1.11 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมสูงที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์ปลา 1.93 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมสูงที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์เลือดหมัก 0.23 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาดูประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพในคะน้าอินทรีย์ ซึ่งมีค่ารับทดลองทั้งหมด 12 ค่ารับทดลอง พบว่าค่ารับทดลองที่ 7 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค + Rock phosphate + จีเถ้าแกลบ อัตราส่วน 200:100:100:0.5:25 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพปลา ให้ความสูง และความกว้างทรงพุ่มของคะน้าสูงที่สุด 23.32 เซนติเมตร และ 22.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่ารับทดลองที่ 1 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค อัตราส่วน 200:100:100 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพปลาให้น้ำหนักก่อนตัดแต่งของคะน้าสูงที่สุด 62.90 กรัมต่อดัน ค่ารับทดลองที่ 10 ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 กากถั่วเหลือง+ เศษพืช + มูลโค + Rock phosphate + จีเถ้าแกลบ อัตราส่วน 200:100:100:0.5:25 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา ให้น้ำหนักหลังตัดแต่งของคะน้าสูงที่สุด 31.95 กรัมต่อดัน การใช้ปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค + Rock phosphate + จีเถ้าแกลบ อัตราส่วน 200:100:100:0.5:25 กิโลกรัม ให้ความสูง และความกว้างทรงพุ่มของคะน้าสูงที่สุด 21.89 เซนติเมตร และ 21.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 กากถั่วเหลือง+ เศษพืช + มูลโค + Rock phosphate + จีเถ้าแกลบ อัตราส่วน 200: 100: 100: 0.5: 25 กิโลกรัม ให้น้ำหนัก

ก่อน และหลังตัดแต่งคะน้ามากที่สุด 50.60 กรัมต่อต้น และ 27.82 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยชีวภาพ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา ให้ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักก่อน และหลังตัดแต่งคะน้าสูงที่สุด โดยให้ความสูงของคะน้า 21.73 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของคะน้า 20.51 เซนติเมตร ให้น้ำหนักของคะน้าก่อนตัดแต่ง 50.64 กรัมต่อต้น น้ำหนักของคะน้าก่อนตัดแต่ง 26.28 กรัมต่อต้น



Title	The effect of compost and liquid manure on the yield of Chinese kale (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>alboglabra</i>)
Author	Mr.Aphirak Wiparwin
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Nipon Jayamangkala

ABSTRACT

The objective of this study was to find out how to manage and use farm waste as an organic fertilizer by investigating both chemical and physical properties of organic materials including the appropriate method of producing compost. Furthermore, this research also included the study of the efficiency of compost fertilizer on the growth and yield of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*).

Results of the study on chemical and physical properties of organic fertilizer revealed that fermented fertilizer formula 2 (soybean refuse + crop residues + manure at 200:100:100 kg), gave a more thorough and quicker process than other methods. As for liquid fertilizer, it was shown that highest nitrogen (0.86%) and calcium (1.93%) were found in organic fish fertilizer while highest phosphorus (0.51%) and potassium (1.11%) were found in chicken manure fertilizer and highest magnesium (0.23%) were found in fermented blood.

The study on the efficiency of compost together with liquid organic fertilizer was conducted using 12 treatments. Results showed that Treatment 7 consisting of fermented fertilizer formula 3 (straw + crop residues + cow dung + rock phosphate + rice hull ash at 200:100:100:0.5:25 kg ratio) together with fermented fish fertilizer, gave the highest height and width of Chinese kale (23.32 and 22.35 cm, respectively). Treatment 1 (straw + crop residues + cow dung at 200:100:100 kg ratio) and fermented fish fertilizer produced the highest weight before pruning (62.90 g/plant). Meanwhile, Treatment 10 which consisted of fermented fertilizer formula 4 (soybean refuse + crop residues + cow dung + rock phosphate + rice hull ash at 200:100:100:0.5:25 kg ratio) and fermented fish liquid, gave the highest total weight after pruning at 31.95 g/plant. The use of fermented fertilizer formula 3 (straw + crop residues + cow dung + rock phosphate + rice hull ash at 200:100:100:0.5:25 kg ratio), gave the maximum height and

foliage width at 21.89 and 21.67 cm, respectively. However, fermented fertilizer formula 4 (soybean refuse + crop residues + cow dung + rock phosphate + rice hull ash at 200:100:100:0.5:25 kg. ratio), gave the highest total weight before and after pruning at 50.60 and 27.82 g/plant, respectively.

By using liquid fertilizer, it was found that organic fertilizer from fermented fish gave maximum height and foliage width (21.73 and 20.51 cm, respectively) and highest weight before and after pruning (50.64 and 26.28 g/plant, respectively).



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือ และความอนุเคราะห์ จากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์นิพนธ์ ไชยมงคล ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำเทคนิคในการทำงานวิจัย ซึ่งแนวทางวิธีคิด และให้ข้อคิดอันเป็นประโยชน์ยิ่ง ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาในงานวิจัย คอยติดตาม และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และรองศาสตราจารย์สมชาย องค์กรประเสริฐ กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษาในงานวิจัยมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา เพ็ชรประดับ หัวหน้าภาควิชาพืชสวน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ศรีเกี้ยวผืน ตลอดจนคณาจารย์ พี่ๆ น้องๆ สาขาวิชาพืชผัก ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืช และปัจจัยการผลิต สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ที่กรุณาช่วยเหลือในด้านข้อมูลประกอบการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำ และเทคนิค ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณวาสนา ปิ่นแก้ว นักวิชาการเกษตร โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ คุณธีรเดช คำแคว้น สาขาวิชาพืชผัก ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลงได้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อกิตติ คุณแม่ทรงศรี กรอบครัววิภาวิน อันเป็นที่เคารพรัก น้องสาว น้องชาย พี่สฤณดิษฐ์ ทองสัมฤทธิ์ และเพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจโดยตลอด ในการทำงานวิจัยจนสำเร็จสมบูรณ์

อภิรักษ์ วิภาวิน

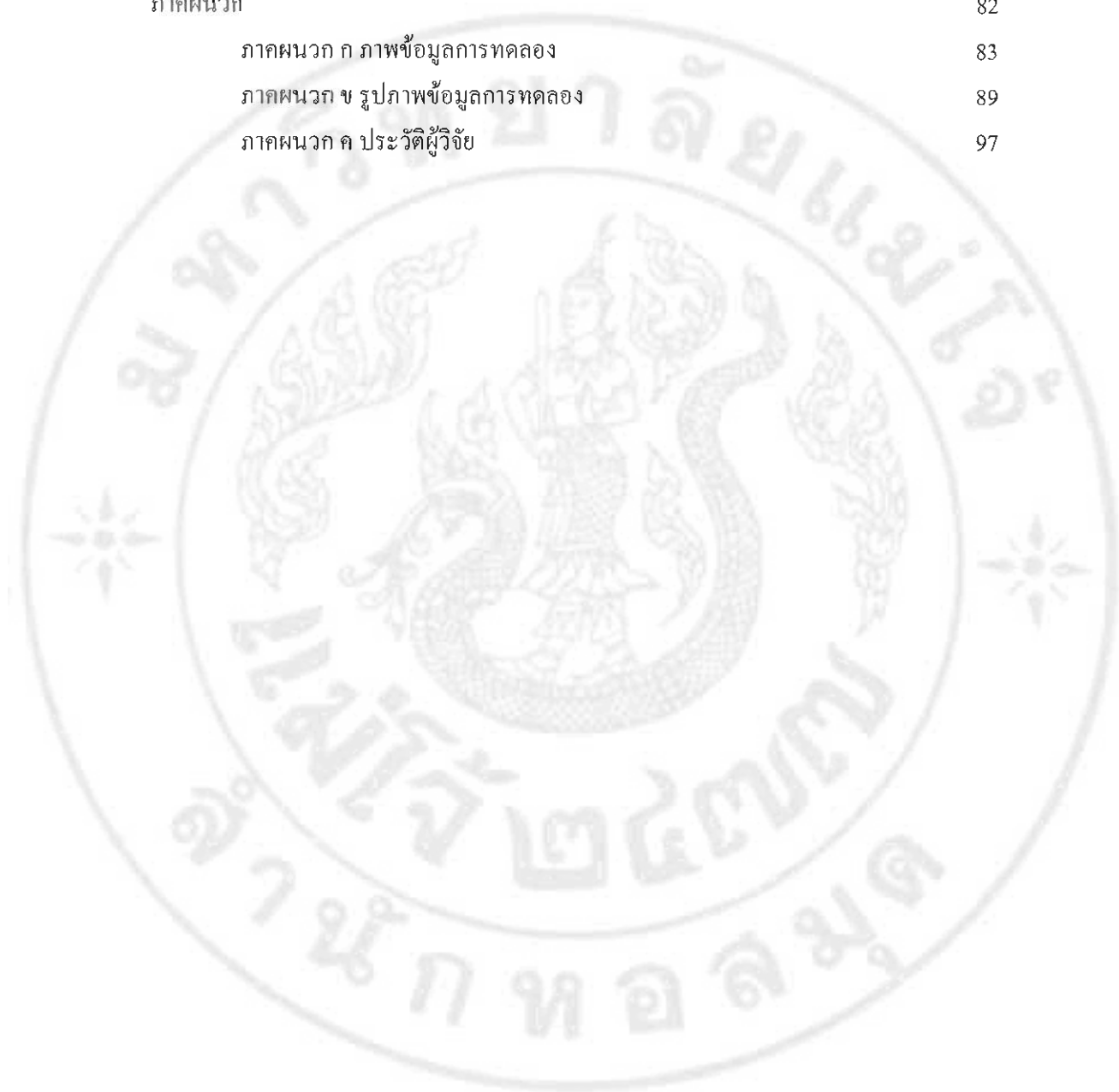
ธันวาคม 2549

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญเรื่อง	(6)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
สารบัญรูปภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
เกษตรอินทรีย์	3
แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์	3
หลักการสำคัญของเกษตรกรรมอินทรีย์	5
หลักการที่สำคัญตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย	5
ความหมายและความสำคัญและมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์	6
ความสำคัญของเกษตรอินทรีย์ต่อเศรษฐกิจ สังคมชนบท	
และธรรมชาติสิ่งแวดล้อม	9
ปุ๋ยชีวภาพ	10
กระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ	10
ประเภทของปุ๋ยชีวภาพ	11
คุณสมบัติของปุ๋ยชีวภาพ	12
ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงของดิน	15
ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อพืช	16
มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน	17
ปุ๋ยหมัก	20
ความหมาย	20

	หน้า
ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	20
การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน	23
การปรับปรุงสภาพแวดล้อม	23
อิทธิพลของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช	24
กิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการกองปุ๋ยหมัก	24
การย่อยสลายและการแปรสภาพของเศษพืชในการทำปุ๋ยหมัก	26
วิธีการกองปุ๋ยหมัก	33
เชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก	34
ความต้องการปุ๋ยหมักในประเทศไทย	37
การผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม	38
วิธีการใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน	39
อัตราการใส่ปุ๋ยหมัก	39
ลักษณะของปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว	40
มาตรฐานปุ๋ยหมัก	41
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	42
การทดลองที่ 1 การศึกษาวิธีการหมักและ คุณสมบัติทางเคมีและ	
ฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์	42
1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์	42
1.2 การศึกษาวิธีการหมักปุ๋ยหมัก	45
การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในค่น้ำ	46
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	52
การทดลองที่ 1 การศึกษาวิธีการหมักและ คุณสมบัติทางเคมีและ	
ฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์	52
1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์	52
1.2 การศึกษาวิธีการหมักปุ๋ยหมัก	57
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1	59
การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในค่น้ำ	62
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2	72
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	74

	หน้า
ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก ภาพข้อมูลการทดลอง	83
ภาคผนวก ข รูปภาพข้อมูลการทดลอง	89
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	97



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์พบในปุ๋ยชีวภาพ	13
2	แสดงปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์	19
3	แสดงชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย	28
4	แสดงปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในกองวัสดุชนิดต่าง ๆ	29
5	แสดงชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก	36
6	แสดงชนิดของเชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีตที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก	37
7	แสดงวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	44
8	แสดงการให้คะแนนปริมาณธาตุอาหารพืช	44
9	แสดงอินทรีย์วัตถุที่ใช้ทำสูตรตำรับทดลองทั้ง 12 ตำรับทดลอง	48
10	แสดงปริมาณและลำดับคะแนนของปริมาณธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	55
11	แสดงปริมาณและลำดับคะแนนของปริมาณธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยทั้ง 3 สูตร	57
12	แสดงความสูงของคะน้ำเมื่ออายุ 7 วันหลังย้ายปลูก	63
13	แสดงความสูงของคะน้ำเมื่ออายุ 14 วันหลังย้ายปลูก	63
14	แสดงความสูงของคะน้ำเมื่ออายุ 21 วันหลังย้ายปลูก	64
15	แสดงความสูงของคะน้ำเมื่ออายุ 28 วันหลังย้ายปลูก	65
16	แสดงความสูงของคะน้ำเมื่ออายุ 35 วันหลังย้ายปลูก	67
17	ความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 7 วันหลังย้ายปลูก	67
18	ความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 14 วันหลังย้ายปลูก	69
19	ความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 21 วันหลังย้ายปลูก	70
20	ความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 28 วันหลังย้ายปลูก	70
21	ความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 35 วันหลังย้ายปลูก	71
22	แสดงผลผลิตของคะน้ำก่อนการตัดแต่ง (กรัมต่อต้น)	71
23	แสดงผลผลิตของคะน้ำหลังการตัดแต่ง (กรัมต่อต้น)	72

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกกองปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	52
2	แสดงการยุบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	53
3	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	54
4	แสดงเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	54
5	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	56
6	แสดงเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	56
7	แสดงอุณหภูมิภายในและภายนอกกองปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก	58
8	แสดงการยุบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก	58
9	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก	59
10	แสดงความกว้างทรงพุ่มของกะฉ่ำในสูตรดำรับทดลองเมื่ออายุ 35 วัน หลังย้ายปลูก	68
11	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	84
12	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	84
13	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	85
14	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	85
15	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร	86
16	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	86
17	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	87
18	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	87
19	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	88
20	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด	88

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ		หน้า
1	แสดงปฏิกิริยาอินทรีย์น้ำจากปลา เลือดหมัก และมูลไก่ก่อน และหลังการหมัก	90
2	แสดงปฏิกิริยาหมักทั้ง 4 สูตรหลังผ่านการหมักเรียบร้อยแล้ว	90
3	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 1	91
4	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 2	91
5	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 3	92
6	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 4	92
7	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 5	93
8	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 6	93
9	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 7	94
10	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 8	94
11	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 9	95
12	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 10	95
13	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 11	96
14	แสดงลักษณะค่าน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 12	96

บทที่ 1

บทนำ

ในปี 2538 มีการนำเข้าสารเคมี 24,062 ตัน มูลค่า 4,503 ล้านบาท ปี 2539 นำเข้า 38,754 ตัน มูลค่า 8,000 ล้านบาท ประชาชนไทยได้รับสารเคมีโดยเฉลี่ยคนละ 650 กรัม (ปฐม, 2545) ปี 2543 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมี 8,328,469 ตัน คิดเป็นมูลค่า 18,229.96 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2544) ปี 2542 ไทยมีพื้นที่ปลูกพืชผัก 2,162,393 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 5,184,089 ตันและมีการส่งออกพืชผักสดประมาณ 90,656 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 2,218.47 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2543) จากการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีในปริมาณที่เกินความจำเป็น และต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินถูกทำลาย ทำให้ระบบนิเวศในดินขาดความสมดุล ดินที่ใช้ทำการเกษตรในประเทศไทยมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงเป็นลำดับ การศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพดินในระบบเกษตรอินทรีย์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ การนำเอาอินทรีย์วัตถุ (organic waste) ที่เหลือใช้จากการเกษตรกลับมาใช้ในการปรับปรุงดิน เพราะอินทรีย์วัตถุเหลือใช้หลายชนิดมีคุณสมบัติที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (สุกมาศ และคณะ, 2528) ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่มีอิทธิพลอย่างมาก ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ซึ่งส่งผลไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะมีไม่ครบถ้วนและมีปริมาณน้อยมาก ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการผลิต โดยทั่วไปปุ๋ยหมักที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ในทางการเกษตรมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อย จึงทำให้ต้องมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้นแนวทางในการเพิ่มธาตุอาหารหลักดังกล่าว โดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส สามารถกระทำได้โดยจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนและจุลินทรีย์ย่อยสลายฟอสเฟต จุลินทรีย์กลุ่มตรึงไนโตรเจนได้อย่างอิสระ เช่น *Azotobacter Beijerinckia* และ *Clostridium* สามารถเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินถึง 7.3 - 9.0 กก. /ไร่ / ปี จุลินทรีย์เหล่านี้ พบได้ทั่วไปบริเวณรากพืช (rhizosphere) เนื่องจาก ต้องใช้สารที่พืชปลดปล่อยออกมา (root exudate) เป็นแหล่งพลังงาน การทดลองผสม *Azotobacter* sp. ลงไปใน ปุ๋ยหมัก พบว่า จุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักเป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต พร้อมกับตรึงโมเลกุลไนโตรเจนจากอากาศให้มาอยู่ในรูปแอมโมเนียทำให้ปุ๋ยหมักมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น สำหรับการเพิ่มธาตุอาหารฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทำได้โดยการใส่หินฟอสเฟต (rock phosphate) ร่วมกับ จุลินทรีย์ย่อยสลายฟอสเฟต มีรายงานว่าเชื้อราสกุล *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. สามารถทำให้หินฟอสเฟตละลายฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available -P₂O₅) ออกมามากขึ้น การพัฒนาคุณภาพของปุ๋ยหมักโดยวิธีชีววิธีนี้ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มธาตุอาหาร เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี และเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการศึกษาวิธีการผสมปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรบางชนิด
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรบางชนิด
3. เพื่อศึกษาการนำเอาวัสดุเหลือใช้บางชนิดมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการนำเอาอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ในการเกษตรมาใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์ และศึกษากรรมวิธีการทำปุ๋ยหมักที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำปุ๋ยหมัก และความสะดวกรวดเร็วในการทำปุ๋ยหมัก โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของกะหล่ำที่มีการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงกรรมวิธีการผลิตปุ๋ยหมักในระบบเกษตรอินทรีย์
2. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจต่อไปในอนาคต
3. สามารถนำเอาอินทรีย์วัสดุเหลือใช้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์
4. สามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินในระบบเกษตรอินทรีย์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

เกษตรอินทรีย์

แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์

จากกระแสการพัฒนาการเกษตรให้เกิดความยั่งยืนในหลายรูปแบบ อาทิ เกษตรผสมผสาน วนเกษตร เกษตรธรรมชาติ และเกษตรอินทรีย์ เพื่อมุ่งหาทางออกให้กับปัญหาที่เกิดจากการทำการเกษตร แนวคิดเกษตรอินทรีย์ได้เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มแรกของการที่มนุษย์ทำการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ ในสมัยนั้นยังไม่มีการใช้สารเคมีอาศัยความสมดุลทางธรรมชาติ ต่อมาได้มีการพัฒนาทางด้านการเกษตร โดยใช้เครื่องจักรกล ทดคันสารเคมีที่ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและป้องกันศัตรูพืช จึงเกิดเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช แต่มนุษย์มีการใช้อย่างไม่ระมัดระวัง และละเลยผลกระทบต่อธรรมชาติได้รับอันเกิดจากการใช้สารเคมีดังกล่าว ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดได้นำความรู้แบบดั้งเดิมผสมผสานกับความรู้ทางการเกษตรที่มีมา ทำให้เป็นเกษตรอินทรีย์ในปัจจุบันนี้ (ชนวน, 2542)

สำหรับประเทศไทยเกษตรอินทรีย์เริ่มเข้ามามีบทบาทประมาณปี 2528 – 2529 เนื่องจากปัญหาหนี้สินที่เกษตรกรได้รับและที่สำคัญคือ ปัญหาสุขภาพจากการได้รับสารเคมีในการเกษตร ประกอบกับมีกลุ่มคนที่เริ่มหันมาทำการเกษตรแบบยั่งยืนรูปแบบต่าง ๆ แล้วประสบความสำเร็จเป็นที่รู้จักกันดี อาทิ ผู้ใหญ่วิบูลย์ เข็มเฉลิม ในระบบวนเกษตร มหาอยู่ สุนทรชัย ในระบบเกษตรผสมผสานของ นายคำแดง ภาษี ในระบบเกษตรธรรมชาติ (ชนวน, 2542)

สำหรับแนวคิดเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยได้รับการพัฒนามาจากประสบการณ์ในทางปฏิบัติของผู้ที่เป็นทั้งนักวิชาการเกษตรและเกษตรกร คือ พันธุ์เลิศ บุรณศิริปิน ได้เริ่มทำสวนไม้ผล และผักที่วังน้ำค้าง โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากใบไม้ต่าง ๆ และหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดศัตรูพืช อีกท่านหนึ่ง คือ อรรถพล ต้นสกุล เกษตรกรเจ้าของสวนส้ม ตำบลคลองหลวง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ที่เคยประสบปัญหาสุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในสวนส้ม มาใช้พืชสมุนไพรแทน นอกจากจะลดต้นทุนการผลิตแล้ว ที่สำคัญคือ สุขภาพดีขึ้นจากการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี (ชนวน, 2542)

การเกษตรอินทรีย์ เป็นระบบการเกษตรที่ใช้พื้นฐานของหลักการทางนิเวศวิทยา มาประยุกต์เพื่อการเกษตร โดยมีเป้าหมายที่จะได้ระบบการเกษตรที่ยั่งยืน ในปัจจุบันเป็นที่เชื่อกันว่า โดยวิธีการเกษตรอินทรีย์สามารถจะก่อให้เกิดความยั่งยืนทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

ถึงแม้ว่าการเกษตรอินทรีย์จะเน้นการใช้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้มาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ของความสำเร็จที่ประชาชนในแต่ละท้องถิ่นได้สะสม และถ่ายทอดสืบต่อกันมาหลายชั่วอายุคน อย่างไรก็ตามการเกษตรอินทรีย์ก็ได้ปฏิเสธการยอมรับเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่นักวิจัยได้ทำการคิดค้นขึ้นมาในปัจจุบัน โดยมีข้อแม้ของการยอมรับว่าเทคโนโลยีของการยอมรับว่าเทคโนโลยีเหล่านั้นต้องไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ฉะนั้นการที่มีผู้ปักใจเชื่อว่าการเกษตรอินทรีย์คือการเกษตรที่ล้ำสมัยและดอยหลังเข้าคลองนั้นจึงไม่เป็นความจริงแต่ประการใด ในทางตรงข้ามการเกษตรอินทรีย์กลับเป็นการเกษตรที่ใช้วิทยาศาสตร์ทันสมัย โดยใช้หลักการของการพึ่งพิงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่สามารถจะทำให้คน สัตว์ พืช ดิน ไม้ จุลินทรีย์ร่วมกันอยู่ในสภาพแวดล้อมที่สะอาด อุดมสมบูรณ์ มีความยั่งยืน มีความเอื้ออาทรระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง และความเอื้ออาทรระหว่างมนุษย์และสิ่งมีชีวิตรวมทั้งสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติโดยรอบของตัวเอง (ชนวน, 2542)

นิยามของเกษตรอินทรีย์กล่าวไว้ว่า การเกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตที่มีพื้นฐานอยู่บนการปฏิบัติทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งรวมทั้งการปลูกพืชหมุนเวียนที่เหมาะสม การจัดการดิน น้ำและอื่น ๆ ซึ่งในการปฏิบัติเพื่อผลิตพืชอินทรีย์จะต้องไม่ใช่ปัจจัยการผลิตที่ไม่ใช่วัสดุธรรมชาติคือ ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่ใช้วิธีทางชีวภาพและวิธีการการผลิตพืชแบบอินทรีย์จะเน้นการผลิตที่ยั่งยืน ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งอากาศ ดิน และน้ำ หรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและกิจกรรมทางชีวภาพในดินโดยการจัดการเศษซากพืชและการปลูกพืชตระกูลถั่ว การใช้ปุ๋ยพืชสดและการนำธาตุอาหารในดินกลับมาใช้ใหม่เรียกว่าเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตที่ประสานกลมกลืนกันดีระหว่างดิน พืช สิ่งแวดล้อม และมนุษย์ โดยมีเป้าหมายอยู่ที่ผลผลิตที่ได้จะต้องดีที่สุด (เอกสารฝึกอบรมเกษตรอินทรีย์, 2542)

เกษตรอินทรีย์ไม่ใช่เกษตรธรรมชาติ (Natural Agriculture) แบบของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งระบบของประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะของนายยาซาโนบุ ฟูกุโอกะ นักธรรมชาติวิทยา ที่คำนึงถึงระบบนิเวศน์มาก ได้ทำฟาร์มเกษตรธรรมชาติ โดยมีหลักการใช้คำว่า “ไม่” 4 ตัว คือ “ไม่ไถพรวน” “ไม่ใส่ปุ๋ย” “ไม่ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช” “ไม่กำจัดวัชพืช” โดยหยุดแทรกแซงธรรมชาติโดยสิ้นเชิง กระทำตนเองให้เป็นหนึ่งเดียวกับธรรมชาติ ซึ่งเกษตรอินทรีย์เองก็มี “4 ไม่” เช่นกันคือ “ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี” “ไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช” “ไม่ใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช” และ “ไม่ใช้ฮอร์โมนกระตุ้นความเจริญเติบโตของพืช” (เอกสารฝึกอบรมเกษตรอินทรีย์: สรุปผลการอบรมการผลิตอาหารเกษตร, 2542)

การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและฐานทางชีวภาพ โดยใช้เศษซากของพืช ปุ๋ยพืชสด และมูลสัตว์ (ถ้านำมาจากภายนอกก็ต้องทำมาจากฟาร์มซึ่งไม่ใช้สารเคมีเช่นกัน) การควบคุม

ศัตรูพืชใช้วิธีชีวภาพ ระบบนี้ให้ความสำคัญต่อดินสูงสุด เพราะถือว่าดินเป็นรากฐานสำคัญของเกษตรอินทรีย์ และถือว่เป็นระบบหนึ่งของเกษตรยั่งยืน

หลักการสำคัญของเกษตรกรรมอินทรีย์

เกษตรกรรมอินทรีย์ให้ความสำคัญสูงสุดต่อ “ดิน” เนื่องจากดินเป็นรากฐานของทุกสิ่ง โสวาร์ด ผู้บุกเบิกเกษตรกรรมอินทรีย์ยุคใหม่ ได้วางหลักการเกี่ยวกับการเกษตรกรรมแบบอินทรีย์ไว้ในหนังสือชื่อ “An Agriculture Testament” 7 ข้อสำคัญ คือ

1. สุขภาพที่ดีเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งปวงที่อุบัติขึ้นบนโลก
2. สุขภาพที่ดีตามกฎหมายข้อที่หนึ่ง ต้องใช้กับทั้งดิน พืช สัตว์ และมนุษย์ โดยสุขภาพที่ดีของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะเชื่อมโยงประสานสัมพันธ์คู่สายโซ่เส้นเดียวกัน
3. ความอ่อนแอ และ ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับห่วงโซ่แรกคือ “ดิน” จะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อื่นที่อยู่ในลำดับที่สูงกว่า จนกระทั่งถึงมนุษย์ซึ่งยืนอยู่บนสุดของห่วงโซ่แห่งความสัมพันธ์นั้น
4. ปัญหาการระบาดของโรค และแมลง ทั้งในการปลูกพืช และ เลี้ยงสัตว์ ในระบบเกษตรกรรมสมัยใหม่นั้น คือปัญหาในห่วงโซ่ที่สอง และ สาม (พืช – สัตว์)
5. ปัญหาเรื่องสุขภาพของคนในสังคมสมัยใหม่ เป็นผลเนื่องมาจากปัญหาความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในห่วงโซ่ที่สองและสาม
6. สุขภาพที่ไม่ดีของพืช สัตว์ และ มนุษย์เป็นผลต่อเนื่องมาจากสุขภาพที่ไม่ดีของดิน ซึ่ง ดินเป็นรากฐานของทุกสิ่ง การแก้ปัญหาเรื่องสุขภาพโดยการพัฒนา และ คิดค้นวิธีการรักษาโรคต่างๆ ไม่อาจทำให้สุขภาพดีขึ้นหากละเลยความอุดมสมบูรณ์ของดิน
7. การปรับเปลี่ยนการพัฒนาที่เป็นอยู่ให้ถูกต้องมิใช่เรื่องยาก เพียงแต่เราสำนึกในปัญหาที่เกิดขึ้นยอมรับกฎ และ บทบาทอันซับซ้อนของธรรมชาติ โดยการคืนทุกสิ่งที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ให้กับผืนดิน ผสมผสานการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ และไม่ทำการใดๆ ที่เป็นการรบกวนต่อกระบวนการสะสมธาตุอาหารที่ดำเนินการโดยสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ซึ่งอาศัยในดิน

หลักการที่สำคัญตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย

1. หลีกเลี่ยงการปลูกพืชเชิงเดี่ยว และ มีแผนการชัดเจนในการจัดการไร่นา เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต
2. ส่งเสริมการแพร่ขยายชนิดของแมลงที่มีประโยชน์ (ตัวห้ำ ตัวเบียน) เพื่อลดปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช

3. เกษตรกรต้องพยายามอย่างเต็มที่ในการป้องกันและหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของสารเคมีและมลพิษสารอันตรายจากภายนอก
4. หลีกเลี่ยงการปลูกพืชนอกฤดู
5. เลือกใช้พันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น และมีความต้านทานต่อโรคและแมลง
6. กัดเลือกและพัฒนาพันธุ์พืชที่มีคุณภาพ รสชาติดี และให้ผลผลิตสูง
7. ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืช
8. ควรมีการพัฒนาระบบการผลิตที่พึ่งพาตนเอง ในเรื่องของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารภายในฟาร์ม

ความหมายความสำคัญและมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์

ความหมายของเกษตรอินทรีย์

สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (2542) ได้ให้ความหมายของเกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใย ด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจโดยเน้นหลักการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์ และนิเวศการเกษตร เกษตรอินทรีย์จึงลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ ในขณะที่เดียวกันก็พยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิต และพัฒนาความต้านทานต่อศัตรูของพืช และสัตว์เลี้ยง หลักการเกษตรอินทรีย์นี้ เป็นหลักการสากลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ สังคม ภูมิอากาศ และวัฒนธรรมของท้องถิ่นด้วย

อนันต์ (2537) กล่าวถึงเกษตรอินทรีย์ว่าเป็นระบบการทำฟาร์มที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในกิจกรรมการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้เพื่อนำมาซึ่งการรักษาไว้ซึ่งอินทรีย์วัตถุในดิน โดยการปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชคลุมดิน การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักใช้เศษอินทรีย์วัตถุจากไร่ นาหรือสวนไร่ นา

อัจฉริยชัย (2538) กล่าวว่า หลักการสำคัญของระบบเกษตรอินทรีย์ อยู่ที่ความสัมพันธ์ระหว่างสุขภาพของมนุษย์กับสัตว์ และพืช ซึ่งมนุษย์ใช้เป็นอาหาร หรือพืชก็ขึ้นอยู่กับดินซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดอาหารชั้นพื้นฐานด้วยกันทั้งสิ้น หากดินมีความอุดมสมบูรณ์ ก็จะส่งผลต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ผ่านสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในดินไปสู่พืช สัตว์และมนุษย์ ตามลำดับ หากดินขาดความอุดมสมบูรณ์หรือเสื่อมโทรมลง ก็จะมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีสุขภาพเสื่อมโทรมไปด้วยตามลำดับ

วิฑูรย์ (2539) กล่าวว่า เกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ การทำเกษตรเกษตรอินทรีย์อาศัยการปลูกพืชหมุนเวียน เศษซากพืช ซากสัตว์ มูลสัตว์ พืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยพืชสด เศษซากเหลือทิ้งต่าง ๆ การใช้ธาตุอาหารจากการผุพังของหินแร่ รวมทั้งใช้หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีชีวภาพเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นแหล่งอาหารของพืช รวมทั้งเป็นการควบคุมศัตรูพืชต่าง ๆ เช่น แมลง โรค และวัชพืช เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ (2541) กล่าวว่า เกษตรกรรมอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์เลี้ยง เกษตรกรรมอินทรีย์อาศัยการปลูกพืชหมุนเวียน เศษซากพืช เศษซากสัตว์ มูลสัตว์ พืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยพืชสด เศษซากเหลือต่าง ๆ การใช้ธาตุอาหารจากการผุพังของหินแร่ รวมทั้งใช้หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีชีวภาพเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เป็นแหล่งอาหารของพืช รวมทั้งเป็นการควบคุมศัตรูพืชต่าง ๆ เช่น แมลง โรคและวัชพืช เป็นต้น และได้กล่าวถึงหลักการพื้นฐานของระบบเกษตรกรรมอินทรีย์ก็คือ การปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติด้วยอินทรีย์วัตถุ และสิ่งมีชีวิตในดิน เพื่อเป็นพื้นฐานรองรับสิ่งมีชีวิตชั้นสูงไปตามลำดับ เช่น พืช สัตว์ และมนุษย์ นอกจากนั้นยังหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีซึ่งสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี หรือยากำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ การบำรุงดินนิยมใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสดเป็นต้น ส่วนการควบคุมศัตรูพืชนิยมใช้วิธี ชีววิธี (biological control) เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียนต่าง ๆ และใช้สารธรรมชาติเช่น สะเดาหรือยาสูบ เป็นต้น

เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช และฮอร์โมนต่าง ๆ ในการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ดินพืชมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ด้วยตัวเอง ผลผลิตที่ได้จะมีธาตุอาหารครบถ้วนโดยไม่มีสารพิษใด ๆ เกือบปน ปกติภัยทั้งผู้ผลิต และบริโภค

กฐิน (2542) ให้ความหมายของเกษตรกรรมอินทรีย์ว่า เป็นการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ด้วยอินทรีย์วัตถุและสิ่งมีชีวิตในดิน เพื่อเป็นพื้นฐานรองรับสิ่งมีชีวิตชั้นสูงขึ้นไปตามลำดับ เช่น พืช สัตว์ และมนุษย์ นอกจากนั้นยังหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น การควบคุมศัตรูพืชโดยใช้วิธีชีววิธี (biological control) และใช้สารธรรมชาติ

เกรียงไกร (2542) กล่าวว่า เกษตรอินทรีย์ คือ เกษตรธรรมชาติ เป็นเกษตรที่มีชีวิต ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์เป็นเกษตรที่ทำให้ดิน ฟ้า อากาศ สะอาดบริสุทธิ์ ปราศจากมลพิษ เป็นระบบเกษตร

แบบดั้งเดิมของเกษตรกรไทยเรา กล่าวคือ เป็นเกษตรที่เน้นการพัฒนาดิน หรือปรับปรุงดินโดยระบบหรือกระบวนการตามธรรมชาติ อาศัยพลังอำนาจได้ดิน เป็นกลไกพัฒนาสภาพแวดล้อมดิน จะพัฒนาภายในตัวมันเอง กลายเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์โดยอัตโนมัติ

ชนวน (2542) ได้สนับสนุนแนวคิดของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่าเป็นการเกษตรที่สร้างสรรค์ให้ระบบนิเวศ การเกษตรก่อให้เกิดการผลิตยั่งยืน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค อนุรักษ์และปรับปรุงสภาพแวดล้อม โดยใช้หลักการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพในระบบการเกษตรให้เกิดการผสมเกื้อกูลซึ่งกันและกัน หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์เน้นการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรในไร่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น เศษเหลือของพืชใช้เป็นอาหารสัตว์ ใช้เป็นปุ๋ยของพืชและเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่ช่วยปรับปรุงบำรุงดิน พืชตระกูลถั่วช่วยตรึงไนโตรเจนซึ่งมีอยู่มากมายในอากาศให้เป็นไนโตรเจนในรูปของอาหารพืช เป็นต้น

สรณ (2542) กล่าวว่า เกษตรอินทรีย์เป็นระบบการเกษตร ที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี การเกษตรทุกชนิด จำเป็นถึงการสงวนรักษาอินทรีย์วัตถุในดินด้วยการปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชคลุมดิน ใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก ใช้อินทรีย์ในไร่นาหรือนอกไร่นา ใช้วิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยการสร้างความแข็งแรงให้แก่พืชโดยการบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ ผลผลิตที่ได้ก็กลับมาหล่อเลี้ยงในรูปของพืชที่มีธาตุอาหารครบถ้วนปราศจากสารพิษ

ทิพรรัตน์ (2542) กล่าวว่า การเกษตรอินทรีย์ (Organic Farming) เป็นระบบการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่มีพื้นฐานอยู่บนการปฏิบัติทางการเกษตรอย่างถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน และรักษาความสมดุลต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่ดี รวมทั้งมีการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่เหมาะสม การจัดการ ดิน น้ำ ปุ๋ย และอื่น ๆ การปฏิบัติการผลิตพืชผลเกษตรอินทรีย์ อาศัยปัจจัยการผลิตจากวัชพืชธรรมชาติ ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ รวมถึงสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช การผลิตอาหารและผลิตผล ในระบบเกษตรอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริม สิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. เพื่อให้มีการผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณภาพดี ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์หรือสารพิษตกค้าง
2. เพื่อให้มีการจัดการบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ และปรับสภาพดินให้เหมาะแก่การเพาะปลูกสร้างความหลากหลายของพันธุ์กรรมรักษาสมดุลของแมลง และสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3. เพื่อมีการเลี้ยงดูสัตว์ในระบบฟาร์มอย่างมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
4. เพื่อลดมลภาวะที่เกิดให้น้อยที่สุดเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี
5. ลดการพึ่งพาพลังงานที่เกิดจากการทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6. เพื่อช่วยส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์สัตว์ป่า และ ระบบนิเวศของสัตว์ป่าให้ได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ และเหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าแต่ละประเภท

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเกษตรอินทรีย์ เป็นการเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี เพื่อความปลอดภัยในสุขภาพ ใช้ซากพืช มูลสัตว์ การปลูกพืชหมุนเวียน แร่ธาตุตามธรรมชาติในการปรับปรุงดิน ผสมผสานกับการกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติช่วยในการควบคุมและทำลายศัตรูพืช

ความสำคัญของเกษตรอินทรีย์ต่อเศรษฐกิจ สังคมชนบท และธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

ก่อนที่จะพิจารณาถึงความสำคัญของ “เกษตรอินทรีย์” ต่อเศรษฐกิจ สังคมชนบท และธรรมชาติสิ่งแวดล้อมนั้น น่าจะต้องทบทวนกระบวนการคิดของทุกคน ซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือไม่เหมือนกันก็ได้เป็นเรื่องธรรมชาติ เราคิดอย่างไรการปฏิบัติก็จะเป็นไปตามแนวทางที่คิดไว้

เรามองตัวเองในฐานะที่เป็นมนุษย์ว่าเราเกี่ยวข้องกับสังคม และธรรมชาติสิ่งแวดล้อมอย่างไร เราเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เราจะทำอย่างไรให้อยู่ร่วมกันด้วยดี เอื้ออาทรต่อกันและกันทำให้เกิดสมดุล ฯลฯ เราเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติสิ่งแวดล้อม เราไม่ใช่นายของธรรมชาติสิ่งแวดล้อมหรืออยู่เหนือกว่าธรรมชาติที่จะเข้าไปจัดการตามใจชอบ เราจะทำอย่างไรให้เกิดสมดุลระหว่างเรากับธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ถ้าเราคิดมองอย่างนี้ มีวิสัยทัศน์อย่างนี้ การทำภารกิจหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแต่ละท่านมีวิสัยทัศน์ร่วมก็inghamทำงานต่าง ๆ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารฝึกอบรมเกษตรอินทรีย์: สรุปผลการอบรมการผลิตอาหารเกษตรอินทรีย์ (2542) ได้สรุปความสำคัญของ “เกษตรอินทรีย์ต่อเศรษฐกิจ สังคมชนบท และธรรมชาติสิ่งแวดล้อม” ดังนี้

ต่อเศรษฐกิจ

- ผลิตเป็นสินค้าตัวใหม่ของตลาดผู้มีเงินทั้งภายในและต่างประเทศ
- ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งด้านเคมี ด้านกายภาพและชีวภาพ เหมาะแก่การเกษตรอย่างยิ่ง เท่ากับเป็นการลดต้นทุนการผลิต สามารถแข่งขันในตลาดได้
- เป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน
- ประหยัดเงินตราต่างประเทศที่จะใช้ในการนำเข้าปัจจัยการผลิต เพราะสามารถจัดทำเองได้ภายในประเทศ

- เป็นเกษตรทางเลือกประเภทหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้สูง ฯลฯ

ต่อสังคมชนบท

- คุณภาพชีวิตของผู้ผลิตและผู้บริโภคดีขึ้น เพราะได้บริโภคอาหารและผลิตภัณฑ์ดีไม่มี

วัตถุดิบพืชเจือปน อายุยืนนาน

- การใช้สารเคมีในการเกษตร ทำให้สุขภาพพลานามัยดี ไม่เกิดอาการเจ็บป่วยที่เกิดจากการใช้สารเคมี

- ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมไม่เสื่อมโทรม ดิน น้ำ อากาศไม่เป็นพิษ คุณภาพชีวิตดีทำให้สังคมนั้นน่าอยู่น่าอาศัยและมั่นคง ฯลฯ

ต่อธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

- เป็นการอนุรักษ์และฟื้นฟูธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

- เป็นการสร้างสมดุลทางธรรมชาติระหว่างการอนุรักษ์กับการทำมาหากิน ธรรมชาติก็อยู่ได้ เกษตรกรสามารถทำมาหากินสร้างความอยู่ดีกินดีได้

- ไม่มีมลภาวะในดิน น้ำ และอากาศ

ความจริงแล้วน่าจะมองเป็นองค์รวมของทุกด้าน ไม่ว่าด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคมชนบท และด้านธรรมชาติสิ่งแวดล้อม เกษตรอินทรีย์ให้ผลดีทุกด้าน ถ้าสามารถทำให้เกิดความสมดุลทั้ง 3 ด้านดังกล่าว

ปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพเป็นสารละลายสีน้ำตาลชั้นที่ได้จากการย่อยสลายเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ โดยใช้กระบวนการของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจน และมีการเติมกากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายให้เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย จากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (2544) จุลินทรีย์ที่ประกอบกิจกรรมในการย่อยสลายวัสดุในปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ กลุ่มแบคทีเรีย เช่น *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. กลุ่มเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. กลุ่มยีสต์ ได้แก่ *Candida* sp. ในปุ๋ยชีวภาพที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว จึงประกอบด้วย จุลินทรีย์หลายชนิดและสารประกอบจากเซลล์พืชหรือสัตว์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ธาตุอาหาร เอนไซม์ และฮอร์โมนพืช ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำไปใช้ในปุ๋ยชีวภาพ

กระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

กระบวนการที่เกิดขึ้นจากการผลิตปุ๋ยชีวภาพ (กาญจนา และ เอื้องฟ้า, 2544) มี 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรก เป็นกระบวนการพลาสโมไลซิส (plasmolysis) เกิดขึ้นเมื่อมีเติมน้ำตาลหรือกากน้ำตาล (molass) ลงไปในวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำสกัดชีวภาพ เป็นผลทำให้เซลล์ของเศษพืช

หรือสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบเกิดอาการเหี่ยว เนื่องจากน้ำตาลซึ่งเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า น้ำภายในเซลล์ จึงทำให้ผนังเซลล์สูญเสียสภาพหรือเซลล์แตกเป็นผลทำให้อินทรีย์สารที่อยู่ภายในเซลล์ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ละลายออกมา

ขั้นตอนที่ 2 เป็นกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารจากพืชและสัตว์โดยจุลินทรีย์ ซึ่งอาจมีทั้งกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (aerobic condition) และไม่ต้องการออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติ หรืออาจมีการใส่จุลินทรีย์เพิ่มเติมลงไปจากกระบวนการดังกล่าวสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในเศษพืชและสัตว์จะถูกย่อยสลายใหม่จนมีขนาดเล็กลง และมีการปลดปล่อยสารอินทรีย์บางชนิดซึ่งสร้างขึ้นใหม่โดยจุลินทรีย์ด้วย

ในระหว่างการหมักปุ๋ยชีวภาพ ถ้าหากมีการเปิดฝภาาขณะที่ใช้หมัก วัสดุที่ใช้หมักมีสภาพเป็นกรด และพืชที่ใช้หมักมีธาตุเหล็กสูง ซึ่งได้แก่ ผักขม และกะน้า เป็นต้น จะมีการออกซิไดซ์ก๊าซมีเทน โดยแบคทีเรียประเภท methanotrophic และทำให้เกิด methanol ซึ่งจะเกิดออกซิไดซ์ต่อไปเป็นเอสเทอร์ ซึ่งจะมีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นสารคิงคูคแมลง และสารไล่แมลงศัตรูพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ประเภทของปุ๋ยชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพหมักสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 2 ประเภท ตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้ 2 ประเภท (กรมวิชาการเกษตร, 2544) คือ

1. ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตจากพืช

ปุ๋ยชีวภาพประเภทนี้ผลิตโดยการหมักเศษพืชสดในภาชนะที่มีฝาเปิดกว้าง ใช้เศษผักหรือผลไม้มาผสมกับกากน้ำตาล ในอัตราส่วนน้ำตาลต่อเศษพืช เท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพที่ไม่มียาฆ่าเชื้อโดยการอัดเศษพืชภาชนะให้แน่น ปิดฝาภาชนะหลังจากบรรจุเศษพืชลงภาชนะแล้วตั้งทิ้งไว้ในร่มเพื่อให้มีการหมักต่อไปประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวขึ้นที่น้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งที่ย่อยสลายขึ้น

นอกจากการใช้เศษพืชแล้วอาจผลิตโดยใช้ ขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมักแล้วโรยด้วยจุลินทรีย์ลงไป โดยใช้ในอัตราส่วนตัวเร่งต่อขยะ 1 : 20 โดยปริมาตร ปิดฝา ภายใน 10 – 14 วันจะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายจากขยะเปียกสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง โดยนำไปเจือจางด้วยอัตราส่วนน้ำปุ๋ย 1 ส่วนต่อ น้ำ 100 – 1,000 ส่วน

ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพจากพืชยังสามารถใช้สมุนไพรที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม หนอนตายหยาก ว่านน้ำ ข่า สาบเสือ นำมาหมักได้ด้วยเพื่อให้

ได้น้ำสกัดชีวภาพสมุนไพรที่สามารถใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2. ชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

น้ำสกัดชีวภาพประเภทนี้สามารถใช้ปลาหรือหอยเชอรี่ในการหมัก ในกรณีที่ใช้ปลาจะใช้เศษอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลาก และเลือด กากน้ำตาล 20 กก. สารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 200 กก. (1 ชอง) มาใส่ลงในถัง 200 ลิตร และผสมน้ำพอกท่วมเศษปลาแล้วคนให้เข้ากัน ไม่ปิดฝา คนวันละ 4 – 5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการหมัก 20 – 30 วัน ปลาจะย่อยสลายหมด เติมน้ำให้เต็มถังและคนให้เข้ากันก่อนจะนำไปใช้ในการใช้สำหรับฉีดพ่นทางใบน้ำสกัดชีวภาพเข้มข้น 1 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร และราดโคน จะใช้น้ำสกัดชีวภาพ 1 ลิตรผสมน้ำ 200 ลิตร นอกจากนี้ น้ำสกัดชีวภาพดังกล่าวหรือเรียกอีกอย่างว่าปุ๋ยปลาประกอบด้วยโปรตีน และกรดอะมิโน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนตัวปลา มีผลต่อการช่วยพัฒนาคุณภาพผลผลิต เช่น ทำให้ดอกไม้มีสีสดขึ้น ผลไม้มีคุณภาพดีขึ้นและช่วยเร่งการแตกยอดและออกดอกใหม่ได้อีกด้วย

ในกรณีที่ใช้หอยเชอรี่ในการผลิตจะนำหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด นำมาผสมกับกากน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ในอัตราส่วน 3 : 3 : 1 คนให้เข้ากันแล้วนำไปบรรจุถังคนให้เข้ากัน ปิดฝาทิ้งไว้ สังเกตดูว่ามีกลิ่นเหม็นหรือไม่ ถ้ามีกลิ่นเหม็นให้ใส่กากน้ำตาลเพิ่มขึ้นและคนให้เข้ากันจนกว่าจะหายเหม็น ทำอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่เกิดก๊าซให้เห็นบนผิวหน้าของน้ำสกัดจากหอยเชอรี่ แต่จะเห็นความระบับระยับอยู่ผิวหน้าของน้ำสกัดชีวภาพดังกล่าว บางครั้งอาจพบตัวหนอนลอยบนผิวหน้า ควรรอนตัวหนอนตัวใหญ่เต็มที่และตายไปจึงถือว่าน้ำสกัดจากหอยเชอรี่นำไปใช้ได้

คุณสมบัติของปุ๋ยชีวภาพ

โดยทั่วไปปุ๋ยชีวภาพเป็นกรดจัด มี pH อยู่ในช่วง 3.5- 5.6 (กรมวิชาการเกษตร, 2544) มีคำแนะนำให้ปรับ pH ของน้ำสกัดชีวภาพให้เป็นกลางนำไปใช้กับพืชโดยการเติมหินฟอสเฟต ปูนโดโลไมท์ ปูนขาวหรือกระดูกป่นอย่างใดอย่างหนึ่ง ในอัตรา 5 – 10 กก./น้ำสกัดชีวภาพ 100 ลิตร แล้วผสมน้ำสกัดชีวภาพ 30 – 50 มล.กับน้ำ 20 ลิตร (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2544) ค่าไฟฟ้าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3 – 79 mS/cm (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) อินทรีย์วัตถุที่ละลายอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพจาก หอยเชอรี่ ปลา ผลไม้และผักอยู่ในช่วง 0.02 – 2.34% และอยู่ในรูปของกรดอิมิก ประมาณ 94% 92% 86% และ 33% ของประมาณอินทรีย์วัตถุทั้งหมด (กองเกษตรเคมี, 2545) ค่า C : N ratio ของน้ำสกัดชีวภาพอยู่ระหว่าง 0.5 – 70 : 1 (กรมวิชาการเกษตร, 2544) ความลงตัวของน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับค่า C : N ratio ของวัตถุดิบที่นำมาหมัก โดยจะมีค่า C : N ratio สูงกว่า 25 หาก C : N ต่ำกว่านี้ อาจทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของก๊าซไข่เน่า

ในช่วงที่หมัก ซึ่งแก้ไขได้โดยใช้กากน้ำตาลเพิ่มขึ้น (กาญจนา และ เอื้องฟ้า, 2544) ปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำสกัดชีวภาพขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำสกัดชีวภาพของเกษตรกร 83 สูตร (กองเกษตรเคมี, 2545) ในตาราง 1 จากรายงานของมุกดา และ จานุลักษณ์ (2546) พบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ในการผลิตผัก 3 สูตร ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ สูตรที่ 1 ใช้เศษผัก : ปุ๋ยคอก : น้ำตาล ในอัตราส่วน 4 : 1 : 1 สูตรที่ 2 ใช้เศษผัก : ปุ๋ยคอก : น้ำตาล ในอัตราส่วน 4 : 2 : 1 สูตรที่ 3 ใช้เศษผัก : ปุ๋ยคอก : น้ำตาล ในอัตราส่วน 4 : 2 : 2 โดยใช้เวลาหมัก 40 วัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ P K และ Ca แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ 1 และ 2 มี % อินทรีย์วัตถุ P K และ Ca ต่ำกว่าสูตรที่ 3 ส่วนสูตรที่ 1 Mg ต่ำกว่าสูตรที่ 2 และ 3

ตาราง 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์พบในปุ๋ยชีวภาพ

ธาตุอาหารพืช	ปริมาณที่พบ	
	ปุ๋ยชีวภาพจากพืช	ปุ๋ยชีวภาพจากสัตว์
ไนโตรเจน (%)	0.03 – 1.91	0.24 – 2.61
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	ไม่พบ – 1.06 (พบ 53%)	ไม่พบ – 1.3 (พบ 88%)
โพแทสเซียม (%)	0.05 – 2.0	0.34 – 2.39
แคลเซียม (%)	0.043 – 1.19	0.13 – 1.98
แมกนีเซียม (%)	0.0095 – 0.35	0.033 – 0.22
กำมะถัน (%)	ไม่พบ – 0.54 (พบ 91%)	0.0017 – 0.42
เหล็ก (mg.kg ⁻¹)	ไม่พบ – 850 (พบ 89%)	35 – 3870
แมงกานีส (mg.kg ⁻¹)	ไม่พบ – 150 (พบ 58%)	5 – 220
สังกะสี (mg.kg ⁻¹)	2 – 58	6 – 55
ทองแดง (mg.kg ⁻¹)	ไม่พบ – 100 (พบ 56%)	ไม่พบ – 13 (พบ 62%)
โบรอน (mg.kg ⁻¹)	ไม่พบ – 166 (พบ 82%)	ไม่พบ – 40 (พบ 82%)
โมลิบดีนัม (mg.kg ⁻¹)	30 (พบ 1 ตัวอย่าง)	ไม่พบ
คอรีน (%)	ไม่พบ – 1.14 (พบ 40%)	0.037 – 0.98
โซเดียม (%)	0.01 – 0.13	0.03 – 0.32

ที่มา: กองเกษตรเคมี (2545)

รายงานของสุนันทา และคณะ (2545) พบว่าปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตจากผักและผลไม้ เช่น มะละกอ ถั่วฝักยาว ฟักทอง มีปริมาณ IAA 0.5 µg.ml⁻¹, Ga₃ 18.27µg.ml⁻¹, Zeatin 11.38 µg.ml⁻¹

และ Kinetin $8.16 \mu\text{g.ml}^{-1}$ เมื่อหมักเป็นเวลา 1 ปี และจากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2544) ตรวจพบปริมาณฮอร์โมนพืช 3 กลุ่มในปุยชีวภาพ คือ กลุ่ม Auxin (Indole acetic acid: IAA) พบทั้งในปุยชีวภาพจากพืชและสัตว์ แต่พบในปริมาณน้อย มีค่าในช่วงตั้งแต่เล็กน้อยมากจนสามารถตรวจวัดได้ถึง $2.37 \mu\text{g.ml}^{-1}$ กลุ่ม Gibberellins (Gibberellic acid : GA_3) ตรวจพบในปุยชีวภาพจากพืชบางชนิดในปริมาณ $18-140 \mu\text{g.ml}^{-1}$ ไม่พบ GA_3 ในปุยชีวภาพจากปลาและกลุ่ม Cytokinins พบ Zeatin ในปุยชีวภาพจากพืชบางตัวอย่างในปริมาณน้อย $1 - 20 \mu\text{g.ml}^{-1}$ และพบในปุยชีวภาพจากปลา ที่ใส่เน้แม่พร้าว $2-4 \mu\text{g.ml}^{-1}$ พบ kinetin ในปุยชีวภาพจากพืชบางชนิดในปริมาณ $1-14 \mu\text{g.ml}^{-1}$ แต่ไม่พบในปุยชีวภาพจากปลา นอกจากนี้ยังพบปริมาณกรดอะมิโนในปุยชีวภาพ ได้แก่ กรดแอสปาร์ติก ทรีโอนีน ซีรีน กรดกลูตามิก โพรลีน ไกลซีน อะลานีน ซีสทีน วาลีน เมไทโอนีน ไอโซ-ลิวซีน ไทโรซีน ฟีนิลอะลานีน ฮิสติดีน ไลวัน อาร์จินีน และทริปโตเฟน

สำหรับปริมาณฮอร์โมนพืชในปุยชีวภาพที่ใช้ผลไม้หมัก 3 สูตร ได้แก่ ปุยชีวภาพจากสับปะรด (สูตร 1) กล้วย+มะละกอ+ฟักทอง (สูตร 2) กะหล่ำปลี+คะน้า (สูตร 3) และ ปลา (สูตร 4) พบว่าปริมาณฮอร์โมนพืชในน้ำสกัดชีวภาพ สูตรที่ 1 มีดังนี้ Auxin $0.26 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Zeatin $7.06 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Kinetin $13.34 \mu\text{g.ml}^{-1}$ และ Gibberellins $20.75 \mu\text{g.ml}^{-1}$ สูตรที่ 2 พบ Auxin $0.27 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Zeatin $3.58 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Kinetin $7.70 \mu\text{g.ml}^{-1}$ และ Gibberellins $28.93 \mu\text{g.ml}^{-1}$ สูตรที่ 3 พบ Auxin $0.81 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Zeatin $13.32 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Kinetin $1.82 \mu\text{g.ml}^{-1}$ และไม่พบ Gibberellins สูตรที่ 4 พบ Auxin $0.04 \mu\text{g.ml}^{-1}$ Zeatin $3.66 \mu\text{g.ml}^{-1}$ ไม่พบ Kinetin และ Gibberellins ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปุยชีวภาพที่ได้จากปลาหมักพบฮอร์โมนพืชอยู่น้อยกว่าในผลไม้ และพืช (สาลี, 2544)

นอกจากนี้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบของปุยชีวภาพจากสวนส้มโอของเกษตรกรจังหวัดชัยนาท โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการผลิตรายการธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร อ้างโดยเอกสารเผยแพร่ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (2545) พบว่า ปุยชีวภาพชนิดสมุนไพรป้องกันกำจัดศัตรูพืชซึ่งผลิตจากคัวยหัวกลอย หัวหนอนตายหยาก ใบขี้เหล็ก สะเอา ตะไคร้หอม เถาหางไหลแดง กากน้ำตาล และหัวเชื้ออีเอ็ม หรือ พด1. มีสารประกอบเคมีต่อไปนี้ Limonene, linalool oxide, Citronellol, Benzene methanol, Benzene ethanol, Benzoic acid, 1, 2-benzene diol, 2, 6-dimethoxy phenol, 3, 4-dimethoxy phenol, Hexadecanoic acid, Ethyl ester, Ethyl linoleate และ Octadecatrienoic acid และ Methyl ester สำหรับปุยชีวภาพสูตรฮอร์โมนไข่ซึ่งผลิตโดยใช้ไข่ไก่ทั้งฟอง กากน้ำตาล ลูกแป้งข้าวหมาก ขากูลท์หรือน้ำมันปรี๊ว พบ Benzoic acid, Benzene methanol, 1, 2-benzenen diol, 2, 6-Dimethoxy phenol, Hexadecanoic acid, ethyl ester, 3, 4-Dimethoxy phenol Octadecanoic acid สูตรฮอร์โมนผลไม้สุกเร่งการเจริญเติบโตซึ่งผลิตจาก

กล้วยน้ำว้าสุก ฟักทองแก่จัด มะละกอสุก กากน้ำตาล หัวเชื้ออีเอ็ม และน้ำ พบ Benzene methanol, 4-Methyl phenol, 2, 6-Dimethoxy phenol, 3, 4-Dimethoxy phenol, Hexadecanoic acid, Ethyl ester และ Octadecanoic acid ในด้านปริมาณ และชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพพบว่าในน้ำสกัดชีวภาพชนิดสมุนไพร พบแบคทีเรีย 7 สายพันธุ์จำนวน 1×10^5 เซลล์/มล. น้ำสกัดชีวภาพสูตรฮอร์โมนไข่เร่งดอก พบแบคทีเรีย 8 สายพันธุ์จำนวน 3×10^9 เซลล์/มล. รา 1 สายพันธุ์จำนวน 4.7×10^5 เซลล์/มล. และในสูตรฮอร์โมนผลไม้สุกเร่งการเจริญเติบโตพบแบคทีเรีย 9 สายพันธุ์จำนวน 7.7×10^7 เซลล์/มล. ราจำนวน 1 สายพันธุ์ จำนวน 10^2 เซลล์/มล. และจากรายงานของมะลิวัลย์ (2545) ในน้ำสกัดชีวภาพสูตรการค้ามีปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน $0-10^2$ เซลล์/มล. เชื้อราพวกยีสต์ $0-10^3$ เซลล์/มล. และไม่พบจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนซึ่งย่อยสลายเซลลูโลส ส่วนน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นเองตามคำแนะนำมีปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน $10^4 - 10^7$ เซลล์/มล. และไม่พบแบคทีเรียพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน ส่วนเชื้อราพวกยีสต์อยู่ในช่วง $10^6 - 10^7$ เซลล์/มล. และไม่พบจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้

ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงของดิน

จากรายงานของสุวพันธ์ และคณะ (2545) พบว่า การใช้ น้ำสกัดชีวภาพจากปลาและพืชกับดินร่วมปนทราย มีความเป็นกรดจัด และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณธาตุอาหาร P และ K ในดินเพิ่มขึ้น และทำให้ CEC เพิ่มขึ้น การใช้ น้ำสกัดชีวภาพดังกล่าวสามารถใช้เสริมหรือแทนปุ๋ยเคมีได้บางส่วน แต่จำเป็นต้องทดลองในดินชนิดอื่น และศึกษาผลของการใช้ในอัตราสูงหรือติดต่อกันในระยะยาว ตลอดจนศึกษาผลตอบแทนจากการใช้ น้ำสกัดชีวภาพ

จากการศึกษาผลกระทบของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นตามคำแนะนำ และน้ำสกัดชีวภาพสูตรการค้า 3 ชนิด โดยการบ่มดินที่ใส่น้ำสกัดชีวภาพแต่ละชนิด ภายใต้อุณหภูมิห้อง มะลิวัลย์ (2545) พบว่าที่ระยะเวลาการบ่มดิน 1 เดือน น้ำสกัดชีวภาพทุกชนิดทำให้ดินชุดต้นทรายมี pH เพิ่มขึ้น น้ำสกัดชีวภาพสูตรการค้า Bio-king ทำให้ดินชุดหางคาง ดิน Alluvial poorly drained มีปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($10 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ soil) และทำให้ดินทั้งสามชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น $19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้พบว่า ปุ๋ยชีวภาพสูตรการค้า Bio-king ทำให้ดินทั้งสามชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น $64 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ และปุ๋ยปลาพืชทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น $21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ สำหรับสมบัติด้านชีวภาพของดินปรากฏว่ามีเฉพาะดินชุดต้นทรายที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยปลาพืช Bio-king ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตขึ้นตามคำแนะนำทั้ง 3 ชนิด ทำให้มีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น $68.98 - 151.5 \mu\text{gC} \cdot \text{g}^{-1}$ soil และ

10.72 – 23.94 $\mu\text{gN.g}^{-1}$ soil สำหรับด้านจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสในสภาพที่มีออกซิเจนในดิน ชุดสันทราช Bio-king ทำให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น 34 เซลล์/กรัมดิน และในดิน Alluvial poorly drained ปุ๋ยชีวภาพจากผักทำให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น 17 เซลล์/กรัมดิน และเมื่อบ่มดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า Bio-king ปุ๋ยชีวภาพจากผักและปลาทำให้ดินสันทราชมี pH เพิ่มขึ้น 0.2 pH unit ส่วนด้าน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้พบว่า Bio-king และปุ๋ยปลาพืชทำให้โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินสันทราชและหางคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีเฉพาะ Bio-king เท่านั้นที่ทำให้ดินชุดหางคงมีปริมาณมวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น

ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อพืช

สุริยา (2542) ได้ทดสอบการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากปลาสูตรการค้าและสูตร วท. กับข้าว โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยรองพื้น 2 อัตรา คือ 12.5 กก./ไร่ และ 25 กก./ไร่ และใช้ความเข้มข้นของการฉีดพ่นปุ๋ยชีวภาพ 3 ระดับ คือ 0.2%, 0.5% และ 1.0 % พบว่าปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าวแต่อย่างใด และเมื่อทดสอบกับผักกาดเขียวหัวปลีโดยใช้ความเข้มข้นของปุ๋ยชีวภาพที่ 0.5% ร่วมกันปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้นเกรด 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และใช้ปุ๋ยชีวภาพสูตรการค้า 2 สูตร คือ Foggit และ Atlas และสูตร วท.1 วท.2 วท.3 วท.4 วท.5 และ วท.6 พบว่าปุ๋ยชีวภาพทุกสูตรให้น้ำหนักแห้งของผักกาดเขียวปลีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานของ ดานู และคณะ (2545) ซึ่งได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีโดยใช้ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชทดสอบ พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่อย่างเดียว ข้าวโพดฝักอ่อนมีน้ำหนักฝักสด 1,182 กก./ไร่ และไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพหนทางใบ คือ มีน้ำหนักฝักสด 1,128 กก./ไร่ แต่แตกต่างกับการพ่นปุ๋ยชีวภาพแต่เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในข้าวโพดหวานฝักสดนั้นผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ข้าวโพดหวานฝักสดมีน้ำหนักฝักสด 2,418 กก./ไร่ แต่แตกต่างกับการพ่นปุ๋ยชีวภาพแต่เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อการศึกษาค้นคว้าการใช้น้ำสกัดชีวภาพเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีโดยใช้ผักคะน้าเป็นพืชทดสอบ ปรากฏว่าคะน้าที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยชีวภาพตราเทวดา คะน้าจะให้ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด 5.33 กรัม/ต้น ผลผลิตที่ได้จะมีค่าแตกต่างกันทางสถิติกับคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่มีน้ำหนักต้นแห้งเท่ากับ 4.47 กรัม/ต้น แต่จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพสกัดจากปลา ซึ่งคะน้าให้ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งเท่ากับ 2.43 กรัม/ต้น และคะน้าที่ปลูกโดยได้รับเพียงแต่น้ำกรองนั้นให้ผลผลิตต่ำสุดโดยให้ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งเพียง 0.23 กรัม/ต้น การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพที่สกัดจากปลาหรือปุ๋ยชีวภาพตราเทวดา จะไม่ทำให้น้ำหนักต่อต้นของคะน้าสูงขึ้นแต่อย่างใด

กรณีศึกษาการทำงานในรูปของเครือข่ายและการลดต้นทุนการผลิต พื้นที่ ต. จรเข้ตามพัน เครือข่ายการผลิตข้าวและเครือข่ายการผลิตผัก ซึ่งมีเกษตรกรปลูกหน่อไม้ฝรั่ง 37 ราย ในพื้นที่ 70 ไร่ และเกษตรกรปลูกพืชผักอื่น ๆ จำนวน 97 ราย โดยมีพื้นที่ 130 ไร่ ในพื้นที่เหล่านี้เกษตรกรได้ เปลี่ยนวิธีการผลิตจากแบบเดิมซึ่งใช้สารเคมีมากมาเป็นการผลิตที่ลดการใช้สารเคมี โดยใช้ปุ๋ย ชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์แทน จนถึงขั้นไม่ใช้สารเคมีเลยเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ในพื้นที่ดังกล่าว เกษตรกรได้รับผลดีจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตผักและได้ขยายผลไปใช้กับข้าว และพืชไร่ การใช้ปุ๋ยชีวภาพีผลทำให้เกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภคปลอดภัยจากสารพิษ ลดต้นทุน การผลิต และยังช่วยปรับสภาพโครงสร้างดินดีขึ้น (สมบัติ และ ประสงค์, 2544)

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของดินจากการทำการเกษตร (Doran, 1987) จากรายงานของ Fraser *et al.* (1988) มวลชีวภาพคาร์บอนของจุลินทรีย์ในดินมีผล ต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของคาร์บอน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจากเศษพืช อินทรีย์วัตถุและการแพร่กระจายของราก การที่ดินมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นมาทำให้อัตราการ ย่อยสลายธาตุอาหารและพืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชในดิน และปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช เพิ่มขึ้น และจุลินทรีย์ดินยังช่วงส่งเสริมการกระจายของรากพืชส่งผลให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารที่เป็น ประโยชน์ได้มีประสิทธิภาพ (Ingham *et al.*, 1985 cited in Bardgett and Chan, 1999) มวลชีวภาพ ของดินเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินช่วยกระตุ้นให้กิจกรรมของ จุลินทรีย์ดินเกิดขึ้นมากและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินมีผลต่อการสร้างธาตุอาหารพืชในดิน นอก จากนี้ยังมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินด้วย (Stevenson and Elliot, 1989) การหมุนเวียนธาตุ อาหารพืชในระบบนิเวศเกี่ยวพันกับปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ในดิน และมวลชีวภาพของ จุลินทรีย์ดินมีความสัมพันธ์กับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอินทรีย์วัตถุในดิน และทำให้ ธาตุ อาหารในอินทรีย์วัตถุเปลี่ยนแปลงเป็น ธาตุอาหารพืชในรูปที่เป็นประโยชน์ (Marumoto *et al.*, 1982) ดังนั้น จึงสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ ถึงกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์ในโตรเจน (mineralization) ในดิน (Hassink *et al.*, 1993 cited in Puri and Ashman, 1998)

จากการศึกษา Gunapala และ Scow (1998) ซึ่งได้เปรียบเทียบกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน จากดินที่ทำการเกษตรแผนปัจจุบันซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี และการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ (organic farming) พบว่า ดินที่ใช้ในการทำเกษตรแบบอินทรีย์มีมวลชีวภาพคาร์บอนและไนโตรเจน ของจุลินทรีย์ดินและความสามารถในการย่อยสลายอินทรีย์ในโตรเจนมากกว่าดินที่ใช้ทำการเกษตร แบบใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีอย่างมีนัยสำคัญ Munkholm (2000) ได้ศึกษาสมบัติของดินที่ใช้ทำ

การเกษตรแบบเกษตรอินทรีย์มา 40 ปี และดินที่ใช้ในการเกษตรแผนปัจจุบันซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมา 20 ปี พบว่าการทำการเกษตรอินทรีย์มีผลช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ได้แก่ ความหนาแน่นของดิน ความพรุน โครงสร้างของดิน และการเกาะยึดตัวของดิน ซึ่งมีสมบัติทางกายภาพดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับประชากรของจุลินทรีย์ในดิน



ตาราง 2 แสดงปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์

ชนิดของปุ๋ย	ไนโตรเจน (%N)	ฟอสฟอรัส (%P ₂ O ₅)	โพแทสเซียม (%K ₂ O)
กากฝ้าย	6.92	2.96	1.45
กากเมล็ดนุ่น	4.69	2.28	1.45
กระดูกป่น	3.40	27.14	0.04
ใบฉำฉา	2.10	0.09	0.04
ແຫນແດງ	3.30	0.57	1.23
กากสำเห้	2.06	0.17	1.03
กระถินยักษ์	3.70	0.24	1.88
กากอ้อย	0.62	0.99	0.46
ถั่วเหลือง	2.71	0.56	2.47
ถั่วพุ่ม	2.05	0.22	3.20
ขี้ข้าวโพด	1.71	0.25	1.53
คั้นข้าวโพด	0.71	0.11	1.38
คั้นมันสำปะหลัง	1.23	0.42	1.23
มูลวัว	1.10	0.40	1.60
มูลควาย	0.97	0.60	1.66
มูลสุกร	1.30	2.40	1.00
มูลไก่	2.42	6.29	2.11
มูลเป็ด	1.02	1.84	0.52
มูลค้างคาว	1.54	14.28	0.60
ใบฉำฉา	2.10	0.09	0.40
ปอเทือง	1.98	0.30	2.41
ปุ๋ยหมักฟางข้าว	1.34	0.53	0.97
ผักตบชวา	1.55	0.46	0.49
ฟางข้าว	1.78	0.25	1.53

ที่มา : คำร และ สุทิน, 2541

ปุ๋ยหมัก

ความหมาย

ปุ๋ยหมัก (compost) หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่างๆ มาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย สีนํ้าตาลปนดำปุ๋ยหมักมีความสำคัญ และมีคุณค่าสูงในการทางการเกษตรแต่ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรเนื่องจากสาเหตุหลายประการ (ธงชัย และ อรรถศิษฐ์, 2541) ดังนี้

1. เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เห็นความสำคัญที่แท้จริงของปุ๋ยหมักว่ามีคุณค่าเพียงใด ในการปรับปรุงหรือช่วยรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดียิ่งขึ้น
2. เกษตรกรขาดความรู้และความเข้าใจ ในการทำปุ๋ยหมักอย่างถูกวิธี ให้ประสบความสำเร็จหรือไม่ดีเท่าที่ควร มีผลให้หมดกำลังใจ และเสียความตั้งใจในการทำปุ๋ยหมักไปได้
3. การขาดความเข้าใจในการใช้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียวยังปรับปรุงดินต้องใช้ปริมาณมากและมักไม่เห็นผลอย่างชัดเจนในระยะเวลานาน
4. การทำปุ๋ยหมักที่จะให้ผลดีนั้นต้องใช้แรงงานทำค่อนข้างมาก ต้องเอาใจใส่ดูแลอยู่เสมอ ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องมีความรู้ และความเข้าใจในการทำปุ๋ยหมักตลอดจนคุณสมบัติที่แท้จริงของปุ๋ยหมักต้องมีความตั้งใจจริงที่จะปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพในการเพาะปลูก จึงจะทำให้การส่งเสริมการผลิตปุ๋ยหมักบรรลุเป้าหมายได้

ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ 1) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช 2) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และ 3) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม

การปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของดิน

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงสภาพของดินใหม่ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชถ้าเป็นดินเนื้อละเอียด อัดตัวกันแน่น เช่นดินเหนียวปุ๋ยหมักก็จะช่วยให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้การระบายน้ำและการระบายอากาศดีขึ้น ช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ หรือดูดซับน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ได้มากขึ้น ทำให้รากพืช

เจริญเติบโตได้รวดเร็วแข็งแรง แตกแขนงได้มากมีระบบรากที่สมบูรณ์ จึงดูดซับแร่ธาตุต่างๆ และน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในดินเนื้อหยาบเช่นดินทรายและดินร่วนปนทราย ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีสารอินทรีย์อยู่น้อยไม่อุ้มน้ำ การใส่ปุ๋ยหมักก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำให้ดินเหล่านั้นสามารถดูดซับน้ำไว้ให้พืชได้มากขึ้น ในดินเนื้อหยาบจึงควรต้องใส่ปุ๋ยหมักให้มากกว่าปกติ

นอกจากคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ปุ๋ยหมักยังสามารถช่วยปรับปรุงดินในแง่อื่นๆ อีก เช่นช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน ทำให้การงอกของเมล็ดและการซึมของน้ำลงไปในดินสะดวกขึ้น ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำขณะฝนตก เป็นการลดการพัดพาหน้าดินที่สมบูรณ์ไป เมื่อกล่าวโดยรวมแล้วปุ๋ยหมักสามารถทำให้สมบัติต่างๆ ของดินดีขึ้น ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

1) ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น อิมมัลในปุ๋ยหมัก เป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีประจุลบ เป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก และมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน ไบรา กระจุกไบรา และสารเมือกที่ปลดปล่อยจากแบคทีเรีย จะส่งเสริมการเกิดเม็ดดินได้เช่นกัน

2) ปุ๋ยหมักช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น และลดความหนาแน่นรวมของดิน ลดการระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง ทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากเพิ่มมากขึ้นด้วย ตลอดจนสะดวกต่อการไถพรวนและลดการเกิดชั้นดานแข็งของดินได้ด้วย

3) ส่งเสริมให้เกิดความพรุนของผิวหน้าดิน ไม่เกิดสภาพผิวดินแข็งทำให้การซึมผ่านของน้ำความสามารถในการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ลักษณะดังกล่าวมีผลทางอ้อมต่อการช่วยลดการเกิดการกร่อนดินได้

2. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

1) การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้ว่าจะไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ก็ค่อยๆปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำมาจากวัสดุเศษพืชต่างๆ ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต เป็นแหล่งที่สำคัญของไนโตรเจน รวมถึงธาตุอาหารเสริมที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม และอื่นๆ

2) เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนค่อนข้างสูง มากกว่าดินเหนียวประมาณ 5 – 10 เท่า ซึ่งจะมีส่วนให้ปุ๋ยเคมีที่

อยู่ในรูปของแคลิออกบอนบางชนิดถูกดูดไม่สูญเสียไป และพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ในบางกรณี

3) ปุ๋ยหมักช่วยลดความเป็นพิษของการที่มีธาตุอาหารบางธาตุมากเกินไป เช่น การใช้ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถช่วยลดความเป็นพิษของอลูมิเนียม และแมงกานีส โดยช่วยดูดซับธาตุทั้งสองไว้ ทำให้ปริมาณสารละลายในดินลดลง การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยหมักจะลดความเป็นพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีสได้ดีที่สุด ทำให้ตัวเหลือที่ปลูกนั้นมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

4) การใส่ปุ๋ยหมักในดินเป็นการช่วยเพิ่มความจุความต้านทานในการเปลี่ยนแปลง ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

3. คุณสมบัติทางชีวภาพของดิน

1) การใส่ปุ๋ยหมักลงดินเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์พวกเห็ดเหอโรโทรฟ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และพบว่กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่น กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน รวมทั้งกิจกรรมของพวกเชื้อราไมคอร์ไรซาบริเวณรากพืชด้วย

2) การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อ ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น เช่น *Azotobacter* sp. จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น (Marchesini *et al*, 1988) และยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อโรคบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้รากพืช ปุ๋ยหมักเป็นอาหารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Trichoderma* sp. จึงมักพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักลงดินจะช่วยลดปริมาณของเชื้อโรคบางชนิดในดิน และทำให้พืชเกิดโรคน้อยลง นอกจากนี้แล้วจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญเติบโตอยู่ สามารถขับสารปฏิชีวนะ รวมทั้งสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้หลายชนิด เป็นการลดการระบาด และลดความรุนแรงของโรคพืชบางชนิดลงได้ (Hoitink , 1986)

3) การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิก และอะซิติก เป็นต้น กรดอินทรีย์บางชนิดจะถูกพืชไปใช้ได้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4) การใส่ปุ๋ยหมักมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน จุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูของไส้เดือนฝอยสามารถเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งขับสารพวกอัลกาลอยด์ และกรดไขมันของชนิดที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้ การใส่ปุ๋ยหมักจึงส่งผลให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยลดลง ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้คล้ายคลึงกับการลดลงของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินตามที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว

การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุที่จะปลดปล่อยออกมาให้แก่ต้นพืชอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีแร่ธาตุอาหารพืชที่สำคัญครบถ้วน กล่าวคือมีไนโตรเจนทั้งหมด ประมาณ 0.4 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณ 0.2 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ 0.5 – 1.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแร่ธาตุดังกล่าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาหมักและวัสดุอื่นๆที่ใส่ลงไปในกองปุ๋ย

นอกจากธาตุอาหาร 3 ธาตุที่กล่าวมาแล้ว ปุ๋ยหมักยังมีธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ อีก เช่น แคลเซียม กำมะถัน แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และ ธาตุอื่นๆซึ่งปกติแล้วปุ๋ยเคมีจะไม่มีหรือมีเพียงบางธาตุเท่านั้น ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยกว่าธาตุอาหารหลัก เพียงแต่ต้องการในปริมาณน้อยเท่านั้น

นอกจากจะเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชแล้ว ปุ๋ยหมักยังมีคุณค่าในแง่การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ ของดินอีกหลายประการ เช่น ช่วยทำให้แร่ธาตุอาหารพืชในดินแปรสภาพไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่าย เป็นการช่วยถนอมแร่ธาตุอาหารหรือความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อีกทางหนึ่ง จะเห็นได้ว่า แม้ปุ๋ยหมักจะมีปริมาณแร่ธาตุอาหารในปุ๋ยไม่เข้มข้นเหมือนปุ๋ยเคมี แต่ก็มีลักษณะดีอื่นๆ ที่ช่วยรักษา และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เป็นอย่างดี

การปรับปรุงสภาพแวดล้อม

ประโยชน์ของปุ๋ยหมักในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อมสรุปได้ดังนี้

- 1) เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยทั่วไป ทำให้บริเวณที่อยู่อาศัยถูกสุขลักษณะ น่าอยู่ สะอาดตา
- 2) ช่วยลดอุบัติเหตุซึ่งเกิดจากการทำลายเศษพืชโดยการเผา เช่น ตอซังข้าว เศษหญ้า เศษขยะข้างถนน ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดอุบัติเหตุ การจราจรติดขัด ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน และยังทำให้อากาศเป็นพิษรวมทั้งทำลายสิ่งแวดล้อมของโลกด้วย การนำเศษพืชเหล่านั้นมาทำปุ๋ยหมักจะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้
- 3) ลดปัญหาทางด้านกลิ่นจากของเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ของเหลือต่างๆ หากปล่อยทิ้งไว้นานๆ จะเกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ เมื่อได้นำมาทำเป็นปุ๋ยหมักแล้ว จะเป็นการนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก และยังเป็นการลดปัญหาทางด้านกลิ่นได้ด้วย

- 4) เป็นการกำจัดวัชพืชน้ำต่างๆ ทำให้สัตว์น้ำได้รับออกซิเจน และแสงแดดที่ เกิดสภาพสมดุลในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
- 5) ช่วยให้การสัญจรทางน้ำสะดวกขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำจัดผักตบชวา ซึ่งมักมีเกินความต้องการตามแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง และแหล่งน้ำทั่วไป

อิทธิพลของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช

คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญและผลผลิตของพืชที่ปลูกในดินนั้น คุณภาพของปุ๋ยหมักดังกล่าว ได้แก่ การเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมัก ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก รวมทั้งการที่ไม่มีสารที่เป็นอันตรายต่อพืช นอกจากคุณภาพของปุ๋ยหมักจะผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว วิธีการใส่และระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดของดิน สภาพดินฟ้าอากาศ และความชื้นของดินเป็นปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีส่วนกำหนดผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญและผลผลิตของพืชด้วยเช่นกัน

จากการพิจารณาผลของปุ๋ยหมักที่ใส่ลงดินต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช พบว่ามีความสำคัญหลายประการ ได้แก่

1. ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชโดยตรง และยังคงค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ในระยะยาวด้วย
2. ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับธาตุอาหารบางชนิดไม่ให้สูญเสียไปจากดิน ซึ่งพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้มากขึ้น
3. ส่งเสริมการแพร่กระจายของรากพืช ทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารจากดินเพิ่มขึ้น
4. ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับน้ำในดินให้ดินมีความชื้นมากขึ้น และยาวนานกว่าดินที่ปราศจากการใส่ปุ๋ยหมัก ลักษณะดังกล่าวข้างต้นนี้จะช่วยส่งเสริมให้พืชสามารถเติบโตได้มากขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนี้ จะช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจบางชนิดในทวีปเอเชีย ได้แก่ ประเทศอินเดีย เกาหลี และจีน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม จะช่วยให้ได้รับผลผลิตมากขึ้น และเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาพอสมควรแล้ว ยิ่งทำให้เห็นผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยหมักชัดเจนขึ้น

กิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการกองปุ๋ยหมัก

ในระหว่างกระบวนการย่อยสลายเศษพืชโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น ทำให้สภาพแวดล้อมบางประการในกองปุ๋ยเปลี่ยนแปลงไปซึ่ง จะมีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นอย่างยิ่ง เช่น อุณหภูมิ

pH เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย และสามารถแยกเป็นประเด็นได้ (พิทยากร และ เสียงแจ้ว, 2540) ดังนี้

1. การย่อยสลายเศษพืชโดยจุลินทรีย์ เมื่อมีการกองเศษพืชได้อย่างเหมาะสม จะเป็นการลดระยะเวลาการย่อยสลายเศษพืชให้สั้นลง ทำให้ได้ปุ๋ยหมักเร็วขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษพืช ประกอบด้วย จุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ แบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซีต ได้แก่ *Bacillus* sp., *Cellulomonas* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Nocardia* sp. และ *Streptomyces* sp. เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้จะจับเอ็นไซม์เซลลูเลส (Cellulase) ออกมาย่อยสลายเศษพืชได้สารต่าง ๆ มากมาย

2. การทำลายโรคพืชบางชนิด การทดลองปุ๋ยหมักจากต้นพืชที่เป็นโรคบางชนิด เช่น เชื้อรา *Helminthosporium maydis* ซึ่งทำให้เกิดโรคใบไหม้ของข้าวโพด เชื้อ *Carvularia lunata* ทำให้เกิดโรคใบจุดของข้าวโพด และ *Collectotrichum dermatium* var. *truncatum* ทำให้เกิดโรคแอนแทรกโนสของถั่วเหลือง พบว่าอุณหภูมิภายในกองสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนั้นเชื้อรา *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. และ เชื้อแอคติโนมัยซีตพวก *Streptomyces* sp. บางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะออกมาทำลายโรคพืช หรือเกิดการแข่งขันจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืช การที่เชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพาราไรต์กับเชื้อโรคพืช บังคับเหล่านี้มีผลต่อการทำลายเชื้อโรคพืชทั้งสิ้น

3. การทำลายไข่ของแมลงและวัชพืชบางชนิด ความร้อนที่เกิดจากกองปุ๋ยหมักบางครั้งอาจสูง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขนาดนี้สามารถทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืช และยังไปทำลายเมล็ดวัชพืชบางชนิดได้

4. การเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักบางชนิด เช่น *Azotobacter* sp. สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ จึงเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน นอกจากนั้น ฟอสฟอรัสที่เกิดจากการสลายตัวของหินฟอสเฟต หรือจากเศษกระดูก จะถูกย่อยออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเชื้อ *Thiobacillus* sp. เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักให้ดีขึ้น และเชื้อ *Bacillus* sp. บางชนิดยังมีความสามารถสร้างฮอร์โมน ช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกด้วย

5. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำปุ๋ยหมัก การใช้เชื้อเร่งปุ๋ยหมักเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเร่งทุกครั้งไป เป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว เพราะเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยที่หมักแล้วมาใช้ในการต่อเชื้อ โดยใช้ปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 100 ถึง 200 กิโลกรัมต่อ เศษพืชที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก 1 ตัน จึงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักลงได้ส่วนหนึ่ง

การย่อยสลายและการแปรสภาพของเศษพืชในการทำปุ๋ยหมัก

เมื่อนำเศษพืชหรือวัสดุที่จะใช้หมักมากองรวมกัน ผสมคลุกเคล้ากับมูลสัตว์และปุ๋ยเคมี รดน้ำให้กองปุ๋ยมีความชื้นพอเหมาะ เมื่อสภาพภายในกองปุ๋ยเหมาะสม จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ติดมากับเศษวัสดุที่ใช้หมักก็จะเริ่มเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นมา โดยการย่อยสลายวัสดุที่นำมาหมักเพื่อใช้เป็นอาหาร ในช่วงแรกนี้ ภายในกองวัสดุจะมีอาหารที่จุลินทรีย์สามารถใช้ได้ง่ายๆ อยู่เป็นจำนวนมากจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกองปุ๋ยหมัก โดยความร้อนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถ้ากองปุ๋ยได้ถูกวิธี ภายในเวลา 3 ถึง 5 วัน กองปุ๋ยอาจร้อนถึง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียสได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้เศษพืชย่อยสลายได้รวดเร็วและช่วยกำจัดจุลินทรีย์ได้หลายชนิดที่ไม่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ทำให้เกิดโรคกับคน หรือกับพืช ช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเศษพืช รวมทั้งไข่ของแมลงที่มีอยู่ในกองปุ๋ยได้

กองปุ๋ยจะร้อนระอุอยู่ช่วงหนึ่ง ประมาณ 15 ถึง 20 วัน หลังจากนั้นความร้อนจะค่อยๆ ลดลงไปเรื่อย ๆ ขณะเดียวกันเนื้อของเศษพืชที่ใช้หมักก็เปื่อยยุ่ยลง และมีสีคล้ำขึ้น จนในที่สุดกองปุ๋ยจะเย็นลงเศษพืชกลายเป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นขุย ร่วนซุย มีสีดำหรือน้ำตาลเข้ม ขอบตัวลงเหลือประมาณ 1/3 ถึง 1/4 ส่วนของกองเดิม ก็จัดเป็นปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว สามารถนำไปใช้โดยไม่เกิดอันตรายใด ๆ ต่อพืช ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเสร็จสิ้น ใช้เวลาประมาณ 2 ถึง 3 เดือน อาจจะเร็วหรือช้ากว่านี้ได้ ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ วิธีการตั้งกอง การปฏิบัติดูแลรักษา ความชื้น ตลอดจนการกลับกองปุ๋ยเป็นต้น

วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักแบ่งออกได้ 4 ประเภทคือ

1) วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งทางการเกษตร ในประเทศเกษตรกรรม วัสดุที่เหลือทิ้งมาจากการเกษตร ซึ่งมีอยู่ทั่วไป เช่น ฟางข้าว ใบพืช ลำต้นพืช เปลือก และกาก เป็นต้น

2) วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตร ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมในประเทศก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ขี้เลื่อยจากโรงงานไม้แปรรูป กากตะกอนน้ำเสียเปลือก และกากผลไม้จากโรงงานบรรจุผลไม้กระป๋อง เป็นต้น วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นแนวทางในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว

3) วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ในเขตชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันมากจะมีปัญหาในด้านการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นทุกวัน แนวทางที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ได้คือการ

นำมาทำปุ๋ยหมักซึ่งมักเรียกกันว่า ปุ๋ยอินทรีย์ ในเขตกรุงเทพมหานครได้นำแนวทางนี้ไปใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์มานานแล้ว แต่มีปัญหาอยู่บ้างในการแยกวัสดุที่ปะปนมา เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และเศษพลาสติกต่าง ๆ ปัญหาอีกประการหนึ่ง ก็คือปริมาณการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับคน สำหรับในชนบทนั้นมีเศษขยะจากครัวเรือน เศษใบไม้ มูลสัตว์เลี้ยง สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี และยังเป็นการช่วยรักษาบริเวณบ้านเรือนให้สะอาดถูกสุขลักษณะด้วย

4) วัสดุอื่น ๆ และวัชพืช วัชพืชบกและวัชพืชน้ำหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาที่เป็นปัญหาในการกำจัด เป็นวัชพืชที่เจริญได้อย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย การนำผักตบชวามาทำเป็นปุ๋ยหมัก จึงเป็นแนวทางหนึ่งโดยเปลี่ยนให้เป็นปุ๋ยหมักที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงดิน และยังช่วยทำลายแหล่งของศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี เป็นการช่วยรัฐบาลให้ประหยัดงบประมาณที่จะไปใช้ในการกำจัดได้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพของเศษพืช

การแปรสภาพของเศษพืชที่เป็นปุ๋ยหมักจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในกองปุ๋ย การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1) ชนิดและขนาดของวัสดุที่ใช้หมัก วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักมีหลายประเภท แต่ละปีจะมีปริมาณมากมาย (ตาราง 3) วัสดุเหล่านี้บางชนิดก็ย่อยสลายได้ง่าย รวดเร็ว บางชนิดก็ย่อยสลายได้ช้า ขึ้นอยู่กับเนื้อของวัสดุเหล่านั้นว่ามีส่วนที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้ยากหรือง่าย และมีแร่ธาตุอยู่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์หรือไม่ ดังนั้นจึงอาจแบ่งวัสดุเหล่านี้ ออกเป็น 2 พวก คือ

1.1) เศษพืชสลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวา ต้นกล้วยใบตอง เศษหญ้าสด เศษพืชที่อวบน้ำ เศษผัก กากเมล็ดข้าวฟ่าง พืชวงศ์ถั่วต่าง ๆ เป็นต้น

1.2) เศษพืชสลายตัวได้ยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ชี้เลื้อย ขุยมะพร้าว ชังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง เป็นต้น ปกติเศษพืชเหล่านี้จะมีแร่ธาตุทางอาหารบางชนิดอยู่น้อย ไม่เพียงพอับความต้องการของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน(ตาราง 4) ดังนั้นถ้าต้องการในเศษพืชนี้สลายตัวได้รวดเร็วขึ้น ต้องเพิ่มธาตุไนโตรเจนลงไปในรูปแบบใด ๆ หรือมูลสัตว์ต่าง ๆ แทน หรือกองรวมกับพวกเศษพืชที่สลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวาหรือเศษหญ้าสด โดยกองสลับชั้นระหว่างวัสดุที่สลายตัวได้ยากให้หนาประมาณ 8 นิ้ว แล้วกองทับด้วยเศษพืชสลายตัวง่ายหนาประมาณ 4 ถึง 5 นิ้ว เช่นนี้สลับกันไปเรื่อย ๆ จนได้ขนาดของกองปุ๋ยที่ต้องการ

นอกจากชนิดของเศษพืชแล้ว ขนาดของเศษพืชก็เป็นเรื่องที่สำคัญ ถ้าเศษพืชที่นำมาหมักมีขนาดใหญ่เกินไป ภายในกองจะมีช่องว่างอยู่มาก กองปุ๋ยจะแห้งได้ง่าย ความร้อนที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยจะกระจายหายไปอย่างรวดเร็ว ทำให้กองปุ๋ยไม่ร้อนเท่าที่ควร การย่อยสลายเศษ

พืชจะเข้า ศัตรูต่าง ๆ ที่ติดมากก็ไม่ถูกทำลายไป ดังนั้นควรสับหรือหั่นให้มีขนาดเล็กประมาณ 2 ถึง 3 นิ้ว จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตในชิ้นส่วนของพืชได้ทั่วถึง เมื่อเศษพืชอยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้น การแพร่ขยายของเชื้อจุลินทรีย์ก็จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว และกองปุ๋ยจะร้อนระอุดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ในการทำปุ๋ยหมักเป็นปริมาณมาก การหั่นหรือสับเศษพืชก็เป็นการสิ้นเปลืองแรงงานมาก อาจเปลี่ยนไปใช้วิธีการอื่นได้ตามความเหมาะสม เช่น ถ้ามีรถแทรกเตอร์ก็โรยชิ้นส่วนพืชลงบนพื้นแข็ง แล้วใช้รถบดทับไปมา หรือใช้วิธีหาเศษพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น เศษหญ้าผสมคลุกเคล้าเข้าไปในกองพืชเพื่อลดช่องว่างที่มีอยู่ แต่ถ้ามีเศษหญ้าไม่พอ ก็อาจใช้ดินหรือหญ้าเศษหญ้าคลุมกองหรือเลียงไปใช้วิธีกองปุ๋ยหมักในหลุมหรือบ่อหมักแทน

ตาราง 3 แสดงชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย

ชนิดของวัสดุเหลือทิ้ง	ปริมาณ (1,000ตัน/ปี)
1. วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร	
ฟางข้าว	43,000
เศษและซังข้าวโพด	1,000
เศษต้นอ้อยต่าง ๆ	500
เศษจากต้นอ้อย	2,000
2. วัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรม	
กากอ้อย	6,000
ขี้เลื่อย	30
ขุยมะพร้าว	30
แกลบ	5,000
อื่น ๆ	30
3. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน	
ขยะเทศบาล(ในเขต กทม.และเมืองหลัก)	3,000
4. วัสดุอื่น ๆ และวัชพืช	
ผักตบชวา	1,000
มูลสัตว์ต่าง ๆ	65,000

ที่มา : วรรณลดา และ ณวิวรรณ (2540)

ตาราง 4 แสดงปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในกองวัสดุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	ปริมาณไนโตรเจน (%)
ตะกอนน้ำเสีย	2.0 - 6.0
มูลเป็ด - ไก่	6.5 - 5.0
มูลสุกร	3.0
มูลม้า	2.0
มูลโค - กระบือ	1.2 - 2.0
ต้นถั่วต่าง ๆ	2.0 - 3.0
ผักตบชวา	2.2 - 2.5
เปลือกถั่วลิสง	1.6 - 1.8
ต้นฝ้าย	1.0 - 1.5
ต้นข้าวฟ่าง	1.0
ต้นข้าวโพด	0.7 - 1.0
ใบไม้แห้ง	0.4 - 1.5
ฟางข้าว	0.4 - 0.6
หญ้าแห้ง	0.3 - 2.0
กามมะพร้าว	0.5
เกล็ด	0.3 - 0.5
กากอ้อย	0.3 - 0.4
ขี้เลื่อยเก่า	0.2
ขี้เลื่อยใหม่	0.1
เศษกระดาษ	น้อยมาก

ที่มา: ธงชัย และ อรรถศิษฐ์ (2541)

2) มูลสัตว์ ในการตั้งกองปุ๋ยหมักนั้น ถ้าใส่มูลสัตว์ต่าง ๆ เช่น มูลวัว มูลสุกร มูลเป็ด มูลไก่ ผสมคลุกเกล้าลงไปด้วย กองปุ๋ยหมักจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการย่อยสลายได้ดีกว่าการใช้เศษพืชอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะมูลสัตว์มีสารประกอบและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายชนิด จึงเป็นการเร่งให้จุลินทรีย์ย่อยเศษพืชได้อย่างรวดเร็ว และมูลสัตว์มีจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสามารถย่อยเศษพืชได้ดียิ่งขึ้นด้วย จึงเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์จำนวน

มากลงไปในกองปุ๋ยนั่นเอง จุลินทรีย์เหล่านั้นจะไปสมทบกับจุลินทรีย์ที่ติดมากับเศษพืช ช่วยย่อยและแปรสภาพของเศษพืชให้กลายเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น

ปริมาณของมูลสัตว์ที่ต้องใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้นไม่คงที่ตายตัว ถ้ามีมากก็ใส่มากได้ตามที่ต้องการ เพราะยิ่งใส่มากจะยิ่งให้เศษพืชแปรสภาพได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ควรใส่น้อยกว่า 1 ส่วนต่อ เศษพืช 10 ส่วน ถ้ามีมูลสัตว์ น้อยกว่านี้ และเศษพืชที่ใช้เป็นพวกที่สลายตัวได้ยาก ก็ควรหาวัสดุอื่น ๆ ที่มีธาตุไนโตรเจนมาก ๆ เช่น ปุ๋ยเคมีมาเสริมแทนได้

3) ปุ๋ยเคมี เศษพืชประเภทที่สลายตัวได้ยากจะมีแร่ธาตุอาหารอยู่น้อย ไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ แร่ธาตุที่สำคัญที่ปกติมักจะขาดแคลนที่มากที่สุดในเศษพืชพวกนี้ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ดังนั้นจึงเน้นเฉพาะการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยยูเรีย สำหรับแร่ธาตุอื่น ๆ นอกเหนือไปจากไนโตรเจน นั้น ปกติเศษพืชจะมีมากอยู่พอสมควร แม้ว่าจะไม่เพียงพอแต่การใส่แร่ธาตุเหล่านั้นเพิ่มเติมลงไปก็มักไม่ทำให้เศษพืชสลายตัวได้รวดเร็วเท่าใดนัก

ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาหมัก 1) ถ้าเป็นพวกที่ย่อยสลายได้ง่าย ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีลงไปอีกหรืออาจใส่ในปริมาณเล็กน้อยเพียงเสริมหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เท่านั้น 2) ถ้าเป็นเศษพืชพวกที่ย่อยสลายได้ยาก ก็ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยเศษพืช พวกที่มีไนโตรเจนน้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ คือพวกที่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม ส่วนปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในกรณีที่เป็นเศษพืชพวกที่สลายตัวได้ยากนั้น อาจจะประมาณได้ว่าถ้าใช้ปุ๋ยยูเรีย ควรใส่ในอัตรา 1.5 ถึง 2.0 กิโลกรัมต่อขนาดของกองที่เสร็จแล้ว 2 ลูกบาศก์เมตร หรือถ้าเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตก็ใช้ประมาณ 3 ถึง 4 กิโลกรัมต่อกองปุ๋ยขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร

4) การระบายอากาศของกองปุ๋ย ในการตั้งกองปุ๋ยหมักนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมัก เพราะถ้าไม่มีอากาศให้จุลินทรีย์ใช้หายใจแล้ว การย่อยสลายของกองปุ๋ยหมักจะเปลี่ยนไปเป็นการย่อยสลายแบบอับอากาศ ทำให้การสลายตัวเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และมักเกิดกลิ่นเหม็น ความร้อนจะช่วยกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ในกองปุ๋ยหมักก็ไม่เกิดขึ้น ลักษณะเช่นนี้ พบได้เสมอกับกองปุ๋ยหมักที่แน่นทึบหรือรดน้ำจนเปียกแฉะ ถ้าหากหมักเศษพืชในสภาพนี้ จะใช้เวลานาน ถ้าต้องการให้เศษพืชสลายตัวได้รวดเร็ว ไม่มีกลิ่นเหม็น และเกิดความร้อนในกองปุ๋ยมากพอที่จะกำจัดเชื้อโรค เมล็ดวัชพืช ตัวอ่อนหรือไข่ของแมลงที่มีอยู่แล้ว จำเป็นต้องปฏิบัติดูแลให้กองปุ๋ยมีสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยที่ดีอยู่เสมอ ดังนี้

4.1 ขนาดของกองปุ๋ย ไม่ควรตั้งกองปุ๋ยให้สูงมากนัก ถ้ากองปุ๋ยสูงมาก ส่วนล่างของกองจะถูกน้ำหนักส่วนบนกดทับ ทำให้อัดตัวแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเศษพืชสลายตัวไประยะหนึ่ง

แล้วจะมีเนื้อละเอียดขึ้น กองปุ๋ยจะยุบตัวลง เนื้อปุ๋ยด้านล่างของกองก็ถูกกดจนแน่นทึบไม่สามารถระบายอากาศได้ ความของกองปุ๋ยที่พอเหมาะอยู่ที่ 1.50 ถึง 1.80 เมตร ความกว้างของกองปุ๋ยก็ไม่ควรมากจนเกินไป เพราะมีผลต่อการระบายอากาศด้านล่างของกองปุ๋ยเช่นกัน ถ้ากว้างมากเกินไป การกลับกองปุ๋ยอาจทำได้ไม่สะดวก ปกติควรกว้างประมาณ 2.00 ถึง 3.00 เมตร ในทางตรงกันข้าม กองปุ๋ยไม่ควรจะเตี้ยหรือแคบเกินไป เพราะจะทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นกระจายออกไปได้ง่าย กองปุ๋ยจะไม่ร้อนเท่าที่ควร และแห้งได้ง่าย ถ้ากองปุ๋ยแห้ง การสลายตัวจะหยุดชะงักลง ขนาดของกองปุ๋ยไม่ควรเล็กกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร คือมีด้านกว้าง ยาว และสูง ด้านละไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

4.2 การรดน้ำกองปุ๋ย ขณะตั้งกองปุ๋ยหมัก จะต้องรดน้ำจนเศษพืชขึ้นพองที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ และต้องไม่รดมากจนเกินไปจนกระทั่งการระบายอากาศของกองปุ๋ยไม่ดี ถ้าเศษพืชนั้นแห้งและมีขนาดใหญ่ เช่น ชังข้าวโพด ต้นข้าวโพด จะไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องการระบายอากาศในกองปุ๋ย แต่อาจมีปัญหาเรื่องเศษพืชไม่ค่อยเปียกน้ำ ต้องรดน้ำจำนวนมาก เศษพืชจึงจะขึ้นพอง แต่ถ้าเศษพืชมีขนาดเล็กดูดซับน้ำได้ดี เช่น ชานอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ปากตะกอนน้ำเสีย กากส่าเหล้า ต้องรดน้ำเล็กน้อยแค่ทำให้วัสดุเหล่านั้นเปียกชื้นสม่ำเสมอเท่านั้น อย่าให้แฉะ ขณะรดน้ำควรหลีกเลี่ยงการขึ้นเหยียบย่ำบนกองวัสดุ เพราะจะทำให้กองปุ๋ยแน่นทึบจนเกินไป เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในกรณีของเศษพืชที่อวบและฉ่ำน้ำ เช่น ผักตบชวา หลังจากนำขึ้นจากน้ำจะอมน้ำไว้มาก ถ้านำมากองปุ๋ยทันทีจะอัดตัวกันแน่น ควรปล่อยทิ้งไว้ให้เหี่ยวพอสมควร แล้วค่อยนำไปกอง จะช่วยให้กองปุ๋ยมีการระบายอากาศดีขึ้น

4.3 การระบายอากาศถ้ามีเศษวัสดุค่อนข้างเล็กคาดว่าเมื่อกองปุ๋ยไปแล้วระยะหนึ่งกองปุ๋ยจะมีลักษณะค่อนข้างทึบ หรือเมื่อหมักเศษพืชไประยะหนึ่งแล้วเห็นว่าเศษพืชอัดกันแน่นมากขึ้นเกรงว่าการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยไม่เพียงพอ ก็อาจช่วยระบายอากาศในกองปุ๋ยโดยวิธีง่าย ๆ คือ เมื่อเริ่มตั้งกองปุ๋ยหรือจะตั้งกองปุ๋ยใหม่หลังจากการกลับกอง ก็หาไม้ไผ่หรือท่อพีวีซี มาหลาย ๆ ลำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 6 นิ้ว มาปักตั้งไว้บนพื้นดินที่จะตั้งกองปุ๋ย โดยกะว่าเมื่อตั้งกองปุ๋ยไปแล้ว ลำไม้ไผ่จะกระจายอยู่ทั่ว ๆ กอง แล้วจึงทำการตั้งกองปุ๋ย

เมื่อทำการตั้งกองปุ๋ยเรียบร้อยแล้วก็ถอนลำไม้ไผ่ออก กองปุ๋ยก็จะมีช่องระบายอากาศตามที่ต้องการ ก่อนถอนลำไม้ไผ่ ควรโยกไม้ไผ่ไปมารอบ ๆ จะทำให้ช่องระบายอากาศงอรูปได้ดีขึ้น ไม่ยุบตัว ควรทำช่อง ระบายอากาศเช่นนี้ทุกครั้งที่มีการกลับกองปุ๋ย

4.4 การกลับกองปุ๋ยหลังจากตั้งกองปุ๋ยไประยะหนึ่งแล้ว ควรกลับกองปุ๋ยโดยการคว่ำกองลงมาทั้งหมด เกลี่ยผสมคลุกเคล้ากัน แล้วนำวัสดุทั้งหมดกลับต้องเป็นกองใหม่ในรูปทรงเดิม โดยพยายามกลับเอาเศษพืชที่เคยอยู่ด้านนอกของกอง ให้กลับเข้าไปอยู่ด้านในของกอง

การกลับกองปุ๋ยจะทำให้สภาพของกองปุ๋ยโปร่งขึ้น การระบายอากาศดีขึ้น รวมทั้งเป็นการ

หมุนเวียนเอาวัสดุด้านนอกของกองที่ยังไม่เคยสลายตัวให้เข้าไปรับความร้อนในกอง และช่วงกำจัด หนอง ตัวอ่อนของแมลงวันที่อาจเกิดบริเวณขอบนอกของกอง ขณะเดียวกันก็เป็นการผสม คลุกเคล้าวัสดุให้เข้ากัน มีความชื้นสม่ำเสมอทั้งกอง

การกลับกองมีความสำคัญมากต่อการแปรสภาพของกองปุ๋ย ยังสามารถกลับกองปุ๋ยได้ บ่อยครั้ง จะยิ่งช่วยให้เศษพืชแปรสภาพไปเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น เช่น การกลับกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 3 ถึง 5 วัน หรือทุกสัปดาห์จะทำให้เศษพืชสลายตัวได้รวดเร็วยิ่งขึ้น แต่การกลับกองเป็นขั้นตอนที่ สิ้นเปลืองแรงงานอย่างมาก ถ้าไม่มีความจำเป็นที่ต้องรีบใช้ปุ๋ยหมัก ก็สามารถลดจำนวนครั้งในการ กลับกองปุ๋ยหมักลงได้ตามเวลา หรือแรงงานที่มีอยู่ แต่อย่างน้อยที่สุดก็ควรจะได้มีการกลับกอง ประมาณ 3 ถึง 4 ครั้ง คือการกลับกองครั้งแรกประมาณ 10 วัน หลังจากเริ่มตั้งกองปุ๋ย ครั้งที่สอง ประมาณ 15 วันหลังจากกลับกองครั้งแรก จากนั้นก็อาจกลับกองทุก ๆ 20 วัน จนสามารถนำไปใช้ ได้

5) ความชื้นของกองปุ๋ย จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้กลายเป็นปุ๋ยนั้นต้องอาศัยน้ำ หรือความชื้นในการดำรงชีวิต วัสดุที่นำมากองจึงต้องเปียกชื้น การรดน้ำจึงต้องระมัดระวัง พอสมควร คือ รดน้ำพอแค่ให้เศษพืชในกองเปียกชื้นพอสมควร ไม่ให้แฉะ ส่วนใหญ่แล้วเศษพืชมัก ไม่ค่อยดูดซับน้ำ จึงอาจต้องรดน้ำให้มากเป็นพิเศษในวันแรก อีกสองสามวันต่อมาควรดูกองพืชว่า ด้านในของกองมีความชื้นเพียงพอหรือไม่ หากยังไม่พอ ต้องรดน้ำเพิ่มเติมจนเปียกชื้นโดยทั่วกัน จากนั้นก็เพียงคอยตรวจตราเป็นระยะ ๆ ดูแลให้กองปุ๋ยชื้นอยู่เสมอความชื้นที่พอดีของกองปุ๋ยอยู่ ในช่วง 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ละคร่าว ๆ โดยใช้วิธีใช้มือหยิบเอาเศษพืชในกองออกมา แล้วกำบีบให้แน่น ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาตามซอกนิ้ว ไหลเป็นทาง แสดงว่ากองปุ๋ยแฉะเกินไป ไม่ควรรดน้ำ แต่ควรทำการกลับกองปุ๋ยบ่อยขึ้น หรือใช้วัสดุที่แห้งดูดซับน้ำได้ดี เช่น ขี้เลื่อย เศษพืช แห้งผสมคลุกเคล้าลงไป ถ้าบีบดูแล้วน้ำซึมออกมาตามซอกนิ้วแต่ไม่ถึงกับไหลเป็นทาง แสดงว่า ความชื้นพอดีแล้ว แต่เมื่อบีบแล้วไม่มีน้ำซึมออกมาเลย แสดงว่าเศษพืชนั้นแห้งเกินไป ต้องรดน้ำ เพิ่มเติม

การตั้งกองปุ๋ยในที่โล่งแจ้งในฤดูฝน สิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่งคือ สภาพของฝนที่ตกหนัก ติดต่อกันนาน ๆ อาจทำให้ภายในกองปุ๋ยเปียกแฉะได้ ดังนั้นถ้าเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก อาจป้องกัน ไม่ได้ กองปุ๋ยเปียกแฉะโดยการปรับแต่งด้านบนของกองให้โค้งมนเป็นรูปครึ่งวงกลม การกองใน ลักษณะนี้ ฝนที่ตกลงมาบนกองปุ๋ยส่วนใหญ่จะไหลออกไปทางด้านข้างของกอง ทำให้ด้านในของ กองเปียกแฉะ แต่ถ้าหมักกองปุ๋ยไประยะหนึ่งจนเศษพืชเปื่อยยุ่ยมากแล้ว กองปุ๋ยจะดูดซับน้ำฝนได้ ง่าย จึงควรหาวัสดุมาคลุมด้านบนของกองไว้ไม่ให้เปียกฝนจนแฉะ

วิธีการกองปุ๋ยหมัก

ลักษณะการกองปุ๋ยหมักแบบกลับกอง

ดังที่ได้อธิบายแล้วว่า การกองปุ๋ยหมักทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เกษตรกรเอง อาจกองปุ๋ยหมักแบบง่าย ๆ โดยไม่ใช้อุปกรณ์มากนัก แต่ถ้าเป็นการกองในระดับอุตสาหกรรม ก็จำเป็นต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักรกลต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ในที่นี้ขอแนะนำการกองปุ๋ยหมักแบบมีการกลับกอง ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของการกองออกได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1) การกองปุ๋ยหมักบนพื้น เป็นการกองปุ๋ยหมักบนพื้นราบพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วม อาจเป็นพื้นดินธรรมดา หรือพื้นซีเมนต์ ในการกองอาจทำคอกไม้กั้นด้วยก็ได้เพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยเข้าไปรบกวน อาจกองกลางแจ้ง หรือโรงเรือนก็ได้ตามความเหมาะสม การกองในโรงเรือนจะได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีกว่า เพราะน้ำจะระเหยออกจากกองปุ๋ยน้อยกว่าและไม่ถูกฝนชะล้างธาตุอาหารจากปุ๋ยเป็นต้น

2) การกองปุ๋ยหมักในหลุม การกองแบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อช่วยรักษาความชื้นและเพื่อเป็นการสะดวกในการปฏิบัติ แต่ก็มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเข้ามา สถานที่ควรเป็นที่ดอน น้ำไม่ท่วมอาจเป็นหลุมดินธรรมดาหรือหลุมซีเมนต์ ขนาด $2 \times 4 \times 0.5$ หรือ $3 \times 6 \times 1$ ลูกบาศก์เมตร มีการระบายน้ำส่วนเกินออกจากหลุมได้ ถ้ามีวัสดุย่อยก็กองไว้ด้านหนึ่งของหลุมเพื่อเหลือพื้นที่ไว้สำหรับกลับกองปุ๋ย ถ้ามีวัสดุจำนวนมากอาจต้องทำหลายหลุม ให้ห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อทยอยกลับกองปุ๋ย และกองปุ๋ยกองใหม่ต่อไป การกองปุ๋ยหมักในหลุมนี้ทำได้ทั้งในการกองกลางแจ้งและโรงเรือน

ลักษณะของปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

โดยทั่วไปมักจะมีปัญหาอยู่เสมอว่าวัสดุที่นำมากองปุ๋ยหมักนั้นเป็นปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์สามารถใส่ลงสู่ดินได้อย่างปลอดภัยแล้วหรือยัง ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 20 : 1 ปุ๋ยหมักที่มีสัดส่วนดังกล่าวนี้เมื่อใส่ลงดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช (จากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์) แต่สัดส่วนดังกล่าวต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นเพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนาม จึงควรพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

- 1) สีของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีเข้ม กล่าวคือมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำโดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักจะเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน
- 2) ลักษณะของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะที่อ่อนนุ่ม ฟู และขาดออกจากกันได้

ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก

3) กลิ่นของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะไม่มีกลิ่นเหม็น ในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นหรือฉุน แสดงว่ากระบวนการย่อยสลายภายในของปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์

4) ความร้อนในกองปุ๋ย หลังจากกองปุ๋ยหมักประมาณ 2 ถึง 3 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะสูงขึ้นประมาณ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงขึ้นอยู่ในระดับนี้ระยะหนึ่งแล้วจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อกลับกองปุ๋ย อุณหภูมิก็จะเริ่มสูงขึ้นอีก จนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกของกองปุ๋ย จึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เพราะในกรณีที่มีความชื้นน้อยหรือมากเกินไปอาจทำให้อุณหภูมิภายในกองลดลงได้เช่นกัน

5) มีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมัก เมื่อกองปุ๋ยหมักเกือบใช้ได้แล้วบางครั้งจะเห็นว่ามีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหญ้าหรือผักเบี๊ยะที่เมล็ดอาจปลิวมาจากบริเวณใกล้เคียง) แสดงว่าปุ๋ยหมักดังกล่าวสามารถนำไปใส่ดินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช

6) สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมีค่าประมาณ 20 : 1

เชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก

เชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมักหรืออาจเรียกสั้น ๆ ว่าเชื้อเร่งปุ๋ยหมักหรือเชื้อปุ๋ยหมัก มีหลายประเภท อาจเป็นเชื้อเดี่ยวหรือรวมกันหลายเชื้อ ประกอบด้วยเชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีต ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ โดยหลักการทั่วไปแล้วหลักจากการผลิตเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดในอาหารที่เหมาะสมจนได้เชื้อในปริมาณมากพอแล้ว จะปรับความชื้นให้ลดลง หรือผสมในสารผสม (Carrier) ชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสม โดยปรับความชื้นให้ได้ 30 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์อยู่ในสภาพที่สด และเริ่มกิจกรรมได้ทันทีเมื่อใส่ลงในกองปุ๋ยหมัก แต่ถ้าปรับความชื้นให้ต่ำลง คือ อยู่ในสภาพที่แห้ง หรือทำให้เซลล์แข็งและแห้ง (Freeze-dried หรือ lyophilized) ก็จะสะดวกต่อการเก็บรักษา หรือเก็บรักษาได้นาน แต่เมื่อนำมาใช้ เชื้อจะเริ่มกิจกรรมได้ช้ากว่า สำหรับชนิดของเชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีต ที่สำคัญในการย่อยสลายมีดังนี้ (พิทยากร และ เสียงแก้ว, 2540)

1) เชื้อรา (Fungi) ในกองปุ๋ยหมักจะตรวจพบเชื้อราอยู่เสมอ ชนิดและปริมาณของเชื้อราแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ความชื้น และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม การที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นและมีความชื้นสูง เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา ดังนั้นจึงมักตรวจพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของกองปุ๋ยหมักซึ่งจะมีอุณหภูมิ และความชื้นต่ำกว่าภายในกองปุ๋ยหมัก ในช่วงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถพบเชื้อราได้ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 65 องศาเซลเซียส จะไม่พบเชื้อราเลย และเมื่ออยู่ในสภาพที่แห้งจะพบว่าอุณหภูมิสูงขึ้นถึง

62 ถึง 65 องศาเซลเซียส ยังสามารถตรวจพบเชื้อราได้ เชื้อราที่พบได้เสมอ ๆ ในกองปุ๋ยหมักได้แสดงไว้ที่ตาราง 5

ปัจจัยต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมจะเป็นตัวควบคุม และคัดเลือกเชื้อราที่มีความสามารถในการเจริญและดำเนินกิจกรรมในกองปุ๋ยหมัก ในระยะแรกซึ่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้น มักจะตรวจพบเชื้อราพวก *Geotrichum candidum* และ *Aspergillus fumigatus* และเมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับ 45 ถึง 55 องศาเซลเซียส มักจะตรวจพบพวก *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. และ *Mucor* sp. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้ อาจพบพวก *Penicillium duponti* อย่างไรก็ตาม ชนิดของเชื้อราดังกล่าวนี้จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่ใช้

2) แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่มีมากที่สุดในกองปุ๋ยหมัก ประมาณ 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของจุลินทรีย์ที่พบในช่วงการย่อยสลายจะเป็นแบคทีเรีย (ตาราง 6) ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในกองปุ๋ยหมักมีค่าประมาณ 2.3×10^8 เซลล์ต่อกรัม ปริมาณดังกล่าวนี้ไม่แน่นอน อาจมีการผันแปรไปจากนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยหมัก แบคทีเรียค่อนข้างจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายและเกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมัก ในระยะแรกของการกองปุ๋ยหมักอุณหภูมิภายในกองจะไม่สูงมากนัก แบคทีเรียส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่พบได้ทั่วไปในดิน เช่น *Pseudomonas* sp., *Cellulomonas* sp., *Acromobacter* sp., *Flavobacterium* sp., *Micrococcus* sp., และ *Bacillus* sp. พวก *Bacillus* sp. ค่อนข้างจะพบในปริมาณมากกว่าพวกอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่ชอบอุณหภูมิสูงได้แก่ *B. subtilis* และ *B. stearothermophilus* ซึ่งเจริญได้ดีในช่วง 50 ถึง 55 องศาเซลเซียส ในบางกรณีอาจถึง 65 องศาเซลเซียส เชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบว่าเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงในระดับนี้ได้แก่ *Thermus* sp. มีบทบาทสำคัญในช่วงที่อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูง บางครั้งจะพบว่าสามารถทนต่อความร้อนได้สูง ได้แก่ *Thermus aquaticus* เจริญในช่วงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พวก *Bacillus* sp. เป็นพวกที่สามารถสร้างสปอร์ได้ สปอร์จะเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบ *Clostridium* sp. ซึ่งสามารถสร้างสปอร์ ได้เช่นกัน แต่เจริญในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

3) แอคติโนมัยซีต (Actinomycetes) โดยทั่วไปแอคติโนมัยซีตมีการอัตราการเจริญช้ากว่าแบคทีเรียและเชื้อรา เจริญได้ไม่ดีเมื่ออยู่ในสภาพอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากจุลินทรีย์พวกนี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีตเมื่อเจริญเป็นกลุ่มบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะเห็นเป็นจุดสีขาว ๆ คล้ายผงปูนหลังจากอุณหภูมิขึ้นถึงจุดสูงมาก เชื้อแอคติโนมัยซีตสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิสูง ถึง 65 องศาเซลเซียส การเจริญจะลดลงหรือหยุดชะงัก เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 75 องศาเซลเซียส เชื้อแอคติโนมัยซีตที่มักพบอยู่เสมอในกองปุ๋ยหมักที่ได้แก่พวก *Thermoactinomyces* sp. และ *Thermomonospora* sp. เป็นพวกที่สามารถผลิตเอ็นไซม์เซลลู

เล็ดออกม่าย่อย เซลลูโลสได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจพบพวก *Streptomyces* sp. และ *Micropolyspora* sp. ในกองปุ๋ยได้เช่นกัน (ตาราง 6) เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น เซลลูโลส ลิกนิน ไคติน และโปรตีนที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมักขณะที่มีอุณหภูมิสูง

ตาราง 5 แสดงชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก

อุณหภูมิปานกลาง	อุณหภูมิสูง
<i>Alternaria tenuis</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
<i>Aspergillus amstellodami</i>	<i>Chaetomium thermophilum</i>
<i>Cephalosporium</i> sp.	<i>Humicola insolens</i>
<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Humicola lanuginosa</i>
<i>Coprinus cinereus</i>	<i>Mucor pusillus</i>
<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Penicillium duponti</i>
<i>Peecilomyces</i> sp.	<i>Sporotrichum thermophile</i>
<i>Polyporus versicolor</i>	<i>Talaromyces thermophilis</i>
<i>Scopulariopsis brevicantis</i>	<i>Thermoascus surantiacus</i>
<i>Trichoderma virid</i>	

ที่มา : พิทยากร และ เสียงแจ้ว (2540)

ตาราง 6 แสดงชนิดของเชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีตที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก

แบคทีเรีย	แอคติโนมัยซีต
<i>Achromobacter</i> sp.	<i>Micromonospora vulgaris</i>
<i>Angiococcus</i> sp.	<i>Nocardia brasiliensis</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Streptomyces thermofuscus</i>
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	<i>Streptomyces thermophilus</i>
<i>Cellfacteria</i> sp.	<i>Streptomyces thermoviolaceus</i>
<i>Cellulomonas</i> sp.	<i>Streptomyces thermovulgaris</i>
<i>Cellulovibrio</i> sp.	<i>Streptomyces violacesus-ruber</i>
<i>Clostridium</i> sp.	<i>Thermoactinomyces vulgaris</i>
<i>Myxococcus virescens</i>	<i>Thermomonospora curvata</i>
<i>Myxococcus fulvus</i>	
<i>Polyangium</i> sp.	
<i>Pseudomonas</i> sp.	

ที่มา : พิทยากร และ เสียงแจ้ว (2540)

ความต้องการปุ๋ยหมักในประเทศไทย

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในประเทศไทย พบว่าพื้นที่ต่ำกว่า 191 ล้านไร่ (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับต่ำ (ปรัชญา และ คณะ, 2540) เนื่องจากสาเหตุหลายประการที่ได้กล่าวรายละเอียดมาแล้ว

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคต่าง ๆ ของไทยมีความแตกต่างกัน ดินส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเป็นดินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ ภาคกลางส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่พัดพามากับน้ำ เป็นที่ราบลุ่ม เหมาะสำหรับการปลูกข้าวและปลูกข้าวมาเป็นเวลานาน ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเป็นลำดับ การเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ส่วนในภาคเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็น sandy loam ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ภูมิของประเทศเป็นที่ราบสูง และภูเขา มีความลาดเอียงมาก มีการตัดไม้ทำลายป่า และการทำไร่เลื่อนลอย ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงลดลงอย่างรวดเร็ว พื้นที่ในภาคใต้ก็พบเช่นกันว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ สาเหตุหลักเนื่องมาจากสภาพดินพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ มีความลาดเอียง มีฝนตกชุก ทำ

ให้เกิดการชะล้าง การกร่อนของดิน โดยเฉพาะในบริเวณผิวหน้าดิน ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว

ดังนั้นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินในรูปของปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย ซึ่งเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินที่ใช้ในการปลูกพืชให้สูงพอเพียง จนอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชได้นั้น เป็นสิ่งจำเป็นมาก หากนำเศษเหลือเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักอย่างถูกวิธี ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สามารถเติมลงสู่ดินได้อย่างปลอดภัยต่อไป

การผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม

การผลิตปุ๋ยหมักในระดับอุตสาหกรรมในประเทศไทยนั้น ในระยะแรกมีโรงงานผลิตปุ๋ยหมักของเทศบาลนครกรุงเทพ ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนนดินแดง เขตพญาไท เพียงแห่งเดียวเท่านั้น ขณะนี้ย้ายไปอยู่ที่เขตหนองแขม ในระยะต่อมามีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมมารายขึ้นเป็นลำดับ มีทั้งการผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ทั้งของภาครัฐและเอกชนกระจายอยู่ทั่วประเทศตามแหล่งที่มีวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ

การผลิตปุ๋ยหมักในระดับอุตสาหกรรมนั้น นับว่าทำให้เกิดประโยชน์หลายประการทั้งต่อภาครัฐ เกษตรกร เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประเทศเป็นอย่างยิ่ง และยังเป็นการเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยหมักแพร่หลายมากขึ้นจากส่วนที่รัฐบาลดำเนินการไปไม่ทั่วถึง เกษตรกรบางรายที่ไม่มีเศษพืชเพียงพอที่จะใช้ทำปุ๋ยหมักแต่จำเป็นต้องใช้อยู่เป็นประจำ ก็จะได้มีโอกาสหาซื้อไว้ใช้อย่างเพียงพอ เช่นชาวสวนผลไม้ สวนผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ เป็นต้น ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้น ก็เป็นการใช้เศษวัสดุที่เหลือทิ้งให้กลับคืนประโยชน์อีก เช่น ส่วนเหลือจากงานสุราที่เป็นปัญหาทำให้แม่น้ำลำคลองเกิดเน่าเสีย น้ำเหลือใช้จากโรงงานต่าง ๆ มูลสัตว์เลี้ยงที่ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง และเศษพืชที่เหลือทิ้งที่ต้องเผาก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ได้กลับมาเป็นประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง ส่วนในด้านเศรษฐกิจนั้นนับว่ามีความสำคัญเช่นกัน กล่าวคือ ทำให้เกิดรายได้และลดการหมุนเวียนของเงินตรามากขึ้น

การทำปุ๋ยหมักในเชิงอุตสาหกรรมภายในประเทศสามารถจำแนกตามปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ในแต่ละปี(ปรีชญา และคณะ, 2540) ดังนี้

- 1) อุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นการผลิตปุ๋ยหมักตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 ตัน ต่อปี
- 2) อุตสาหกรรมขนาดกลาง เป็นการผลิตปุ๋ยหมักตั้งแต่ 1,000 ถึง 10,000 ตันต่อปี
- 3) อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นการผลิตปุ๋ยหมักในปริมาณตั้งแต่ 10,000 ตันต่อปี ขึ้นไป

วิธีการใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน

ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยหมัก มิได้เป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีทั้งหมด บางส่วนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้โดยตรง ส่วนที่เหลือจะค่อย ๆ ปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชจากการประเมนปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจากปุ๋ยหมักในฤดูแรกของการเพาะปลูกพบว่าปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม 75 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด จะเป็นประโยชน์ต่อพืช เป็นส่วนที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนที่เหลือจะถูกปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในฤดูกาลต่อไป

โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักมาธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ประมาณ 0.4 ถึง 2.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ 0.5 ถึง 1.8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก จากข้อมูลดังกล่าว ถ้าปุ๋ยหมัก 1 ตัน (น้ำหนักแห้ง) จะมีปริมาณไนโตรเจน 4 ถึง 25 กิโลกรัม ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 2 ถึง 25 กิโลกรัม และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ 5 ถึง 18 กิโลกรัม แต่ตามความเป็นจริงปุ๋ยหมักที่ใช้กันโดยทั่วไปอยู่ในสภาพชื้นประมาณ 35 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักดังกล่าวจึงน้อยลงจากตัวเลขที่ได้กล่าวมาแล้วเล็กน้อย

อัตราการใช้ปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปแล้วอัตราการใช้ปุ๋ยหมักเพื่อการปรับปรุงดินนั้นไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน และตายตัว การใส่ปุ๋ยหมักในปริมาณมากมีผลดีต่อทั้งคุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช แต่การใส่ปุ๋ยหมักในปริมาณมากก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สูงตามมา สำหรับคำแนะนำต่อเกษตรกรให้ใช้ปุ๋ยหมัก แต่เดิมนั้นมักจะประสบปัญหาในด้านอัตราการใช้ปุ๋ยหมัก เนื่องจากแนะนำให้ใช้ในปริมาณมากจึงเสียค่าแรงในการขนย้ายปุ๋ยหมักสูงด้วย อย่างไรก็ตามการมุ่งเน้นเพื่อแนะนำ และส่งเสริมเกษตรกรเห็นประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ควรจะเป็นแนวทางที่ดีที่จะประสบผลสำเร็จได้ กล่าวคือ เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดิน เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตของพืช รวมทั้งลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมีลงส่วนหนึ่งได้

จากการรวบรวมข้อมูลของการทดลองเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยหมักอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินและผลผลิตของพืช พบว่าอัตราการใช้ปุ๋ยหมักในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกนั้น มีอัตราค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 4 ถึง 6 ตันต่อไร่ สำหรับดินเหนียวหรือดินร่วนปนทรายที่มีความ

อุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลางในภาคเหนือและภาคกลาง พบว่าควรใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ถึง 4 ตันต่อไร่ ส่วนในที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใส่ในอัตรา 1 ถึง 2 ตันต่อไร่ การใช้ปุ๋ยหมักดังกล่าวนี้จะสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ดังนั้นอัตราการใช้ปุ๋ยหมักที่ได้กำหนดไว้เป็นอัตราที่แนะนำต่อเกษตรกรโดยทั่วไปคือ ควรใส่ในอัตราเฉลี่ยปีละ 2 ถึง 3 ตันต่อไร่

ลักษณะของปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

โดยทั่วไปมักจะมีปัญหาอยู่เสมอว่าวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักนั้นเป็นปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์สามารถใส่ลงสู่ดินได้อย่างปลอดภัยได้แล้วหรือยัง ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสัดส่วนการบ่อน ต่อในโตรเจนประมาณ 20 : 1 ปุ๋ยหมักที่มีสัดส่วนดังกล่าวนี้เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช (จากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์) แต่สัดส่วนดังกล่าวหากต้องการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นเพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนาม จึงควรพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

- 1) สีของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีเข้ม กล่าวคือมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ โดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักจะเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน
- 2) ลักษณะของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ย และขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่กระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก
- 3) กลิ่นของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะไม่มึนกลิ่นเหม็น ในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นหรือฉุน แสดงว่ากระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์
- 4) ความร้อนภายในกองปุ๋ย หลังจากกองปุ๋ยหมักประมาณ 2 – 3 วันอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะสูงขึ้นประมาณ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงอยู่ในระดับนี้ระยะหนึ่งแล้วจะค่อยๆ ลดลง เมื่อกลับกองปุ๋ย อุณหภูมิก็จะเริ่มสูงขึ้นอีก จนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ย จึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เพราะในกรณีที่มีความชื้นน้อยหรือมากเกินไปอาจทำให้อุณหภูมิภายในกองลดลงได้เช่นกัน
- 5) มีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมัก เมื่อกองปุ๋ยหมักเก็บใช้ได้แล้วในบางครั้ง จะเห็นว่าพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ (ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหญ้าหรือผักเบี๊ยะที่เมล็ดอาจปลิวมาจากบริเวณใกล้เคียง) แสดงว่า ปุ๋ยหมักดังกล่าวสามารถนำไปใส่ลงดินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช
- 6) สัดส่วนของการบ่อนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมีค่าประมาณ 20:1

มาตรฐานปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเศษวัสดุที่ใช้ กรรมวิธีในการกอง ตลอดจนการดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมักที่ดีนั้นควรมีมาตรฐาน (ปรีชา และคณะ, 2540) ดังนี้

- 1) ปุ๋ยหมักต้องมีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่สูงกว่า 20:1
- 2) มีไนโตรเจนทั้งหมด 1 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 1 เปอร์เซ็นต์ และ K_2O 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือสูงกว่า
- 3) ความชื้นและสารที่ระเหยได้ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- 4) อินทรีย์วัตถุ 30 – 60 เปอร์เซ็นต์
- 5) pH 6 – 7.5
- 6) อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิรอบๆบริเวณ
- 7) ไม่มีกลิ่นเหม็น
- 8) ไม่มีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และ พืช

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการทดลองเพื่อศึกษาการ อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของกะนํ้า โดยศึกษาคุณสมบัติบางประการทางเคมีและฟิสิกส์ ของปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนกรรมวิธีการหมัก เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยที่สามารถใช้ในแปลงเกษตรอินทรีย์ได้ และศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกะนํ้า

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองคือ 1. การศึกษาคุณสมบัติบางประการทางเคมี และ ฟิสิกส์ของปุ๋ยอินทรีย์ และ 2. การทดลองศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกะนํ้าอินทรีย์

การทดลองที่ 1 การศึกษาวิธีการหมักและคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยหมัก

ในการทดลองที่ 1 นี้จะแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยคือการศึกษาคูณสมบัติบางประการทางเคมีและฟิสิกส์ของปุ๋ยอินทรีย์ และเปรียบเทียบกรรมวิธีการทำปุ๋ยหมัก

1.1 การศึกษาคูณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์ ทำการทดลองโดยผลิตปุ๋ยหมักจากอินทรีย์วัตถุที่เหลือใช้ทางการเกษตร 4 สูตรและปุ๋ยชีวภาพ 3 สูตร

1.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) บล็อก สำหรับผลิตปุ๋ยหมัก
- 2) ถังขนาด 50 ลิตร สำหรับปุ๋ยน้ำชีวภาพ
- 3) วัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพได้แก่ ฟางข้าว กากถั่วเหลือง เศษพืชสด มูลโค ขี้เถ้าแกลบ หินฟอสเฟต (rock phosphate) เศษเลือดสดที่เหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ น้ำตาลทรายแดง และกากน้ำตาล
- 4) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่า pH และอุณหภูมิ เครื่องมือการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

1.1.2 วิธีการ

1) นำวัสดุอินทรีย์ที่นำมาทดลองคือ กากถั่วเหลือง ฟางข้าว เศษพืช มูลโค ขี้เถ้า แกลบ และมีการเติม หินฟอสเฟต (rock phosphate) โดยการแบ่งการหมักออกเป็น 4 สูตรดังนี้

- สูตรที่ 1 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม
- สูตรที่ 2 กากถั่วเหลือง + เศษพืช + มูลโค
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม
- สูตรที่ 3 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค + หินฟอสเฟต + ขี้เถ้าแกลบ
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 0.5 กิโลกรัม : 25 กิโลกรัม
- สูตรที่ 4 กากถั่วเหลือง+ เศษพืช + มูลโค + หินฟอสเฟต + ขี้เถ้าแกลบ
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 0.5 กิโลกรัม: 25 กิโลกรัม

หมักไว้ในบล็อกลูกที่เตรียมไว้

2) ทำปุ๋ยชีวภาพ 3 สูตร คือ

สูตรที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพปลา ทำโดยการนำเอาเศษปลา เช่น เศษก้าง หัว หาง และอื่นๆ ของปลา สดมาทำการย่อยขนาดให้เล็กลง จากนั้นนำน้ำตาลทรายแดง น้ำหนักเท่ากัน มาคลุกเคล้ากับเศษปลา หมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท

สูตรที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพมูลไก่ โดยการทำเอามูลไก่ และกากน้ำตาลมาอย่างละส่วนเท่ากัน คลุกเคล้าให้เท่ากัน และเนื่องจากมูลไก่มีลักษณะแห้งจึงมีการเติมน้ำในอัตราส่วนเท่าเข้าไปหมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท

สูตรที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพเลือดหมัก โดยการทำเอาเศษเลือดที่เหลือทิ้งจากโรงฆ่าสัตว์มาคลุกเคล้ากับน้ำตาลทรายแดงในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน หมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท

หมายเหตุ

“กากถั่วเหลือง” ในการทดลองนี้หมายถึง เศษของต้นถั่วเหลืองแห้งที่ผ่านการปั่นเอาเมล็ด “เศษพืช” หมายถึง เศษพืชสด เช่นเศษผัก เศษหญ้า ในการทดลองนี้เพื่อควบคุมความแปรปรวนจะใช้เศษต้นข้าวโพดเหมือนกันทุกสูตร

1.1.3 การบันทึกผลการทดลอง

1) หลังจากทำการหมักวัสดุอินทรีย์ เริ่มทำการวัดอุณหภูมิกลางกองปุ๋ยหมักทุกๆ 7 วัน โดยเทอร์โมมิเตอร์ โดยใช้เวลานานครั้งละ 3 นาที ก่อนการกลับกองปุ๋ยหมัก

2) ทำการวัดการยุบตัวของกองปุ๋ยหมักทุกๆ 7 วัน

3) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg

ตาราง 7 แสดงวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (ศรีสม, 2547)

ธาตุอาหาร	วิธีการ	เครื่องมือ
Total N	Kjeldhal method	Distillator
P	Colorimetry	Spectrophotometer
K	Flame emission spectrophotometry	Flame emission spectrophotometer
Ca	Atomic absorption spectrophotometry	Atomic absorption spectrophotometer
Mg	Atomic absorption spectrophotometry	Atomic absorption spectrophotometer

1.1.4 การจัดลำดับและการให้คะแนนปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพที่มีปริมาณธาตุอาหาร

สูงสุด

นำค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่ได้มาจัดระดับการให้คะแนนโดยให้คะแนนปริมาณธาตุอาหารดังตารางที่

ตาราง 8 แสดงการให้คะแนนปริมาณธาตุอาหารพืช

เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร	การให้คะแนน
0.01-0.29	1
0.30-0.49	2
0.50-0.69	3
0.70-0.89	4
0.90-1.09	5
1.10-1.29	6
1.30-1.49	7
1.50-1.69	8
1.70-1.89	9
1.90-2.09	10
2.10-2.29	11
> 2.30	12

จากนั้นทำการรวมคะแนนจากทุกๆธาตุอาหารเข้าด้วยกันเปรียบเทียบ ธาตุอาหารสูงสุดของปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพแต่ละสูตร ทำการจัดลำดับที่ดีที่สุดจากคะแนนรวมที่มากที่สุด

1.1.5 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง	1	มกราคม	2547
เสร็จสิ้นการทดลอง	1	ตุลาคม	2547

1.1.6 สถานที่ทำการทดลอง

สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน และภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.2 การศึกษาวิธีการหมักปุ๋ยหมัก

โดยเปรียบเทียบการหมักออกเป็น 3 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1 การหมักแบบกลับกอง

วิธีการที่ 2 การหมักแบบไม่กลับกอง

วิธีการที่ 3 การหมักแบบมีการเติมอากาศ

1.2.1 วัสดุอุปกรณ์

1. บล็อกสำหรับหมักปุ๋ย
2. ท่อพลาสติกเจาะรู และมอเตอร์เป่าลม สำหรับเติมอากาศในกองปุ๋ยหมัก
3. วัสดุ อินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ ฟางข้าว มูลโค และเศษพืชสด ได้แก่ เศษข้าวโพด เศษผักเป็นต้น
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่า pH และอุณหภูมิ และเครื่องมือในการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

1.2.2 วิธีการ

1. นำวัสดุอินทรีย์ที่เหลือใช้ทางการเกษตร คือ ฟางข้าว เศษพืช มูลโค และเติมหินฟอสเฟต ในอัตราส่วน 200:100:100:0.5 กิโลกรัม เหมือนกันทุกกอง ต่างกันคือ กองที่ 3 จะมีการสอดท่อพลาสติกเจาะรูไว้กลางกอง จากนั้น รดน้ำโดยทำการตวงน้ำเพื่อรดกองปุ๋ยหมักให้เท่ากันทุกกอง รดน้ำทุก 10 วันอย่าให้กองปุ๋ยหมักแห้งโดยเด็ดขาด
2. กองที่ 1 มีการกลับกองทุก 7 วัน กองที่ 2 ไม่มีการกลับกองหรือเติมอากาศแต่อย่างใด ส่วนกองที่ 3 มีการใช้มอเตอร์เป่าลมเพื่อเติมอากาศทุก 7 วัน

1.2.3 การบันทึกผลการทดลอง

1. หลังจากทำการหมักอินทรีย์วัตถุ เริ่มทำการวัดอุณหภูมิกลางกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 7 วัน โดย Thermometer วัดนานครั้งละ 3 นาที
2. ทำการวัดการชุปตัวของกองปุ๋ยหมักทุกๆ 7 วันก่อนการกลับกอง และการเติมอากาศ

1.2.5 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง	1	กรกฎาคม 2547
เสร็จสิ้นการทดลอง	1	ตุลาคม 2547

1.2.6 สถานที่ทำการทดลอง

สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน และภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในกะน้า

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Complete Random Design) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ 12 สิ่งทดลอง แบ่งออกเป็นปัจจัยดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ปุ๋ยหมัก 4 สูตร คือ

- สูตรที่ 1 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม
- สูตรที่ 2 กากถั่วเหลือง + เศษพืช + มูลโค
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม
- สูตรที่ 3 ฟางข้าว + เศษพืช + มูลโค + หินฟอสเฟต + ชี้อาหาร
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 0.5 กิโลกรัม : 25 กิโลกรัม
- สูตรที่ 4 กากถั่วเหลือง+ เศษพืช + มูลโค + หินฟอสเฟต + ชี้อาหาร
200 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 100 กิโลกรัม: 0.5 กิโลกรัม: 25 กิโลกรัม

ปัจจัยที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพ มี 3 สูตร คือ

สูตรที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพปลา ทำโดยการนำเอาเศษปลา เช่น เศษก้าง หัว หาง และ อื่นๆ ของ ปลาสดมาทำการย่อยขนาดให้เล็กลง จากนั้นนำน้ำตาลทรายแดงน้ำหนักเท่ากัน มาคลุกเคล้ากับเศษ ปลาหมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท

สูตรที่ 2 ญีขวิภาพมูลไก่อ โดยการนำเอามูลไก่ และ กากน้ำตาลมาอย่างละส่วน เท่ากันคลุกเคล้าให้เท่ากัน และเนื่องจากมูลไก่อมีลักษณะแห้งจึงมีการเติมน้ำในอัตราส่วนเท่าเข้าไป หมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท

สูตรที่ 3 ญีขวิภาพเลือดหมัก โดยการนำเอาเศษเลือด ที่เหลือทิ้งจากโรงฆ่าสัตว์ มาคลุกเคล้ากับน้ำตาลทรายแดงในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน หมักลงในภาชนะปิดฝาให้สนิท



ตาราง 9 แสดงอินทรีย์วัตถุที่ใช้ทำสูตรตำรับทดลองทั้ง 12 ตำรับทดลอง

ตำรับทดลอง ที่	อินทรีย์วัตถุที่ใช้ทำปุ๋ย (กิโลกรัม)							ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	สัญลักษณ์
	ฟางข้าว	กากถั่วเหลือง	เศษพืช	มูลโค	หินฟอสเฟต	ซีเมนต์	ซีเถ้าแกลบ		
1	200	-	100	100	-	-	-	ปลา (A)	1A
2	200	-	100	100	-	-	-	มูลไก่ (B)	2B
3	200	-	100	100	-	-	-	เลือดหมัก (C)	3C
4	-	200	100	100	-	-	-	ปลา (A)	2A
5	-	200	100	100	-	-	-	มูลไก่ (B)	2B
6	-	200	100	100	-	-	-	เลือดหมัก (C)	2C
7	200	-	100	100	0.5	25	25	ปลา (A)	3A
8	200	-	100	100	0.5	25	25	มูลไก่ (B)	3B
9	200	-	100	100	0.5	25	25	เลือดหมัก (C)	3C
10	-	200	100	100	0.5	25	25	ปลา (A)	4A
11	-	200	100	100	0.5	25	25	มูลไก่ (B)	4B
12	-	200	100	100	0.5	25	25	เลือดหมัก (C)	4C

หมายเหตุ: อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อหน้า 1: 200

หมายเหตุ

กากถั่วเหลือง ในการทดลองนี้หมายถึง เศษของต้นถั่วเหลืองแห้งที่ผ่านการป่นเอา เมล็ด เศษพืช หมายถึง เศษพืชสด เช่นเศษผัก เศษหญ้า ในการทดลองนี้เพื่อควบคุมความแปรปรวนจะใช้ เศษต้นข้าวโพดเหมือนกันทุกสูตร

2.1 วัสดุอุปกรณ์

1. บล็อก สำหรับผลิตปุ๋ยหมัก
2. ถังขนาด 50 ลิตร สำหรับปุ๋ยน้ำชีวภาพ
3. อินทรีย์วัตถุ และวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยชีวภาพได้แก่ ฟางข้าว กากถั่วเหลือง เศษพืชสด มูลโค ชี้เถาเกลบ หินฟอสเฟต (rock phosphate) เศษเลือดสดที่เหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์, น้ำตาลทรายแดง และกากน้ำตาล
4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกพืช ได้แก่ ถาดเพาะต้นกล้า เมล็ดพันธุ์กะน้า วัสดุสำหรับการเพาะเมล็ด จอบ พลาคติกคลุมแปลง บัวรดน้ำ เป็นต้น
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.2 วิธีการ

การเพาะกล้า ใช้กระบะเพาะกล้าพลาสติกสีดำ โดยใช้วัสดุเพาะนำไปใส่ในกระบะเพาะกล้า รดน้ำให้ชุ่มใช้ไม้ทำหลุมนำก่อนการหยอดเมล็ด ให้หยอดหลุมละ 2-3 เมล็ด กลบหน้า ด้วย นิติดยและรดน้ำด้วยบัวรดน้ำที่เป็นฝอยละเอียด รดน้ำให้สม่ำเสมอเมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 20-25 วัน จึงทำการย้ายกล้าลงปลูก

การเตรียมแปลงปลูก ทำการไถพรวนพื้นที่ที่ต้องการทำการปลูก ทำการวัดพื้นที่เพื่อแบ่งแปลงออกเป็นแปลงตามขนาดที่ต้องการ ใช้แปลงขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร ทำการขึ้นแปลงเป็นรูปสามเหลี่ยม ตากดินไว้ประมาณ 5-7 วัน จากนั้นก็ปรับแปลงให้ได้ตามขนาดที่ต้องการทั้งหมด 48 แปลง

การปลูก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 20-25 วัน ซึ่งต้นกล้าแข็งแรงพอที่จะย้ายปลูกได้แล้วไม่ควรปล่อยให้ต้นกล้าแก่เกินไป เลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ย้ายไปปลูกในแปลง วิธีการย้ายกล้าไปปลูกในแปลงปลูกทำเช่นเดียวกับการย้ายผักอื่น ๆ คือ ถวายในช่วงเวลาเย็น หรือช่วงที่ไม่มีแดดจัดมากนัก ก่อนย้ายต้นกล้าควรรดน้ำในแปลงก่อนเพื่อความสะดวกในการย้ายปลูก ใช้ไม้หรือ ขอนปลูกขุดดินให้เป็นหลุมแล้วหย่อนต้นกล้าลงไป กดดินบริเวณโคนต้นพอประมาณไม่ถึงกับ

แน่นโดยใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร หลังจากปลูกแล้ว กลุมดินด้วยฟางแห้ง เพื่อช่วยให้ต้นกล้าตั้งต้นได้เร็วขึ้น ช่วยรักษาความชื้นในดิน และภายหลังแล้ว ย่อยสลายเป็นปุ๋ยให้แก่ดินอีกด้วย

การปฏิบัติดูแลรักษา

การให้น้ำ ในระยะแรกควรมีการให้น้ำทุกเช้า-เย็น และเมื่อต้นกล้าแข็งแรงแล้วควรให้น้ำ อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากคะน้าต้องการน้ำอย่างเพียงพอถ้าขาดน้ำจะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ไม่กรอบ เหนียว มีเชื้อเอยมาก

การใส่ปุ๋ย

- การใส่ปุ๋ยหมัก ใส่รองพื้นก่อนปลูก อัตราส่วน 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ (6.25 ต่อแปลงปลูก ขนาด 5 ตารางเมตร)
- การใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ คือ ปุ๋ยปลา มูลไก่ และเลือดหมัก เนื่องจาก ปุ๋ยชีวภาพแต่ละ ชนิดมีความเข้มข้นสูง จึงมีการใส่ในปริมาณที่น้อย โดยมีการผสมน้ำในอัตราส่วน 1:200 (กรัมพัฒนา ที่ดิน; 2545) โดยให้ปุ๋ยชีวภาพทุกๆ 7 วัน

การเก็บเกี่ยว

จะทำการเก็บเกี่ยวหลังจากย้ายปลูกประมาณ 35 วัน

2.3 การบันทึกข้อมูล

โดยทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ คือ

1. บันทึก วันเพาะ วันย้ายปลูก วันเก็บเกี่ยว โดยทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

1.1 ความสูงของคะน้าที่อายุ 7, 14, 21, 28 และ 35 วันหลังย้ายปลูก

1.2 ความกว้างทรงพุ่มของคะน้าที่อายุ 7, 14, 21, 28 และ 35 วันหลังย้ายปลูก

1.3 น้ำหนักก่อนการตัดแต่ง (กรัม/ต้น)

1.4 น้ำหนักหลังการตัดแต่ง (กรัม/ต้น)

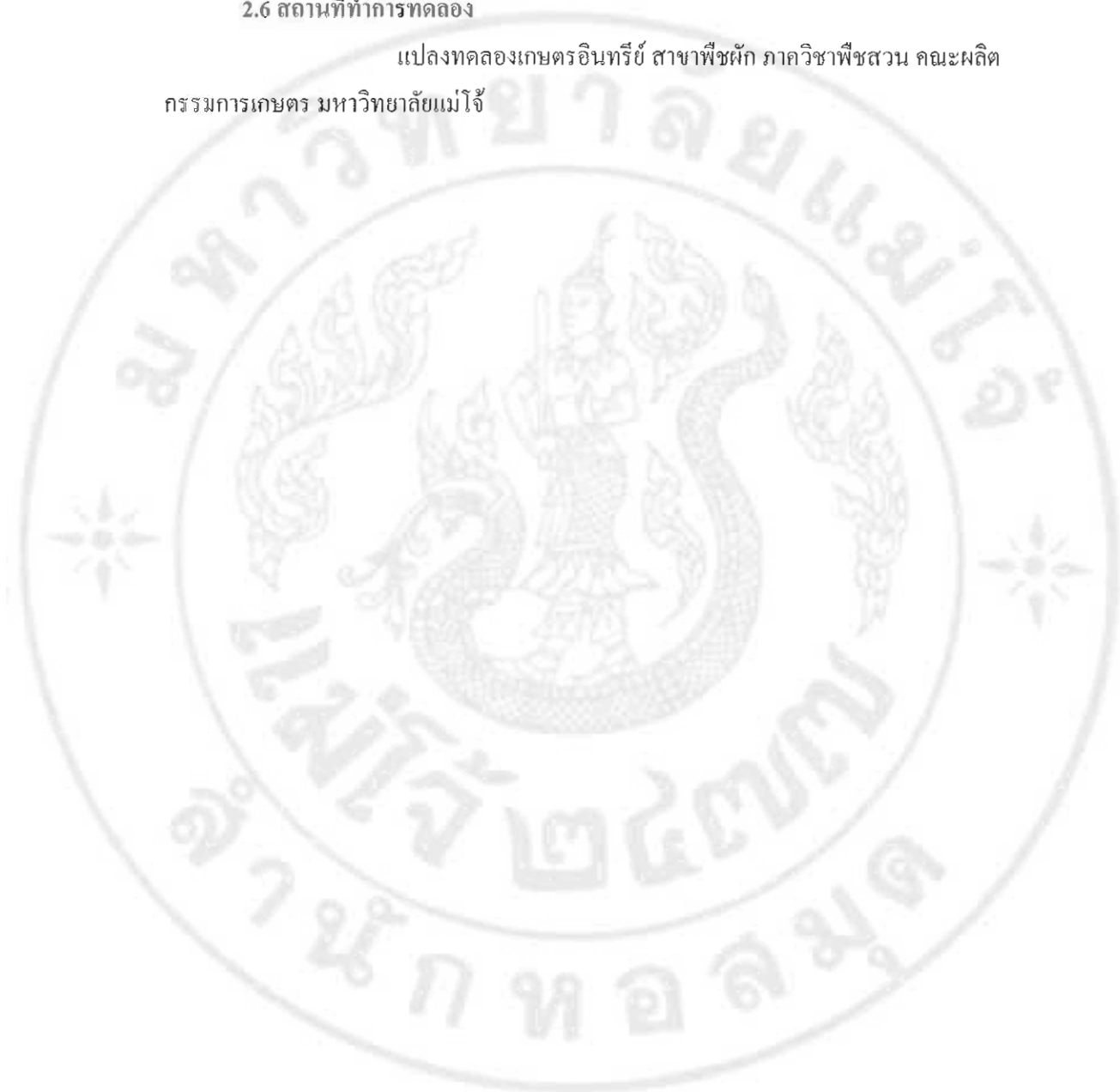
2. วิเคราะห์ผลทางสถิติ

2.5 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง	1 มิถุนายน 2547
เสร็จสิ้นการทดลอง	1 ตุลาคม 2547

2.6 สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองเกษตรอินทรีย์ สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิต
กรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้



บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

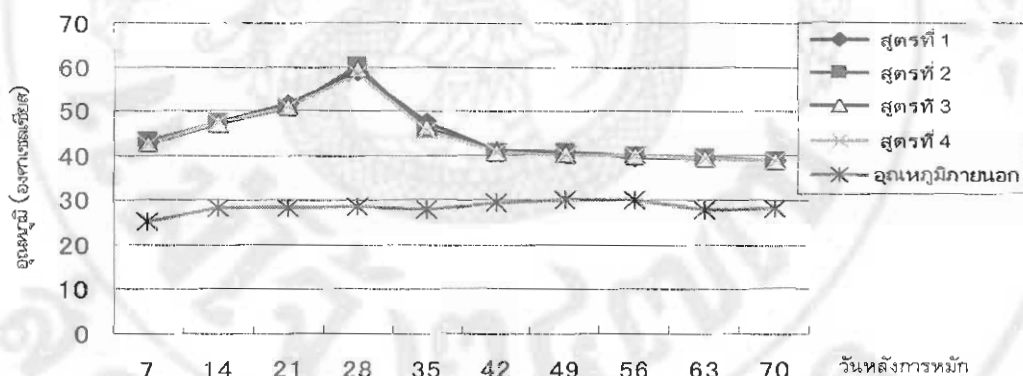
การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ ของปุ๋ยอินทรีย์

1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์

การวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก

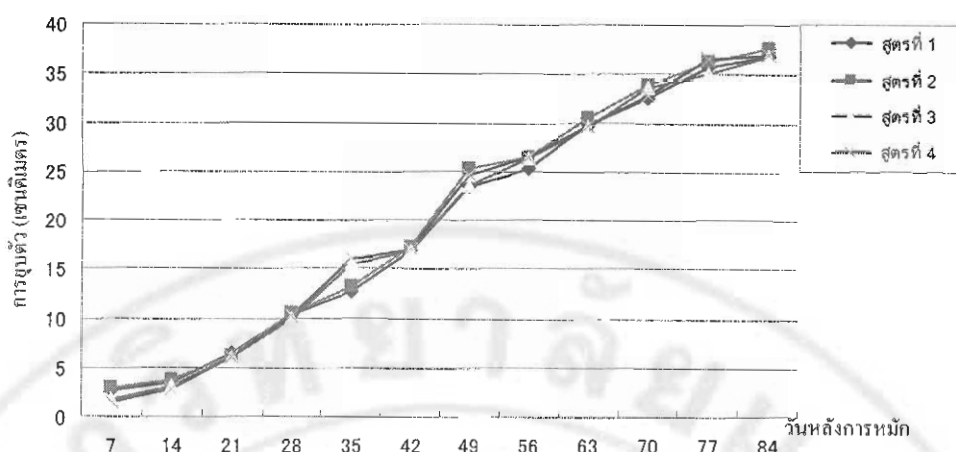
จากการศึกษาทำปุ๋ยหมักจากอินทรีย์วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร 4 สูตร มีผลการทดลองดังนี้

1. อุณหภูมิภายในกอง การวัดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตรพบว่า ที่ 28 วันหลังการหมัก ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีอุณหภูมิภายในกองสูงสุด 60.2 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, สูตรที่ 1 และปุ๋ยหมักสูตร 4 โดยมีอุณหภูมิภายในกองเท่ากับ 59.5, 58.8 และ 58.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพ 1) โดยมีอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิภายนอก 31.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเริ่มคงที่เมื่อ 42 วันหลังการหมัก ซึ่งอุณหภูมิภายนอกแตกต่างจากอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักประมาณ 10 องศาเซลเซียส



ภาพ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในและภายนอกกองปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร (องศาเซลเซียส)

2. การยุบตัวของปุ๋ยหมัก จากการวัดการยุบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร ที่ 84 วันหลังการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีกายุบตัวของปุ๋ยหมักสูงที่สุด 37.6 เซนติเมตร รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีการยุบตัวของปุ๋ยหมัก 36.9 เซนติเมตร ส่วนสูตรที่ 1 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีการยุบตัวของปุ๋ยหมักเท่ากัน คือ 36.8 เซนติเมตร ซึ่งจากภาพนั้นกราฟที่ได้นั้นมีแนวโน้มว่าจะมีการยุบตัวเพิ่มขึ้นได้อีก (ภาพ 2)



ภาพ 2 แสดงการช่ตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากปุ๋ยหมักที่มีค่า pH ที่เป็นกรดไปยังปุ๋ยหมักที่มีค่า pH เป็นด่าง พบว่า ปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตรมีค่า pH ดังนี้ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีค่า pH เท่ากับ 7.16, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีค่า pH เท่ากับ 7.19, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 7.33 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีค่า pH เท่ากับ 7.41 ตามลำดับ (ภาพ 3)

4. การวิเคราะห์ธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในปุ๋ยหมักพบว่า

4.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) พบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด 2.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 2.04, 1.95 และ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพ 4)

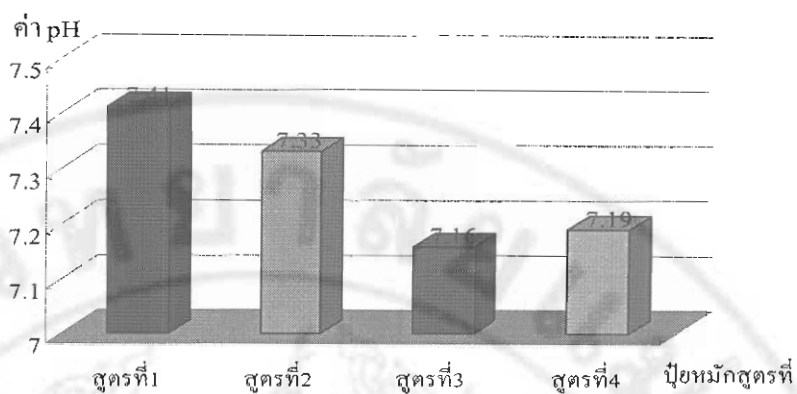
4.2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) พบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด 1.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 1.08, 1.00 และ 0.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพ 4)

4.3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) พบว่าปุ๋ยหมักสูตร 3 มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด 0.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปุ๋ยหมักสูตรที่ 1, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 0.54, 0.42 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพ 4)

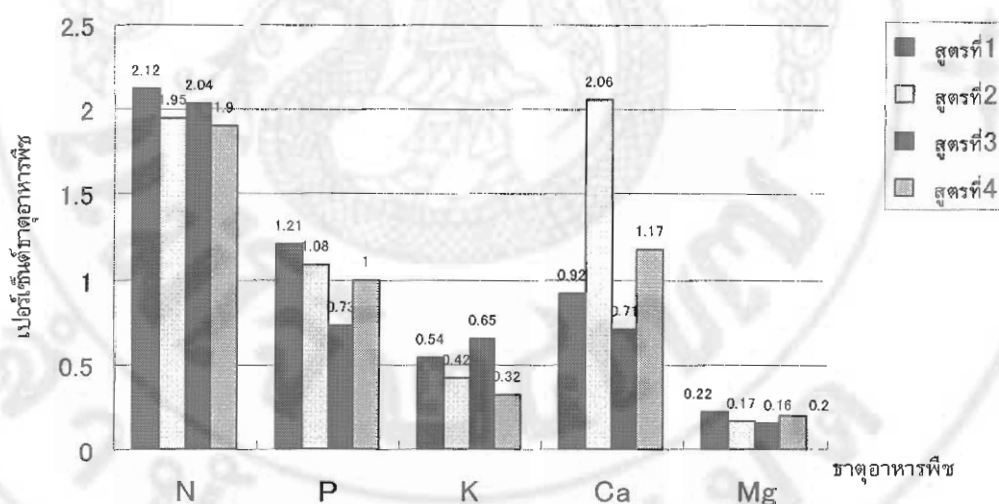
4.4 ปริมาณแคลเซียม (Ca) พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 2.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 1.17, 0.92 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพ 4)

4.5 ปริมาณแมกนีเซียม (Mg) พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด 0.22 เปอร์เซ็นต์ รอง ลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีปริมาณ

แมกนีเซียมเท่ากับ 0.20, 0.17 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพ 4)



ภาพ 3 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมัก ทั้ง 4 สูตร



ภาพ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร

5. ค่าคะแนนรวมจากการให้คะแนนการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชที่แสดงว่า ปุ๋ยหมักสูตรไหนมีประสิทธิภาพดีที่สุด พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีคะแนนรวมสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1, 3 และ 4 มีคะแนนรวมเป็นอันดับที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (ตาราง 8)

ตาราง 10 แสดงปริมาณและลำดับคะแนนของปริมาณธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยหมัก
ทั้ง 4 สูตร

ปุ๋ยหมัก สูตรที่	เปอร์เซ็นต์ (%)					คะแนน
	N	P	K	Ca	Mg	
1	2.12(11)	1.21(6)	0.54(3)	0.92(5)	0.22(1)	26
2	1.95(10)	1.08(5)	0.42(2)	2.06(10)	0.17(1)	28
3	2.04(10)	0.73(4)	0.65(3)	0.71(9)	0.16(1)	27
4	1.90(10)	1.00(5)	0.32(2)	1.17(6)	0.20(1)	24

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ แสดงค่าคะแนนจากการให้คะแนน

ตารางที่แสดงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ปุ๋ยน้ำอินทรีย์

จากการศึกษา ทำปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 3 สูตร คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ และ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก มีผลการทดลองดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีค่า pH ที่เป็นกรดไปยังปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีค่า pH เป็นด่าง พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิดมีค่า pH ดังนี้ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลามีค่า pH 3.92 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักมีค่า pH 4.55 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ มีค่า pH 5.65 ตามลำดับ (ภาพ 5)

2. การวิเคราะห์ธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในปุ๋ยน้ำอินทรีย์พบว่า

2.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจน พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด 0.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักมีปริมาณไนโตรเจน 0.78 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด 0.54 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 6)

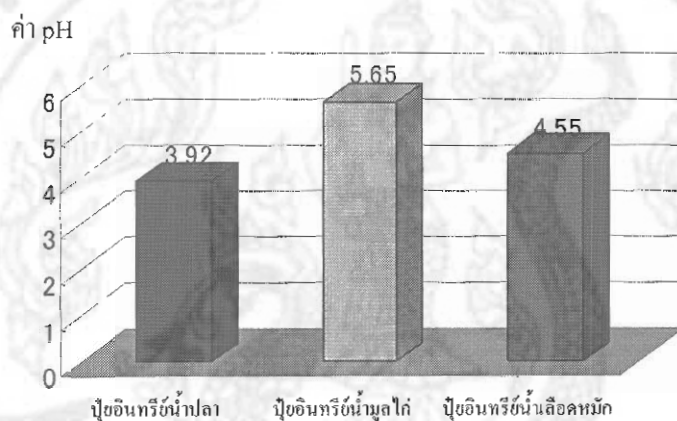
2.2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด 0.51 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.23 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลามีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด 0.07 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 6)

2.3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียม พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด 1.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลามีปริมาณโพแทสเซียม 0.37 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด 0.23 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 6)

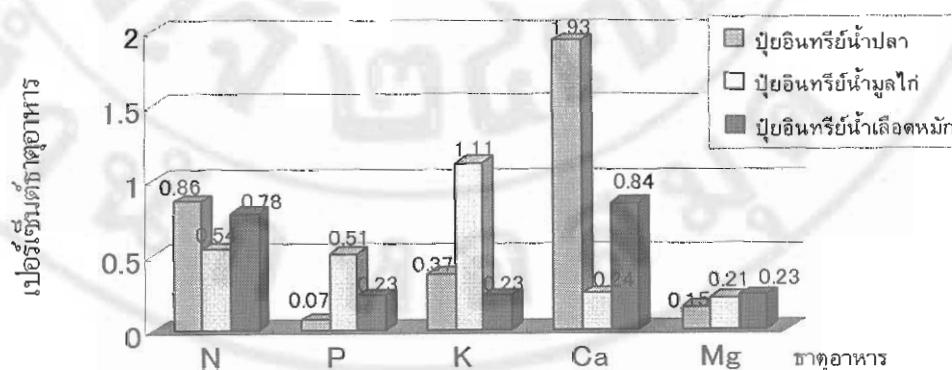
2.4 ปริมาณแคลเซียม พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 1.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก มีปริมาณแคลเซียม 0.84 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ มีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด 0.24 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 6)

2.5 ปริมาณแมกนีเซียม พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก มีปริมาณแมกนีเซียมสูงที่สุด 0.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ มีปริมาณแมกนีเซียม 0.21 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุด 0.15 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 6)

3. ค่าคะแนนรวมจากการให้คะแนนการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชที่แสดงว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสูตรไหนมีประสิทธิภาพดีที่สุด พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีคะแนนรวมสูงที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักตามลำดับ (ตาราง 10)



ภาพ 5 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด



ภาพ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด

ตาราง 11 แสดงปริมาณและลำดับคะแนนของปริมาณ N, P, K, Ca และ Mg ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
ทั้ง 3 ชนิด

ปุ๋ยหมัก สูตรที่	เปอร์เซ็นต์ (%)					คะแนน รวม
	N	P	K	Ca	Mg	
ปลา	0.86(4)	0.07(1)	0.37(2)	1.93(10)	0.15(1)	18
ไก่	0.54(3)	0.51(3)	1.11(6)	0.24(1)	0.21(1)	14
เลื้อดหมัก	0.78(4)	0.23(1)	0.23(1)	0.84(4)	0.23(1)	11

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ แสดงค่าคะแนนจากการให้คะแนน

ตารางที่แสดงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

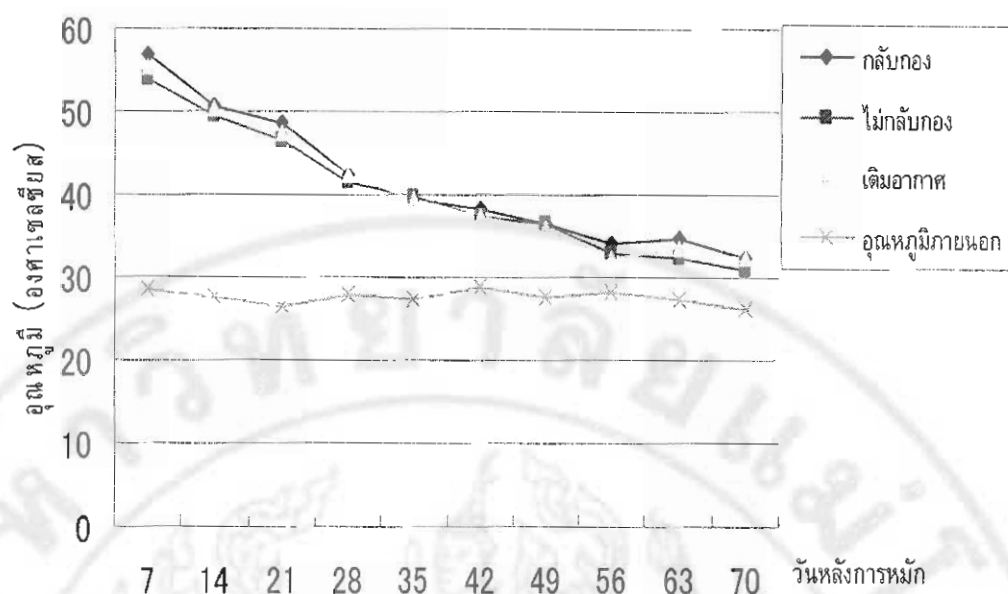
1.2 การศึกษาวิธีการหมักปุ๋ยหมัก

โดยทำการทำปุ๋ยหมัก 3 วิธีการ คือ วิธีการที่ 1 การหมักแบบกลับกอง วิธีการที่ 2 การหมักแบบไม่กลับกอง และวิธีการที่ 3 การหมักแบบมีการเติมอากาศ มีผลการทดลองดังนี้

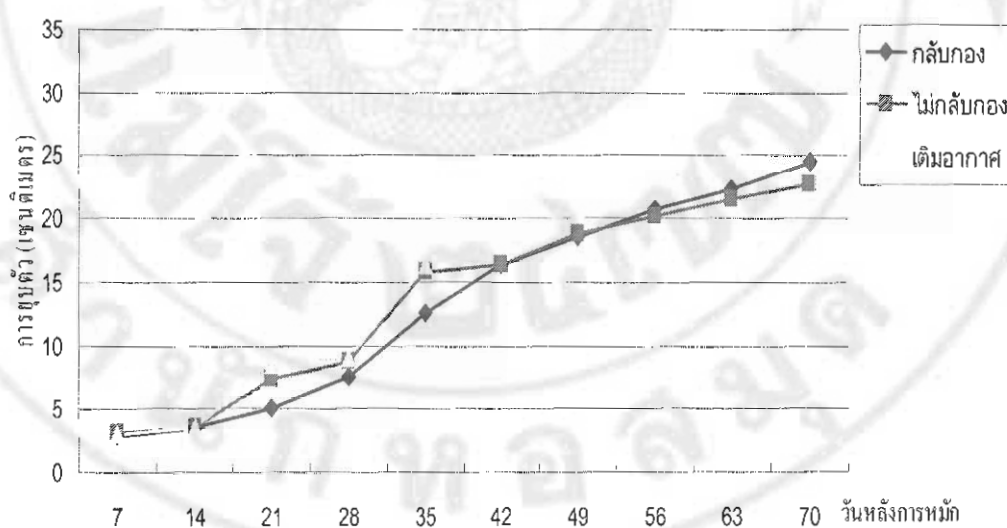
1. อุณหภูมิภายในกอง การวัดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมักเมื่อ 7 วันหลังการหมัก พบว่าการหมักแบบกลับกองมีอุณหภูมิภายในกองสูงที่สุด 56.7 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ การหมักแบบเติมอากาศมีอุณหภูมิภายในกองเท่ากับ 55.4 องศาเซลเซียส และการหมักแบบไม่กลับกองมีอุณหภูมิภายในกองต่ำที่สุด 53.8 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิภายนอก 28.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเริ่มคงที่เมื่อ 56 วันหลังการหมัก ซึ่งอุณหภูมิภายนอกแตกต่างจากอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักประมาณ 5 องศาเซลเซียส (ภาพ 7)

2. การยุบตัวของปุ๋ยหมัก จากการวัดการยุบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมักที่ 70 วันหลังการหมัก พบว่าการหมักแบบเติมอากาศมีการยุบตัวของปุ๋ยหมักสูงที่สุด 29 เซนติเมตร รองลงมาคือ การหมักแบบกลับกองมีการยุบตัวของปุ๋ยหมัก 24.5 เซนติเมตร และการหมักแบบไม่กลับกองมีการยุบตัวของปุ๋ยหมักน้อยที่สุด 22.7 เซนติเมตร ซึ่งจากภาพนั้นกราฟที่ได้นั้นมีแนวโน้มว่าจะมีการยุบตัวเพิ่มขึ้นได้อีก (ภาพ 8)

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบ โดยเรียงลำดับจากปุ๋ยหมักที่มีค่า pH ที่เป็นกรดไปยังปุ๋ยหมักที่มีค่า pH เป็นด่าง โดยปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก พบว่าการหมักแบบไม่กลับกองมีค่า pH 7.05 ปุ๋ยหมักแบบกลับกองมีค่า pH 7.12 และปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีค่า pH 7.29 ตามลำดับ (ภาพ 9)



ภาพ 7 แสดงอุณหภูมิภายในและภายนอกกองปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก (องศาเซลเซียส)



ภาพ 8 แสดงการบูบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก



ภาพ 9 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 วิธีการหมัก

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

ในการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติบางประการทางเคมี และฟิสิกส์ของปุ๋ยอินทรีย์ จากการหมักอินทรีย์วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร 4 สูตร พบว่าในการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักนั้น ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีอุณหภูมิภายในกองสูงสุด 60.2 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 สูตรที่ 1 ปุ๋ยหมักสูตร 4 โดยมีอุณหภูมิภายในกองเท่ากับ 59.5, 58.8 และ 58.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการหมักปุ๋ยหมัก 3 วิธี คือ วิธีการที่ 1 การหมักแบบกลับกอง วิธีการที่ 2 การหมักแบบไม่กลับกอง และวิธีการที่ 3 การหมักแบบมีการเติมอากาศ พบว่าการหมักแบบกลับกองมีอุณหภูมิภายในกองสูงสุด 56.7 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ การหมักแบบเติมอากาศ มีอุณหภูมิภายในกองเท่ากับ 55.4 องศาเซลเซียส และการหมักแบบไม่กลับกองมีอุณหภูมิภายในกองต่ำที่สุด 53.8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิสอดคล้องกับ สมชัย (2548) ได้รายงานว่าการทำปุ๋ยหมักโดยการหมักลงในถัง Tabiron ขนาด 500 กิโลกรัม อุณหภูมิเฉลี่ยของวัสดุผสมภายในถังผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยมีค่าประมาณ 65-70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงจนมีค่าเท่ากับอุณหภูมิห้องภายหลังเริ่มหมัก 40 ถึง 45 วันซึ่งหมายถึงกระบวนการหมักได้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ ในบางกรณีอุณหภูมิ และระยะเวลาที่อุณหภูมิลดลงมีความแตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของส่วนผสมของวัสดุตั้งต้น และชนิดของเศษพืชที่ใช้ ในการทดลองนี้พบอุณหภูมิภายในกองต่ำกว่าถึง 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากการหมักแบบใช้บล็อกทำปุ๋ยหมักที่อยู่ภายใต้สภาพโรงเรือน และนอกจากนี้ในช่วงระยะเวลาที่ทำปุ๋ยหมักอยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีความชื้นและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ จึงทำให้อุณหภูมิภายในกองต่ำกว่าการทดลองดังกล่าว

การยวบตัวจากการวัดการยวบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตรพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีการยวบตัวของปุ๋ยหมักสูงที่สุด 37.6 เซนติเมตร รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีการยวบตัวของปุ๋ยหมัก 36.9 เซนติเมตร ส่วนสูตรที่ 1 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีการยวบตัวของปุ๋ยหมักเท่ากัน คือ 36.8 เซนติเมตร การวัดการยวบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก พบว่าการหมักแบบเดิมอากาศมีการยวบตัวของปุ๋ยหมักสูงที่สุด 29 เซนติเมตร รองลงมาคือการหมักแบบกลับกองมีการยวบตัวของปุ๋ยหมัก 24.5 เซนติเมตร และการหมักแบบไม่กลับกองมีการยวบตัวมีการยวบตัวของปุ๋ยหมักน้อยที่สุด 22.7 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าการยวบตัวของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร และ 3 วิธีการหมัก นั้นไม่มีค่าการยวบตัวที่แตกต่างกัน เนื่องจากเศษพืชที่ใช้ในการหมัก เป็นเศษพืชชนิดเดียวกัน และมีการชั่งในปริมาณที่เท่ากัน จึงทำให้การยวบตัวไม่แตกต่างกัน

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบโดยเรียงลำดับจากปุ๋ยหมักที่มีค่า pH ที่เป็นกรดไปยังปุ๋ยหมักที่มีค่า pH เป็นด่าง พบว่า ปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตรมีค่า pH ดังนี้ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีค่า pH เท่ากับ 7.16, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีค่า pH เท่ากับ 7.19, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 7.33 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีค่า pH เท่ากับ 7.41 ตามลำดับ และปุ๋ยหมักทั้ง 3 วิธีการหมัก พบว่าการหมักแบบไม่กลับกองมีค่า pH 7.05 ปุ๋ยหมักแบบกลับกองมีค่า pH 7.12 และปุ๋ยหมักแบบเดิมอากาศมีค่า pH 7.29 จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นไปในทำนองเดียวกัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้นั้น มีค่า pH มากกว่า 7 ซึ่งลักษณะทั่วไปของปุ๋ยหมักจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7-8.5 (Stutzenberger *et al*, 1970; Guar, 1980)

การเปรียบเทียบธาตุอาหาร

ธาตุไนโตรเจนจากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน ด้วยการหาไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีการกลั่นไนโตรเจน พบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด 2.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 2.04, 1.95 และ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการหมักแบบต่าง ๆ นั้น ปุ๋ยหมักแบบเดิมอากาศมีปริมาณ โดยเฉพาะปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ส่วนธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีการเพิ่ม Rock phosphate และขี้เถ้ากลบ เข้าไปเพื่อเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส แต่จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารกลับไม่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในทุกสูตรทุกวิธีการหมักมีความแตกต่างกัน จากการสรุปโดยการให้คะแนนพบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีคะแนนสูงที่สุด ในสูตรปุ๋ยหมักที่มีการใช้กากถั่วเหลืองมาทำปุ๋ยหมัก ซึ่งน่าจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าการใช้ฟางข้าว แต่พบว่า การใช้ฟางข้าวมีเปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนสูงกว่า เนื่องจากกากถั่วเหลืองที่นำมาใช้นั้น เป็นกากถั่วเหลืองแห้งที่

เหลือมาจากการป้อนแอมโมเนีย ในทางกลับกันถ้าทำการปล่อยปลาในบ่อเลี้ยง ขณะที่ยังเขียวสดอยู่ในช่วงนี้ให้ ไนโตรเจนสูงสุด ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วคือช่วงที่มีการออกดอก ปริมาณร้อยละ 50 อัตราส่วนการ สลายตัวจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายใน อายุพืช พวกเป้ง โปรตีน และแอลกอฮอล์ ที่ย่อยสลาย ยาก ก็เป็นแหล่งที่ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน ดังนั้นถ้าพืชสดที่มีอายุอ่อน จะใช้เวลาเพียง 1-2 สัปดาห์ ก็สามารถปลูกพืชหลักตามมาได้ แต่ถ้ามีอายุแก่แล้วมีพวกย่อยยากมากขึ้น ต้องใช้เวลานาน ถึง 1 เดือน จึงจะสามารถปลูกพืชหลักได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย (พิทยากร, 2535)

สำหรับปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด โดย ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.92 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก 4.55 และปุ๋ยอินทรีย์ น้ำมูลไก่ 5.65 ซึ่งมีความแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลากับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มูลไก่ เมธี (2542) อธิบายว่าการเพิ่มขึ้นของระดับความเป็นกรดเป็นด่าง เกิดขึ้นเนื่องจาก อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายปุ๋ยน้ำหมักที่สมบูรณ์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น มีความต้องการน้ำตาล เป็นแหล่งคาร์บอน และช่วยกระตุ้นในการย่อยสลายเซลล์ได้ จึงมีการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ จาก กระบวนการย่อยสลาย และเป็นผลให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ต่ำในปุ๋ยชีวภาพปลา และ ปุ๋ยชีวภาพเลือดนั้น มีลักษณะเปรี้ยว จึงใช้น้ำตาลทรายแดงในการหมัก เนื่องจากมีการทดลองใช้ กากน้ำตาลหรือที่เรียกว่า โมลาส หมักจะทำให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 2 ชนิด เน้นมีกลิ่นเหม็น

ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ โดยแต่ละธาตุไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด 1.93 ซึ่งสอดคล้องกับ สุริยา (2545) กล่าวว่า ปุ๋ยปลาเป็นน้ำสกัดปุ๋ยชีวภาพ ที่ได้จากการย่อยสลายอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ลำตัวปลา หางปลา ฟันปลา และเลือด ผ่านกระบวนการหมัก การย่อยสลายโดยเอนไซม์หลังจากหมักได้ที่แล้วจะได้ สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และ แมงกานีส และสังกะสี (2544) รายงานว่า ปุ๋ยปลาชีวภาพ มีปริมาณธาตุอาหารพืชดังนี้ ไนโตรเจน 0.58 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.1 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.55 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.1 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.03 เปอร์เซ็นต์ การหมักปลาที่จะได้คุณภาพของปุ๋ยมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบ และกระบวนการหมัก แต่โดยทั่วไปแล้วธาตุอาหารไนโตรเจนเป็น องค์ประกอบประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ และมีจุลินทรีย์ด้วย

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในกะน้า

1. ความสูงของกะน้าเมื่ออายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความสูง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความสูงของกะน้าสูงที่สุด 10.38 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ซึ่งให้ความสูง 10.36 เซนติเมตร ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความสูงของกะน้าน้อยกว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ซึ่งให้ความสูงของกะน้า 9.70 เซนติเมตร ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักให้ความสูงของกะน้าสูงที่สุด 10.30 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาและมูลไก่ ซึ่งให้ความสูงกะน้า 10.02 และ 9.74 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. ความสูงของกะน้าเมื่ออายุ 14 วันหลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความสูง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมัก พบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความสูงของกะน้าสูงที่สุด 10.38 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 , 4 และ 3 ซึ่งมีความสูงของกะน้า 10.36 , 9.74 และ 9.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาให้ความสูงของกะน้ามากที่สุด 10.02 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ มีความสูงของกะน้าน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันกับ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้ความสูงของกะน้า 14.76 เซนติเมตร

3. ความสูงของกะน้าเมื่ออายุ 21 วันหลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความสูง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความสูงของกะน้าสูงที่สุด 16.20 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 และ 1 ซึ่งให้ความสูงของกะน้าเท่ากับ 15.82 และ 15.07 เซนติเมตร ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความสูงของกะน้าน้อยกว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 และ 1 ซึ่งให้ความสูงของกะน้า 14.76 เซนติเมตร ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ให้ความสูงของกะน้าสูงที่สุด 18.17 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักให้ความสูงน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้ความสูงของกะน้า 16.36 เซนติเมตร

ตาราง 12 แสดงความสูงของกะน้ำเมื่ออายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	10.67	9.91	10.21	10.26 ^{ab}
2	10.03	10.14	10.97	10.38 ^a
3	9.57	9.66	9.89	9.70 ^b
4	9.82	9.26	10.14	9.74 ^b
X ⁽²⁾	10.02 ^a	9.74 ^a	10.30 ^a	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	7.22			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 13 แสดงความสูงของกะน้ำเมื่ออายุ 14 วัน หลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ				
ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	X ⁽¹⁾
1	10.67	9.91	10.21	10.26 ^a
2	10.03	10.14	10.97	10.38 ^a
3	9.57	9.66	9.89	9.70 ^a
4	9.82	9.26	10.14	9.74 ^a
X ⁽²⁾	10.02 ^a	9.74 ^b	10.30 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	7.64			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. ความสูงของกระน้ำเมื่ออายุ 28 วัน หลังย้ายปลูกลง แสดงในตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความสูง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความสูงของกระน้ำสูงที่สุด 17.59 เซนติเมตร แต่ก็ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 4, 1 และ 2 ซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 17.42 , 14.24 และ 16.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ให้ความสูงของกระน้ำสูงที่สุด 18.17 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก ให้ความสูงของกระน้ำน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 16.32 เซนติเมตร

ตาราง 14 แสดงความสูงของกระน้ำเมื่ออายุ 21 วัน หลังย้ายปลูกลง (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	16.48	14.00	14.74	15.07ab
2	15.22	15.38	13.68	14.76b
3	16.85	15.03	16.73	16.20b
4	17.57	15.55	14.33	15.82ab
X ⁽²⁾	16.53a	14.99b	14.87b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ns			
CV(%)	8.59			

หมายเหตุ 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

5. ความสูงของกระน้ำเมื่ออายุ 35 วันหลังการย้ายปลูกลงแสดงในตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความสูง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความสูงของกระน้ำสูงที่สุด 21.89 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับปุ๋ยหมักสูตรที่ 1, 4 และ 2 ซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 20.93 , 20.56 และ 20.26 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ให้ความสูงของกระน้ำสูงที่สุด 21.31 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์เลือดหมัก ให้ความสูงของกระน้ำน้อยกว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา อย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่แตกต่างกับทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 19.86 เซนติเมตร

ตาราง 15 แสดงความสูงของกระน้ำเมื่ออายุ 28 วัน หลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			$X^{(1)}$
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	18.50	16.45	16.77	17.24 ^a
2	17.03	17.38	15.13	16.51 ^a
3	18.70	17.23	16.85	17.59 ^a
4	18.45	17.13	16.68	17.42 ^a
$X^{(2)}$	18.17 ^a	17.04 ^b	16.36 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	8.68			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

6. ความกว้างทรงพุ่มเมื่ออายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 15 ผลวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความกว้างทรงพุ่ม เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำสูงที่สุด 4.27 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, 2 และ 4 ซึ่งให้ความกว้างของทรงพุ่มของกระน้ำ 4.26, 4.20 และ 4.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำสูงที่สุด 4.34 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักให้ความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 4.17 เซนติเมตร

7. ความกว้างทรงพุ่มเมื่ออายุ 14 วัน หลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 16 ผลวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความกว้างทรงพุ่ม เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำสูงที่สุด 12.18 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และ 4 ซึ่งให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำ 11.87 และ 11.60 เซนติเมตร ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำน้อยกว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำ

10.71 เซนติเมตร ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ให้ความกว้างทรงพุ่มของ
 กระน้ำสูงที่สุด 11.93 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ซึ่งให้ความกว้าง
 ทรงพุ่มของกระน้ำ 11.88 เซนติเมตร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำน้อยกว่า
 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งให้ความสูงของกระน้ำ 10.98
 เซนติเมตร

8. ความกว้างทรงพุ่มเมื่ออายุ 21 วัน หลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 17 ผลวิเคราะห์ทางสถิติ
 แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความกว้างทรง
 พุ่ม เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำสูง
 ที่สุด 16.74 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 และ 1 ซึ่งให้ความกว้างทรง
 พุ่มของกระน้ำ 16.71 และ 15.56 เซนติเมตร ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความกว้างทรงพุ่มของ
 กระน้ำน้อยกว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4, 3 และ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำ 13.50
 เซนติเมตร ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำสูง
 ที่สุด 16.14 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่และปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือด
 หมัก ซึ่งให้ความกว้างทรงพุ่มกระน้ำ 15.92 และ 14.82 เซนติเมตร ตามลำดับ

9. ความกว้างทรงพุ่มเมื่ออายุ 28 วัน หลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 18 ผลวิเคราะห์ทางสถิติ
 แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความกว้างทรง
 พุ่ม เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำมาก
 ที่สุด 19.22 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 และ 1 ซึ่งให้ความกว้างทรง
 พุ่มของกระน้ำ 19.10 และ 18.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้ความกว้างทรงพุ่มของ
 กระน้ำน้อยกว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3, 4 และ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำ 16.71
 เซนติเมตร ปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาให้ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำมาก
 ที่สุด 19.05 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันกับ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก ซึ่งให้
 ความกว้างทรงพุ่มของกระน้ำ 17.44 เซนติเมตร

10. ความกว้างทรงพุ่มเมื่ออายุ 35 วันหลังย้ายปลูก แสดงในตาราง 19 ผลวิเคราะห์ทาง
 สถิติ แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านความกว้างทรง
 พุ่ม โดยสูตรดำรับทดลอง 3A (ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา) พบว่าให้ความกว้าง
 ทรงพุ่มสูงที่สุด 22.35 เซนติเมตร รองลงมาคือสูตรดำรับทดลอง 3A, 4B, 1A, 1C, 3B, 4A, 2B, 2A,
 4C, 1B และ 2C โดยมีความกว้างทรงพุ่ม 21.80, 21.68, 21.55, 20.92, 20.86, 19.70, 19.22, 18.43,
 18.18, 17.82 และ 17.27 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 10)

ตาราง 16 แสดงความสูงของกระน้ำเมื่ออายุ 35 วัน หลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ				
ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	X ⁽¹⁾
1	22.20	20.30	20.27	20.93 ^a
2	20.00	22.18	23.32	20.26 ^a
3	23.32	20.90	21.45	21.89 ^a
4	21.41	21.15	19.13	20.56 ^a
X ⁽²⁾	21.73 ^a	21.13 ^{ab}	19.86 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	8.93			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

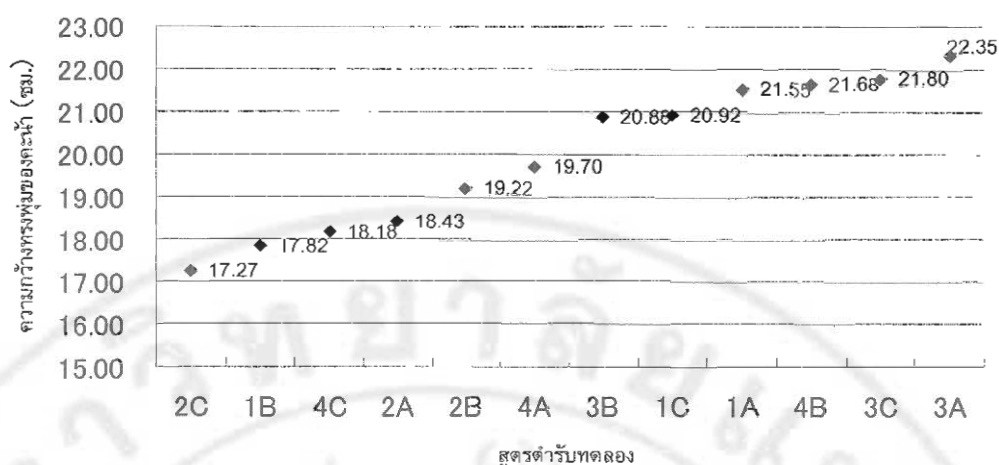
2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 17 แสดงความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำเมื่ออายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ				
ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	X ⁽¹⁾
1	4.15	4.41	4.23	4.27
2	4.18	4.35	4.08	4.20
3	4.20	4.38	4.21	4.26
4	4.09	4.20	4.15	4.15
X ⁽²⁾	4.16b	4.34a	4.17b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	2.77			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 10 แสดงความกว้างทรงพุ่มของกะน้ำในสูตรด้ารับทดลองเมื่ออายุ 35 วัน หลังย้ายปลูก

11. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกะน้ำก่อนการตัดแต่ง (กรัม/ต้น) แสดงในตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในด้านน้ำหนักของกะน้ำก่อนการตัดแต่ง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ให้น้ำหนักของกะน้ำก่อนการตัดแต่งสูงที่สุด 50.60 กรัม/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และ 3 ซึ่งให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่ง 48.58 และ 42.26 กรัม/ต้น ตามลำดับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่น้อยกว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ซึ่งให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่ง 42.26 กรัม/ต้น ปัจจัยเดียวด้าน ปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่งสูงที่สุด 50.64 กรัม/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่ง 43.23 กรัม/ต้น ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเลือดหมักให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่น้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา อย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้น้ำหนักกะน้ำก่อนการตัดแต่ง 36.49 กรัม/ต้น

12. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกะน้ำก่อนการตัดแต่ง(กรัม/ต้น)แสดงในตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันด้านน้ำหนักของกะน้ำหลังการตัดแต่ง เมื่อพิจารณาปัจจัยเดียวด้านปุ๋ยหมักพบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ให้น้ำหนักของกะน้ำหลังการตัดแต่งสูงที่สุด 27.82 กรัม/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ซึ่งให้น้ำหนักของกะน้ำหลังการตัดแต่ง 24.50 กรัม/ต้น ปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้น้ำหนักของกะน้ำหลังการตัดแต่น้อยกว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันกับ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 ซึ่งให้น้ำหนักของกะน้ำหลังการตัดแต่ง 22.32 กรัม/ต้น ปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 ให้น้ำหนักของกะน้ำหลังการตัด

แต่น้อยกว่า ทุยหมักสูตรที่ 4 และ 1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ทุยหมักสูตรที่ 3 ซึ่งให้น้ำหนักของกะน้าหลังการตัดแต่ง 18.55 กรัม/ต้น ปัจจัยเดียวด้าน ทุยอินทรีย์น้ำ ทุยอินทรีย์น้ำปลา ให้น้ำหนักของกะน้าหลังการตกแต่งสูงที่สุด 26.28 กรัม/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ทุยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้น้ำหนักของกะน้าหลังการตัดแต่ง 23.54 กรัม/ต้น ทุยอินทรีย์น้ำเลือดหมัก ให้น้ำหนักกะน้าหลังการตัดแตงน้อยกว่า ทุยอินทรีย์น้ำปลา อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ทุยอินทรีย์น้ำมูลไก่ ซึ่งให้น้ำหนักกะน้าหลังการตัดแต่ง 20.08 กรัม/ต้น

ตาราง 18 แสดงความกว้างทรงพุ่มของกะน้าหลังย้ายปลูก 14 วัน (เซนติเมตร)

ทุยหมักสูตรที่	ทุยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	12.03	12.42	11.17	11.87 ^a
2	11.09	11.14	9.92	10.71 ^b
3	12.16	11.59	12.79	12.18 ^a
4	12.23	12.55	10.03	11.60 ^a
X ⁽²⁾	11.88 ^a	11.93 ^a	10.98 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ns			
CV (%)	7.58			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสมมติเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 19 แสดงความกว้างทรงพุ่มของกะน้าหลังย้ายปลูก 21 วัน (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	17.35	15.00	14.32	15.56 ^a
2	13.08	14.53	12.90	13.50 ^b
3	16.35	16.20	17.58	16.71 ^a
4	17.80	17.95	14.47	16.74 ^a
X ⁽²⁾	16.14 ^a	15.92 ^a	14.82 ^a	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	11.86			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 20 แสดงความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำหลังย้ายปลูก 28 วัน (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	20.32	17.68	18.28	18.76 ^a
2	16.88	18.73	14.52	16.71 ^b
3	19.20	18.78	19.68	19.22 ^a
4	19.80	20.23	17.27	19.10 ^a
X ⁽²⁾	19.05 ^a	18.85 ^a	17.44 ^a	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	11.03			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 21 แสดงความกว้างทรงพุ่มของคะน้ำหลังย้ายปลูก 35 วัน (เซนติเมตร)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	21.55	17.82	20.92	20.11 ^b
2	18.43	19.22	17.27	18.31 ^c
3	22.35	20.88	21.80	21.67 ^a
4	19.70	21.68	18.18	19.85 ^b
X ⁽²⁾	20.51 ^a	19.90 ^b	19.55 ^c	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			**	
CV (%)	1.65			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 22 แสดงผลผลิตของคะน้าก่อนการตัดแต่ง (กรัม/ต้น)

ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ			X ⁽¹⁾
	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	
1	62.90	44.60	38.25	48.58 ^a
2	32.05	43.45	21.55	32.35 ^b
3	52.50	31.35	42.95	42.26 ^{ab}
4	55.10	53.50	43.20	50.60 ^a
X ⁽²⁾	50.64 ^a	43.23 ^{ab}	36.49 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์			ns	
CV (%)	31.53			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 23 แสดงผลผลิตของคะน้าหลังการตัดแต่ง (กรัม/ต้น)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ				
ปุ๋ยหมักสูตรที่	ปลา	มูลไก่	เลือดหมัก	X ⁽¹⁾
1	28.40	24.80	20.30	24.50 ^{ab}
2	19.40	25.00	11.25	18.55 ^c
3	25.35	18.75	22.85	22.32 ^{bc}
4	31.95	25.90	25.90	27.82 ^a
X ⁽²⁾	26.28 ^a	23.54 ^{ab}	20.08 ^b	
ระดับนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์		ns		
CV (%)	26.73			

หมายเหตุ: 1 ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่ไม่เหมือนกันแตกต่างกันทางสถิติ

2 ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรโรมันที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ทางด้านการเจริญเติบโต โดยด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่มนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับด้านผลผลิตทั้งก่อนและหลังการตัดแต่งของคะน้าพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติสอดคล้องกับ การดร(2545) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพสกัดเข้มข้น ตราแม่โจ้ MMO สูตร2 (ทางใบ) และปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพสกัดเข้มข้น ตราแม่โจ้ MMO สูตร1 (ทางดิน) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอด ผลปรากฏว่าความสูงและความกว้างทรงพุ่มของคะน้ายอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านผลผลิตของคะน้ายอด พบว่าน้ำหนักต่อต้น ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพสกัดเข้มข้น ตราแม่โจ้ MMO สูตร2 (ทางใบ) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ให้ น้ำหนักผลผลิตของคะน้ายอดสูงสุด 64.90 กรัมต่อต้น อรรถพร (2544) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35 พบว่าความสูงของคะน้าในระยะเก็บเกี่ยว ความกว้างทรงพุ่มในระยะเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้านผลผลิตพบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพในการปลูกคะน้าให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยยูเรีย โดยให้น้ำหนักผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด 23.26 กรัมต่อต้น จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระยะแรกๆนั้น จะไม่เห็นความแตกต่างกันมากนัก ควรจะใช้ระยะเวลาในการศึกษาจึงจะเห็นผลผลิตที่แตกต่าง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการที่จะเปลี่ยนมาทำการเกษตรในรูปแบบของ เกษตรอินทรีย์นั้นจะใช้ระยะเวลาเข้า

ผู้กระบวนกรนี้อย่างน้อย 3 ปี ฉะนั้นในการทดลองเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ จึงต้องใช้ระยะเวลาในการทดลอง จึงจะเห็นผลการทดลองที่สมบูรณ์และถูกต้อง



บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการนำเอาวัสดุอินทรีย์เหลือใช้มาทำปุ๋ยหมักและศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีต่อผลผลิตของคะน้า

การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของปุ๋ยอินทรีย์ รวมทั้งกรรมวิธีการหมัก โดยการทดลองทำปุ๋ยหมัก 4 สูตร และทำการให้คะแนน ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ค่าคะแนนรวมสูงที่สุดคือ ระดับคะแนนที่บอกความเหมาะสม โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 2 มีคะแนนรวมสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ส่วนกรรมวิธีการหมัก ทั้ง 3 วิธีการหมักพบว่า อุณหภูมิภายในกอง และการยุบตัวของกองปุ๋ยหมักนั้นไม่มีความแตกต่างกันมากนักโดยการหมักแบบเดิมอากาศมีแนวโน้มว่าเป็นวิธีที่หมักได้ผลเร็วที่สุด

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในคะน้า สรุปผลได้ว่า ด้านการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่มนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยได้รับทดลองที่ 7 ให้ความสูงของคะน้าสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยหมักพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 ให้ความสูงของคะน้าสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาให้น้ำหนักก่อนตัดแต่งสูงที่สุด

น้ำหนักคะน้าก่อนตัดแต่ง พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยได้รับทดลองที่ 1 มีน้ำหนักคะน้าก่อนตัดแต่งสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยหมัก พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ให้น้ำหนักคะน้าก่อนตัดแต่งสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาให้น้ำหนักก่อนตัดแต่งสูงที่สุด

น้ำหนักคะน้าหลังตัดแต่ง พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยได้รับทดลองที่ 10 มีน้ำหนักคะน้าหลังตัดแต่งสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยหมัก พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 ให้น้ำหนักคะน้าหลังตัดแต่งสูงที่สุด การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาให้น้ำหนักก่อนตัดแต่งสูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพ จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้น พบว่าในช่วงระหว่างที่ทำการทดลอง อยู่ในฤดูฝนซึ่งมีฝนตกชุก ทำให้น้ำท่วมแปลงทดลอง การเจริญเติบโตของคะน้าจึงไม่ดีเท่าที่ควร ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กับคะน้า อาจถูกชะล้างไปกับน้ำฝน ฉะนั้นการทดลองนี้ควรจะทำการทดลองในฤดูอื่นที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช หรือควรมีการทดลองในหลายๆ ฤดูเพื่อเปรียบเทียบได้อีกว่าปุ๋ยอินทรีย์นี้เหมาะสำหรับใช้ในฤดูใด จึงจะทำให้เห็นผลการทดลองที่สมบูรณ์ และชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการทดลองนี้ยังพบว่าปุ๋ยที่ได้มีปริมาณธาตุอาหารครบทั้ง ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม แต่ปริมาณพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอื่นๆ ดังนั้นในการนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้กับพืช ต้องคำนึงถึงธาตุอาหาร ให้มีปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วยควรมีการใช้ในปริมาณที่มากพอ และเพียงพอต่อความต้องการของพืช สำหรับการปลูกพืชผักในระบบเกษตรอินทรีย์นั้น ในช่วงระยะเวลา 1-3 ปีแรก ผลผลิตที่ได้มีปริมาณต่ำมากเมื่อเทียบกับการปลูกโดยมีการใช้สารเคมี แต่ในปัจจุบันนี้ ผู้คนมีการคำนึงถึงสุขภาพ จึงทำให้ผลผลิตที่ได้มาจากเกษตรอินทรีย์มีราคาค่อนข้างแพงกว่า ผลผลิตทั่วไป ทั้งนี้นอกจากผู้บริโภคจะปลอดภัยจากสารเคมีแล้ว ผู้ผลิตยังมีสุขภาพดีอีกด้วย และดินที่ใช้ทำการเกษตรก็จะมีคุณสมบัติสมบูรณ์อีกด้วย ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร

บรรณานุกรม

- กฐิน ศรีมงคล, ดุษฎี ฌ ลำปาง และ นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. 2528. ความรู้พื้นบ้านในการปลูกพืชตลอดปีของเกษตรกรที่ราบลุ่มเชียงใหม่: เฉพาะกรณีหมู่บ้านแม่กุ่ม อำเภอสันป่าตอง และหมู่บ้านหารแก้ว อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 98 น.
- กฐิน ศรีมงคล. 2542. การพัฒนาชุมชนและการพัฒนาการเกษตร. เชียงใหม่: ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กรมวิชาการเกษตร. 2544. เทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 77 น.
- _____. 2545. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ เทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่น. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.grenag.org/ducument/1000088.htm> (17 สิงหาคม 2545).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. ความเป็นมาของปุ๋ยน้ำชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 10 น.
- กรมสุทธาการ. 2544. การนำเข้าสารเคมี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.oie.go.th/Industrystatus2/37.doc> (20 เมษายน 2544).
- กองเกษตรเคมี. 2545. ฮอรัโมนพืชและธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 133 น.
- กาญจนา และ เอื้องฟ้า (นามแฝง). 2544. ปุ๋ยน้ำหมัก: ดีจริงหรือ?. เคหะการเกษตร. 25(4): 179-186.
- เกรียงไกร ก้อนแก้ว. 2542. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา วันสาธิตเทคนิคเกษตรธรรมชาติแบบยั่งยืน. ลำพูน: ศูนย์ส่งเสริมเกษตรธรรมชาติภาคเหนือ จังหวัดลำพูน. 5 น. (เอกสารอัดสำเนา).
- ชนวน รัตนวราหะ. 2542. ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก. ข่าวสารป่ากับชุมชน. 6(12): 3-6.
- दानุ ราชกูร, กรรณิกา นากกลาง, สว่าง โรจนกุล, ประเสริฐ ไชยวัฒน์, สรรเพชญ์ อัมพันธ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, เสถียร พิมสาร, สันติ ชีราภรณ์, ประสาร พรหมสูงวงศ์, สุทัย วุฑฒา, สมภพ จงรายทรัพย์, ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์, ธรรมบุญ แก้วคงคา, พชรินทร์ นามวงศ์, อาริยา จุคคง, อรรถพร กิจกรรม และ อนันต์ ทองภู. 2545. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2545: การใช้วัสดุกำจัดชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช. กรุงเทพฯ: กองปฐพี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 126 น.

- คำพิพากษาศาลฎีกา และ สุทิน คล้ายมนต์. 2541. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 98 น.
- ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ. 2542. โครงการมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่เหมาะสมกับเกษตรกร
รายย่อยภาคเหนือ: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. เชียงใหม่: ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 128 น.
- ธงชัย มาลา และ อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2541. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ: การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยหมัก. นครปฐม: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 15 น.
- เบญจรัตน์ เวียนเป๊ะ. 2542. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของกะน้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 48 น.
- ปฐม เลหาเกษตร. 2545. เกษตรธรรมชาติด้วย เทคนิคจุลินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์. 29 น.
- ปรัชญา รัชญาดี, พิทยากร ลิ้มทอง และ นวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์. 2540. การผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรม. น. 29-45. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ: กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ปรัชญา รัชญาดี, เมธี มณีวรรณ และ พิรัชชา วาสนานุกุล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรีย์วัตถุในดิน. น. 1-13. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ: กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ประทีน หลอดอ่อน. 2542. อิทธิพลของปุ๋ยน้ำชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกะน้า ยอด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 36 น.
- พิทยากร ลิ้มทอง. 2535. คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย; การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 88 น.
- พิทยากร ลิ้มทอง และ เสียงแก้ว พิริยพจน์. 2540. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและประโยชน์บางประการในกองปุ๋ยหมัก. น. 59-69. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ: กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ภารดร เพตาเสน. 2545. ศึกษาการใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพสกัดเข้าชั้น ตราแม่โจ้ MMO สูตร 2 (ทางใบ) และปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพสกัดเข้าชั้น ตราแม่โจ้ MMO สูตร 1 (ทางดิน) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 49 น.
- มะลิวัลย์ แซ่อู๋. 2545. ระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำสกัดชีวภาพและผลกระทบต่อสมบัติบางประการของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 95 น.
- มุกดา สุขสวัสดิ์ และ จานุลักษณ์ ขนบดี. 2546. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2546; ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักและปุ๋ยหมักชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผัก. กรุงเทพฯ: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11 น.
- เมธี มณีวรรณ. 2542. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก). วารสารพัฒนาที่ดิน. 36(374): 12-22.
- วรรณลดา สุนนทพงศ์ศักดิ์ และ นวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2540. การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา. น. 14-28. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ: กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. 2539. เกษตรกรรมทางเลือก: ความหมาย ความเป็น และเทคนิควิธี. กรุงเทพฯ: เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก. 58 น.
- ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, สุริยา ศาสนรักกิจ และ สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2538. การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้ในการเกษตร. วารสารเกษตรศาสตร์. 19 (1): 195-205.
- ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 141 น.
- สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม. 2548. การศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกองโดยใช้มูลผลิตปุ๋ยหมัก. น. 326-334. ใน ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2548. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมบัติ ตงเต้า และ ประสงค์ วงศ์ชนะภัย. 2544. รายงานประชุมเชิงปฏิบัติการระดับชาติ เรื่อง ประสิทธิภาพและบทเรียนด้านเกษตรยั่งยืนสู่เกษตรยั่งยืน. น. 128-139. ใน แผนพัฒนาฉบับที่ 9 (2545-2549). กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาเกษตรยั่งยืน สำนักงานวิจัยและพัฒนาเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร. 139 น.

- สรณ มรกรตวิจิตรการ. 2542. การประเมินผลกระทบทางสังคมและเศรษฐกิจจากการส่งเสริมการเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อการส่งออก ตำบลแม่สุก อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง. การค้นคว้าอิสระปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 126 น.
- สหพันธ์เกษตรกรอินทรีย์นานาชาติ. 2542. เอกสารแนะนำการขอรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. 6 น. (เอกสารอัดสำเนา).
- สาลี ชินสถิต. 2544. เทคโนโลยีการผลิตไม้ผลให้ปลอดภัยจากสารพิษ. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 6 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 66 น.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2541. การประเมินนโยบายปรับโครงสร้างการเกษตรเพื่อสนับสนุน ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรยั่งยืน ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 177 น.
- สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. 2544. น้ำสัสดีชีวภาพและปุ๋ยหมักชีวภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 น.
- _____. 2545. การใช้ น้ำสัสดีชีวภาพและปุ๋ยหมักชีวภาพกับส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวา. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2543. ปีเพาะปลูกและผลผลิตพืชผัก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.Mju.ac.th/fac-agr/hort/vegetable/File_link/ (20 เมษายน 2543).
- สุนันทา ชมภูพินิช, ปรีดา ดานะกุล, จีรวัฒน์ กุศลวิริยวงศ์ และ สาธิตา โพธิ์น้อย. 2545. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ กองเกษตรเคมี ประจำปี 2545: ฮอโมนพืชและน้ำสัสดีชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานวิจัยวัดภูมิพิสัยเคมีเกษตร กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 66 น.
- สุพจน์ โตตระกูล. 2526. พฤติกรรมของปฐพีเคมีวิเคราะห์. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 122 น.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต, ชีระ วงศ์เจริญ และ ประไพ ชัยโรจน์. 2545. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการปี 2545: ผลการใช้ปุ๋ยหมักดินเลนนาุ้งและน้ำหมักชีวภาพในการผลิตพืชบางชนิด. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. 9 น. (เอกสารอัดสำเนา).
- สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. วารสารดินและปุ๋ย. 21(3): 152-171.

- อนันต์ พลธานี. 2537. ระบบเกษตรฟาร์ม. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 70 น.
- อัญริย์ชัย รุจวิชัย. 2538. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรยั่งยืนในพื้นที่ต้นน้ำภาคเหนือตอนบน : กรณีศึกษากลุ่มน้ำแม่ละแะ ตำบลสรวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 119 น.
- อรรถพร ไหละครบุรี. 2544. อิทธิพลของปุ๋ยหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของกะน้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 30 น.
- เอกสารการฝึกอบรมเกษตรกรอินทรีย์: สรุปผลการอบรมการผลิตอาหารเกษตรกรอินทรีย์. 2542. สระบุรี: สหพันธ์เกษตรกรอินทรีย์นานาชาติ. 18 น. (เอกสารอัดสำเนา).
- Bardgett, R.D. and K.F.Chan. 1999. Experimental evidence that soil fauna enhance nutrient mineralization and nutrient in montane grassland ecosystems. *Soil Bio. Biochem.* 31(8): 1007-1014.
- Doran, J.W. 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed. *Soil Biology and Fertility of Soil.* 5: 585-590.
- Fraser, D.G., J.W. Doran, W.W. Sans. and G.W. Lesoing. 1988. Soil microbial populations and activities under conventional and organic management. *Journal of Environmental Quality.* 17(3): 585-590.
- Guar, A.C. 1980. Fundamentals of composting. *Compost Technological. Project Field Document.* 13: 7-14.
- Gunapala, N and K.M. Scow. 1998. Dynamic of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming. *Soil Bio. Biochem.* 30(6): 805-816.
- Hoitink, H.A.J. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Ann. Rev. Phytopathol.* 24: 93-114.
- Mankholm, L.J. 2000. The spade analysis a modification of the qualitative spade diagnosis for scientific use. *Dias Report Plant Production.* 28(1): 1-40.
- Marchesini, A., L. Allievi, E. Comotti and A. Ferrari. 1988. Long-term effects of quality-compost treatment on soil. *Plant and Soil.* 106(2): 253-261.
- Marmoto, T., J.P.E. Anderson and K.H. Domsch. 1982. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Science and Plant Nutrition.* 23 (1): 1-8.

Puri, G. and M.R. Ashman. 1998. Relationship between soil microbial biomass and gross N mineralization. *Soil Bio. Biochem.* 30(2): 251-256.

Stevenson, F.J. and E.T. Elliott. 1989. **Dynamic of Soil Methodologies for Assessing the Quantity and Quality of soil Organic Matter in Tropical Ecosystems.** Hawaii: University of Hawaii Press. 342 p.

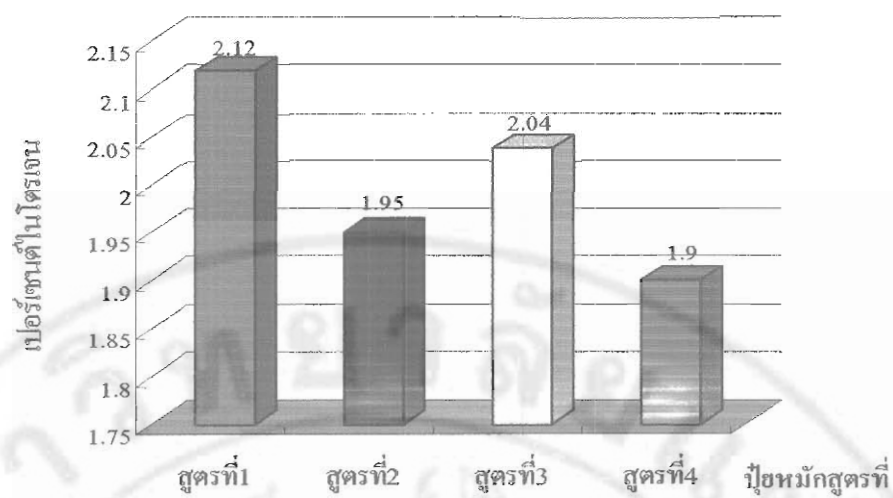
Stutzenber, F.J., A.J. Kaufman and A.D. Lossin. 1970. Cellulolytic activity in munipal soil and waste composting. *Canadian Journal of Microbiology.* 16(3): 553-560.



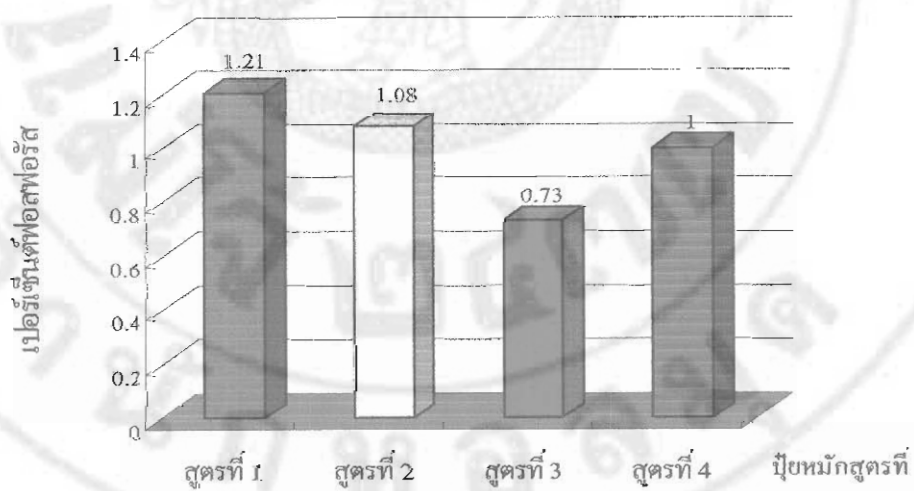


ภาคผนวก

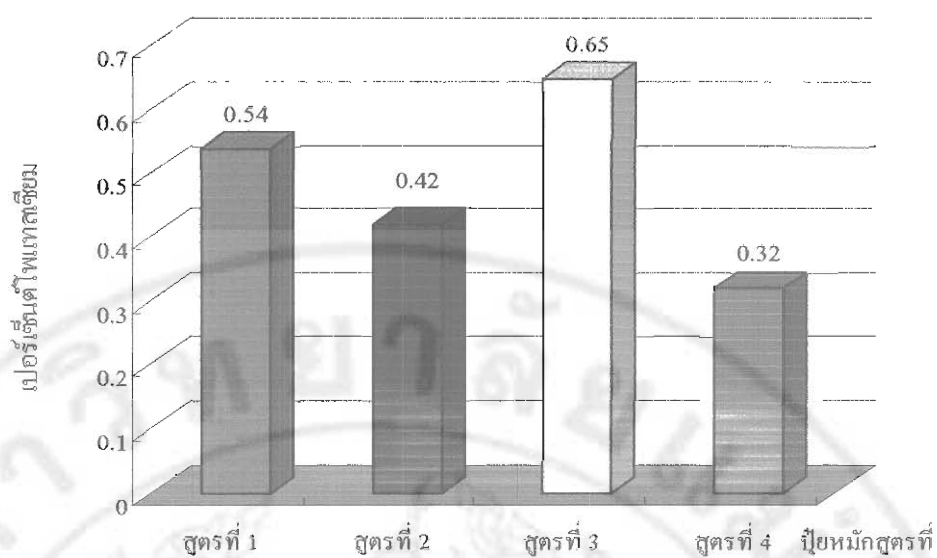




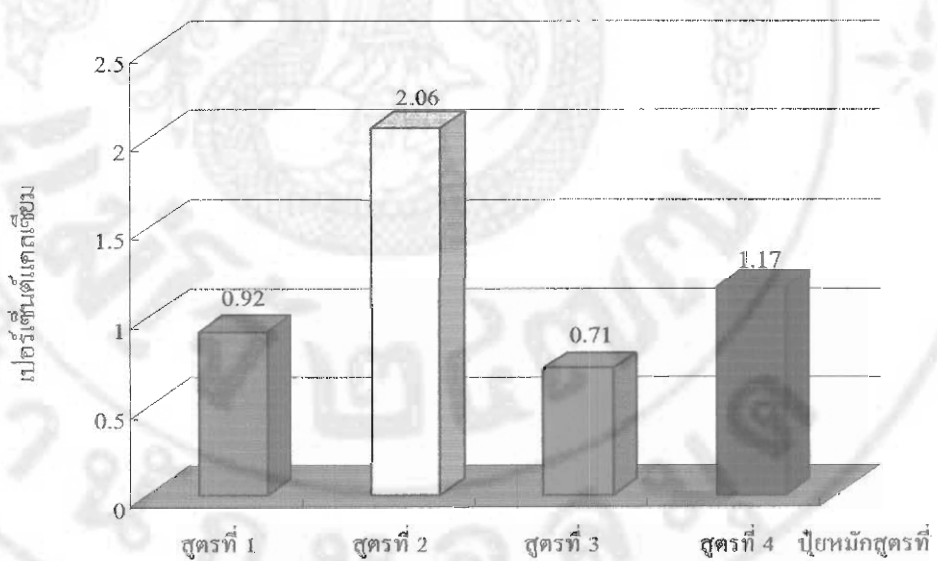
ภาพ 11 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร



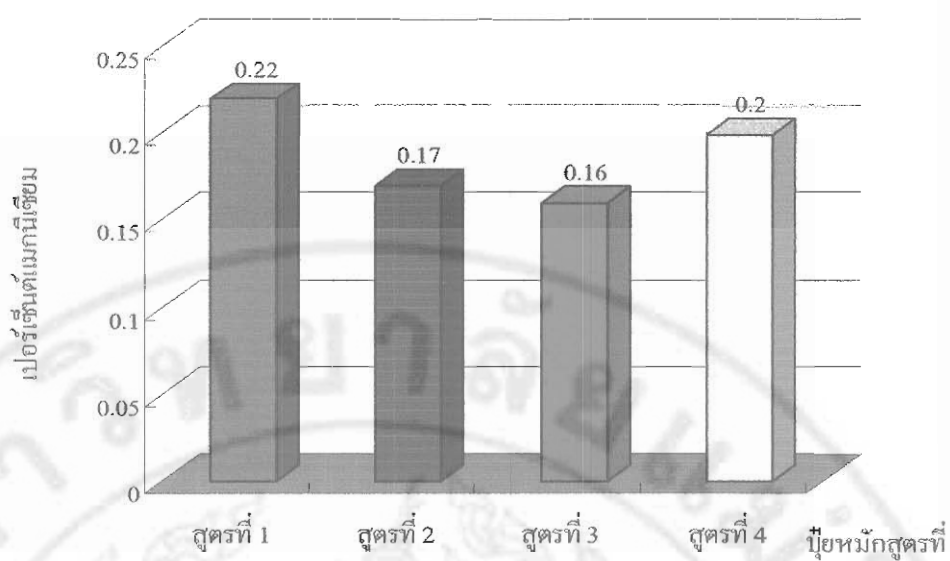
ภาพ 12 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร



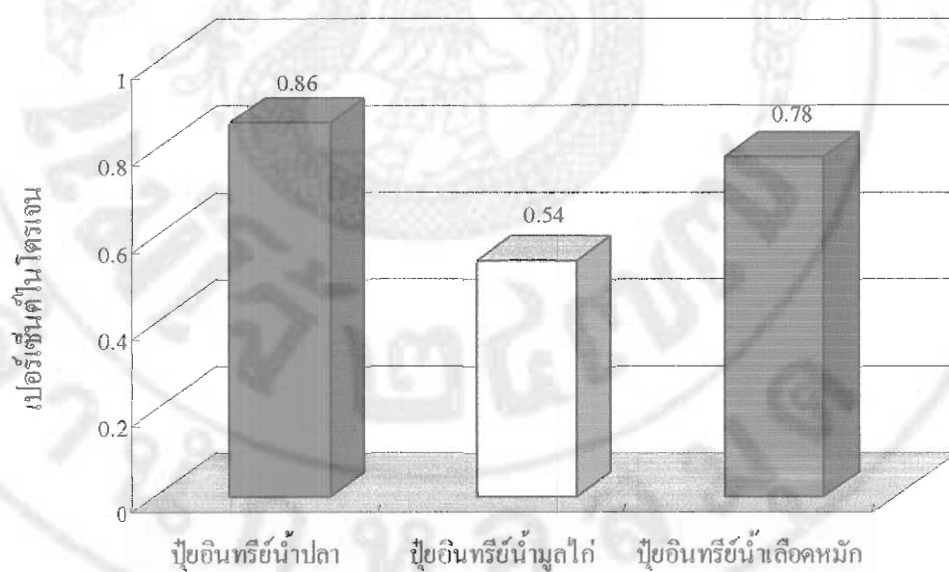
ภาพ 13 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โพสเซียมในปูนหมักทั้ง 4 สูตร



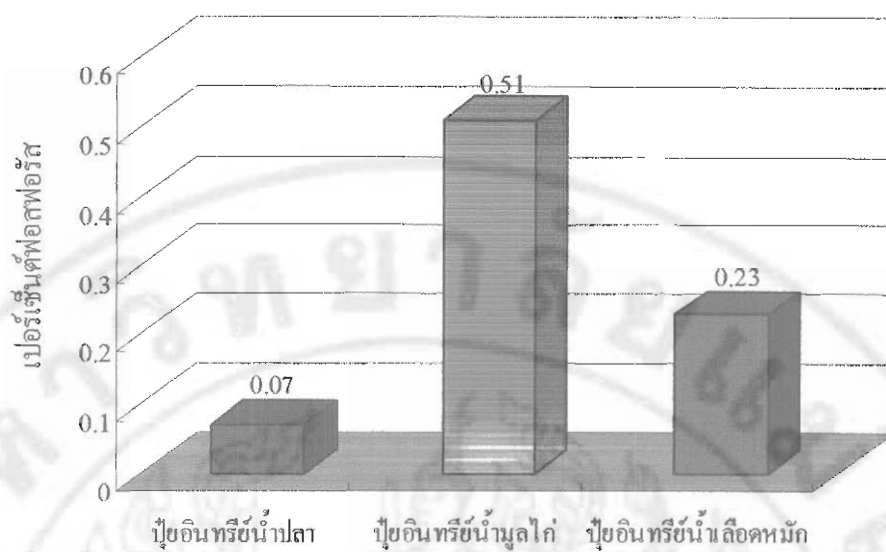
ภาพ 14 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โพสเซียมในปูนหมักทั้ง 4 สูตร



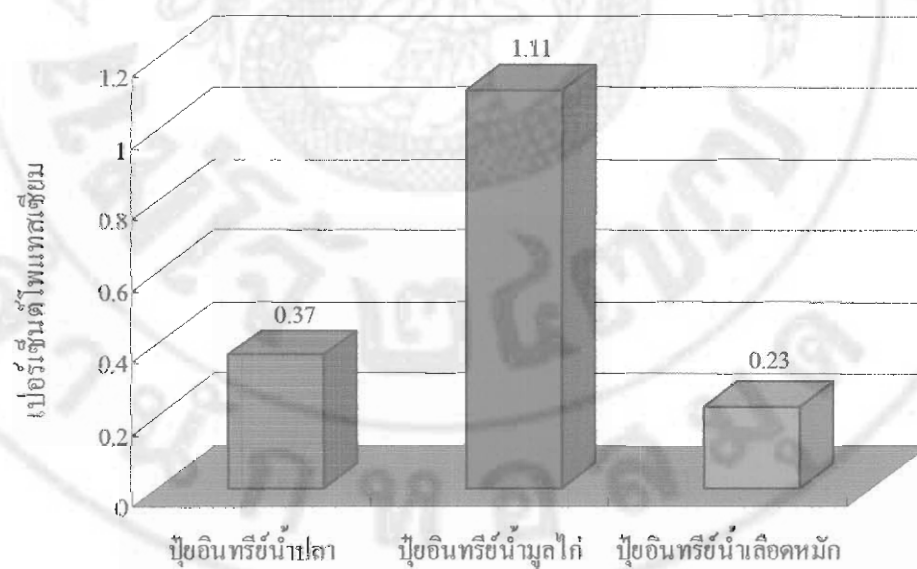
ภาพ 15 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนิเซียมในปฏิกิริยาทั้ง 4 สูตร



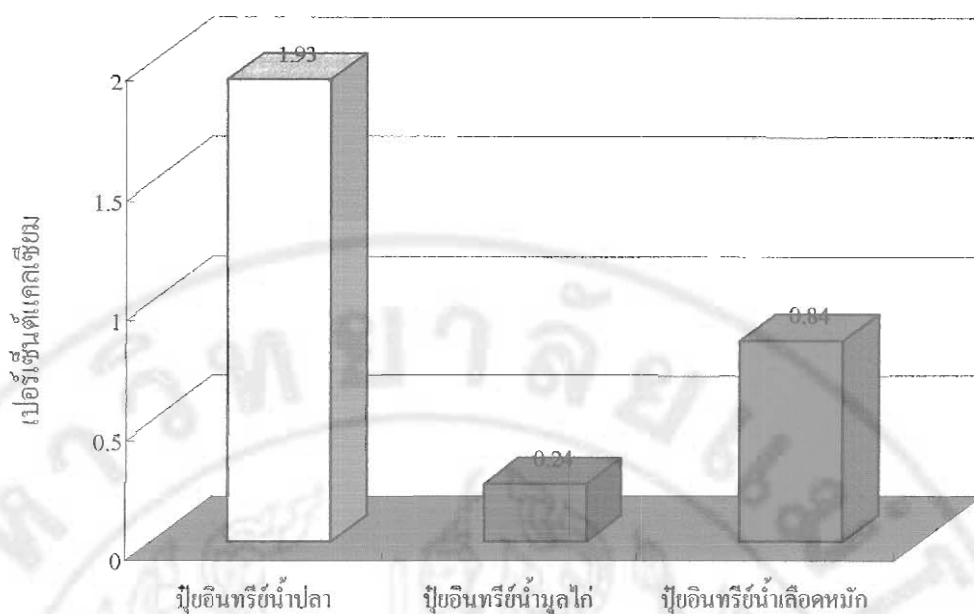
ภาพ 16 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด



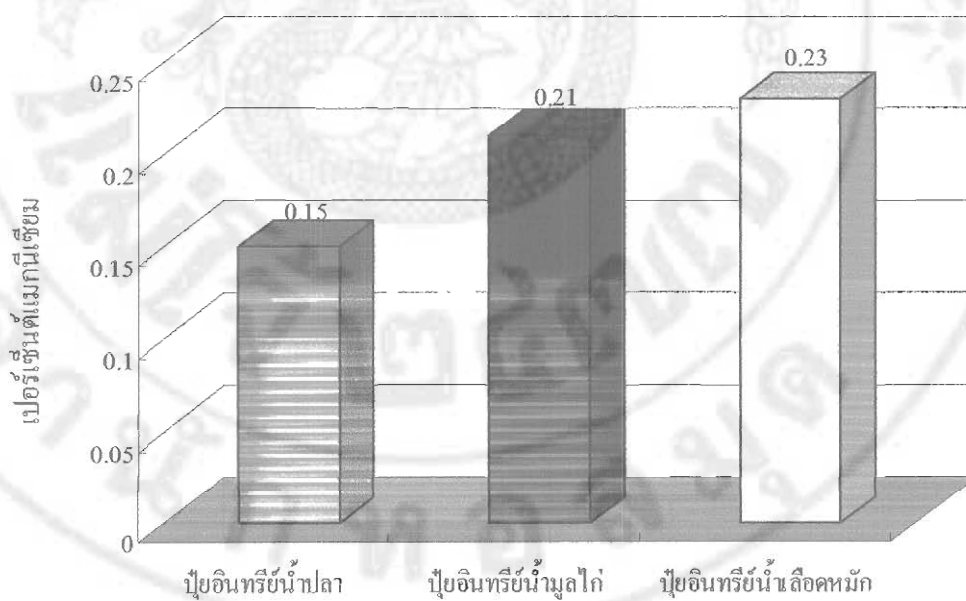
ภาพ 17 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด



ภาพ 18 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทั้ง 3 ชนิด



ภาพ 19 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์คลอไรด์ในน้ำทั้ง 3 ชนิด



ภาพ 20 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในน้ำทั้ง 3 ชนิด



ภาคผนวก ข

รูปภาพข้อมูลการทดลอง



รูปภาพ 1 แสดงไข่ของปลาแม่ที่นำจากปลา เลือดหมัก และมูลไก่ก่อน และหลังการหมัก



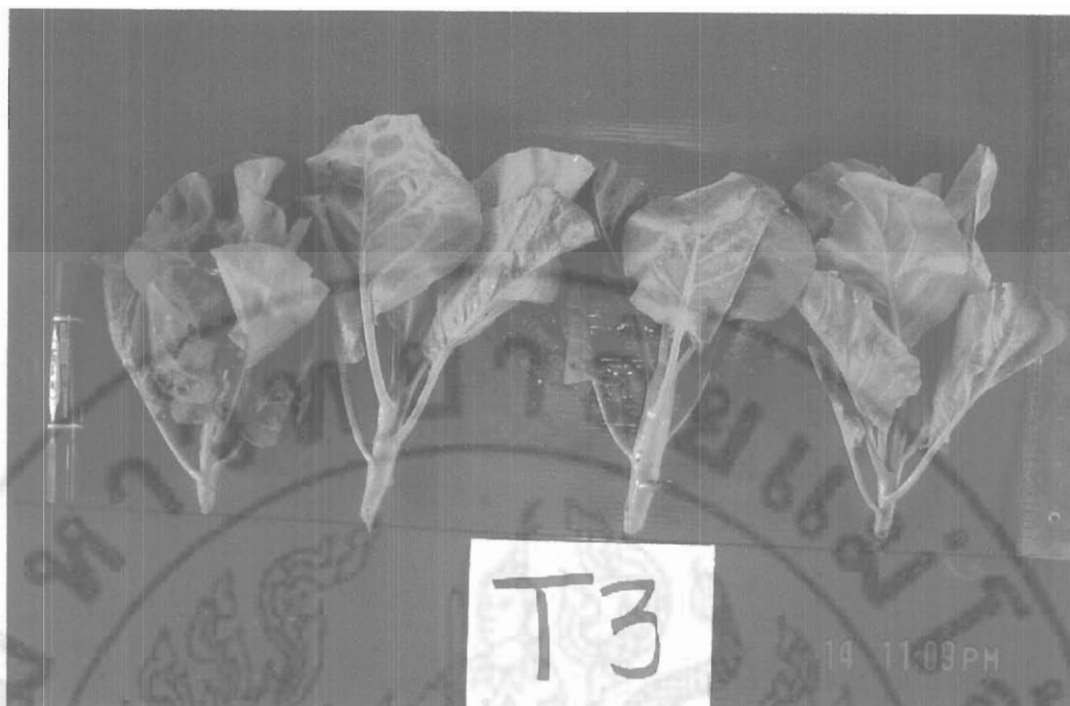
รูปภาพ 2 แสดงไข่ของปลาแม่ที่นำจากปลา เลือดหมัก และมูลไก่ที่ผ่านการหมักเรียบร้อยแล้ว



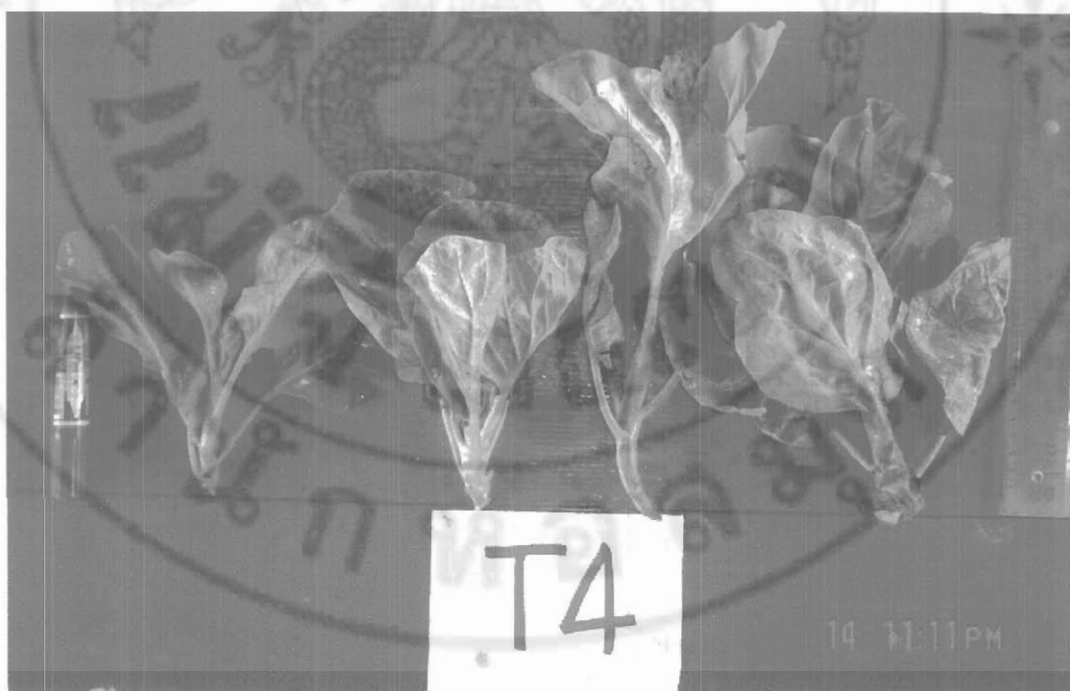
รูปภาพ 3 แสดงลักษณะค่น้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 1



รูปภาพ 4 แสดงลักษณะค่น้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 2



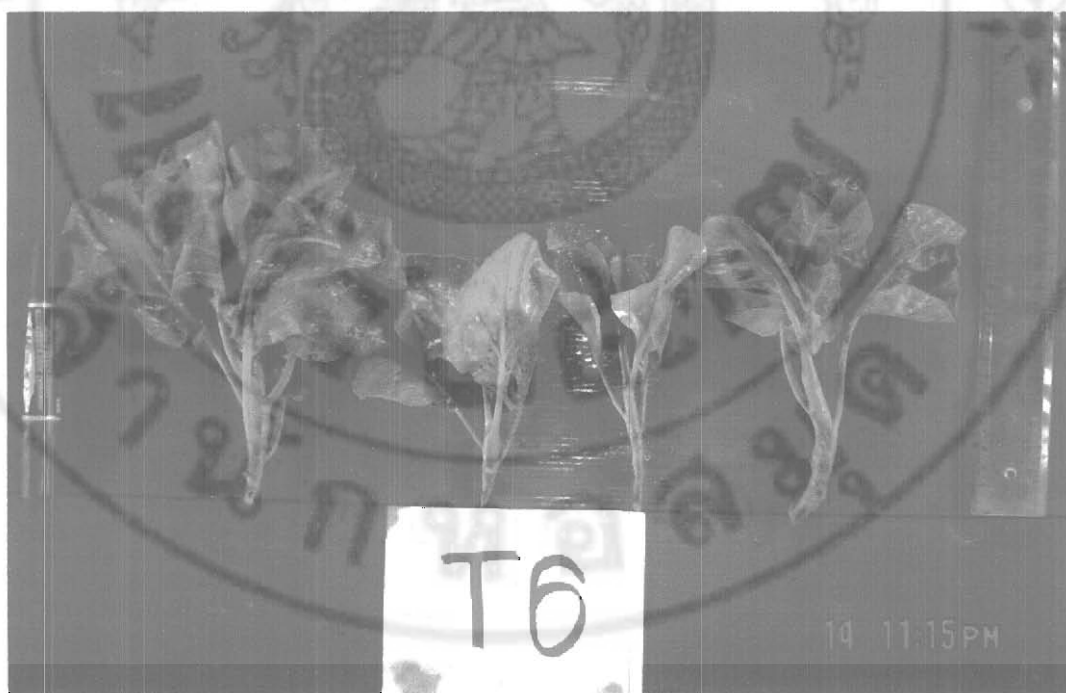
รูปภาพ 5 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 3



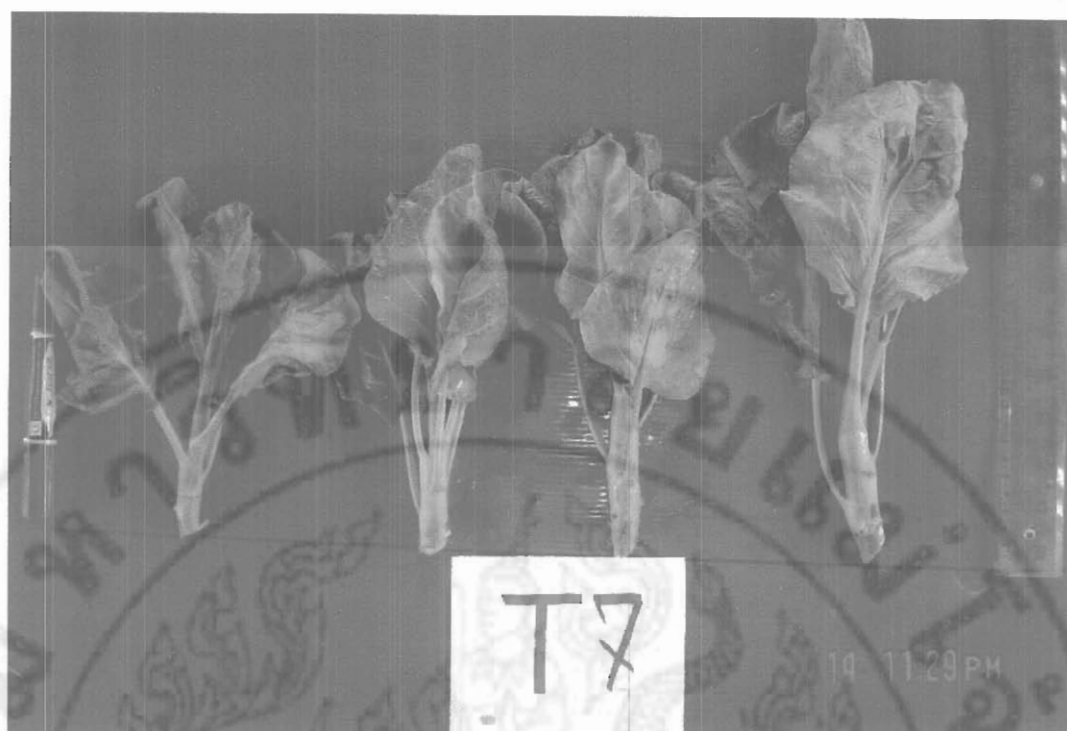
รูปภาพ 6 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 4



รูปภาพ 7 แสดงลักษณะค่น้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 5



รูปภาพ 8 แสดงลักษณะค่น้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 6



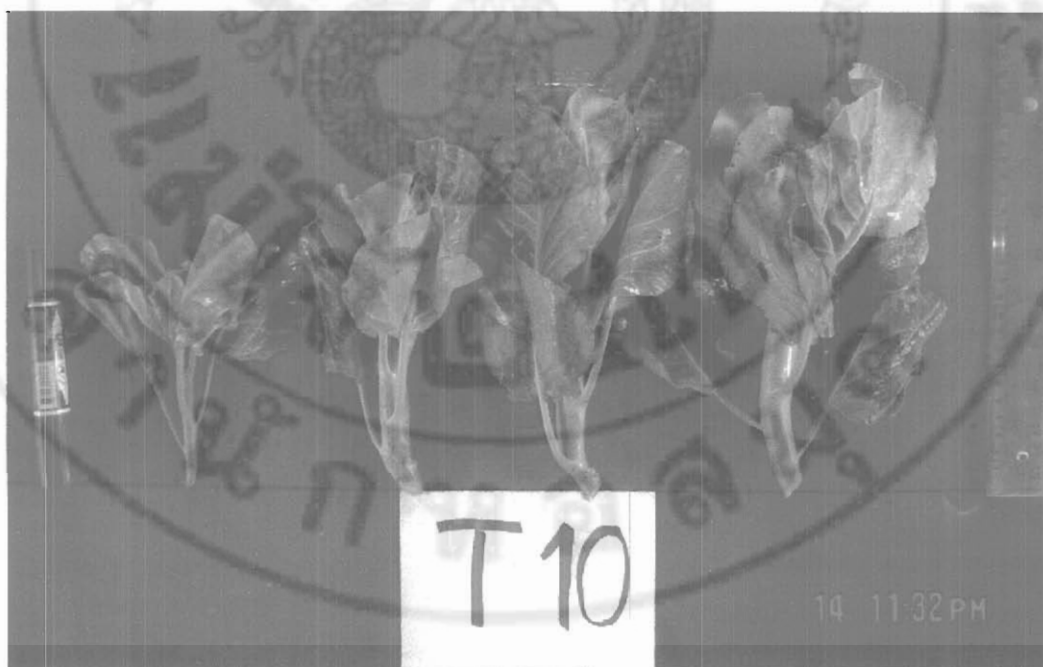
รูปภาพ 9 แสดงลักษณะคะน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 7



รูปภาพ 10 แสดงลักษณะคะน้ำ หลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 8



รูปภาพ 11 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 9



รูปภาพ 12 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ดำรับทดลองที่ 10



รูปภาพ 13 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 11



รูปภาพ 14 แสดงลักษณะค้ำน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใช้ตำรับทดลองที่ 12



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายอภิรักษ์ วิภาวิน
เกิดวันที่	26 กันยายน 2522
ภูมิลำเนา	จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	2538-2540 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา จังหวัดสกลนคร 2541-2545 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาพืชศาสตร์) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

