การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ บนที่สูง

วิทยา ตันอารีย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2547

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่อง

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต่อการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ บนที่สูง

โดย

วิทยา ตันอารีย์

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช)
วันที่ 23 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2547

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล)
วันที่ 23 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2547

กรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์น้ำเพ็ชร วินิจฉัยกุล)
วันที่ 23 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2547

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์)
วันที่ 23 เดือน เมษายน พ.ศ. 2547

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม .....
(รองศาสตราจารย์บรรพต ตันติเสรี)
วันที่ 23 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2547

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เพ็ชรประดับ)
รองประธานกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 3 เดือน พ.ค. พ.ศ. 47

ชื่อเรื่อง	การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ บนที่สูง
ชื่อผู้เขียน	นายวิทยา ตันอารีย์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ บนที่สูง มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมักพด. 2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อพืชผักชนิดต่าง ๆ และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบนพื้นที่ศึกษา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์, สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งปรากฏผลการทดลองดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด. 2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมี 3 ตำรับทดลองคือ เศษผัก เศษผลไม้ และเศษผักผสมยูเรีย พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากผักผสมยูเรียมีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในการนำไปใช้เพาะปลูก เนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากผักผสมยูเรียมีปริมาณธาตุอาหารหลักและรองสูงที่สุด เนื่องจากการเติมปุ๋ยยูเรียจะส่งเสริมกิจกรรมจุลินทรีย์และช่วยให้ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในวัสดุเหลือใช้ถูกปลดปล่อยออกมาจำนวนมาก และเป็นการเร่งการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ให้เร็วขึ้น

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตของพืชผักชนิดต่างๆโดยมีกะหล่ำปลีรูปหัวใจเป็นพืชหลักในการศึกษาทั้ง 3 ฤดูการเพาะปลูกพบว่าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ไม่มีตำรับทดลองใดให้ผลผลิตสูงสุดในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจแต่ในตำรับที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุดในการเพาะปลูกฮ่องเต้ญี่ปุ่น ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ในตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุดในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจและการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาพบว่าการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจศูนย์พัฒนาพืชผัก

โครงการหลวงหนองหอย ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุดในทุกตำรับทดลองเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ

การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตของพืชผักชนิดต่าง ๆ โดยมีกะหล่ำปลีรูปหัวใจเป็นพืชหลักในการศึกษา ทั้ง 3 ฤดูการเพาะปลูกพบว่าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัย แม่โจ้ ในตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

Title The study on the efficient testing of liquid bio–compost production from agricultural residues for vegetable production in the highland

Author Mr.Wittaya Tanaree

Degree of Master of Science in Soil Agricultural Resources and Environmental Management

Advisory Committee Chairperson Dr. Arnat Tancho

ABSTRACT

The study on the efficient testing of liquid bio-compost production from agricultural residues for vegetable production in the highland, had three main objectives, namely : (1) to test the efficiency of LDD. 2 in decomposing agricultural residues, (2) to compare the efficiency of chemical fertilizer and biofertilizer on vegetable production, and (3) to test the efficiency of liquid bio-compost on vegetable production in four sites of the Royal Project Research Stations in Doi Inthanon, Doi Angkhang, Doi Nong Hoi and Maejo University. The results were as follows:

The efficient testing for LDD. 2 to decompose agricultural residues, had three treatments; using vegetable, fruit and vegetable with urea. Results showed that liquid bio-compost from vegetable with urea had the highest content of major and minor nutrient element due to the microorganis activities which had increased as affected by C/N ratio caused by urea addition.

The efficient comparison between chemical fertilizer and bio-fertilizer for vegetable production in which cabbage was the main crop, involved comparison of three sites with three crops and four treatments. The results showed that comparatively no high yield had been found in all treatments for cabbage production in Doi Inthanon site but the treatment of commercial bio-fertilizer no. 1 showed highest yield in Chinese Cabbage (Pai Tsai) production. For Doi Angkhang and Nong Hoi sites, treatment of commercial bio-fertilizer no. 1 showed highest yield in cabbage production.

On-site comparative study found that cabbage production in Doi Nong Hoi site showed the highest yield in all treatments when compared with other sites. Comparative testing on the use liquid bio-fertilizer on vegetable production, in which cabbage was the main crop

involved comparison of the four sites with four treatments. Results showed that treatment no. 3 (self - produced liquid bio-fertilizer) had the highest yield on cabbage production for Doi Inthanon, Doi Nhonghoi and Maejo sites. For Doi Angkhang site, treatment no. 2 (commercial bio-fertilizer no. 1) showed the highest yield in cabbage production.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาของประธานกรรมการที่ปรึกษาท่านอาจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช กรรมการที่ปรึกษา ท่านอาจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล ท่านอาจารย์น้ำเพ็ชร วินิจฉันกุล และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรึกษาตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนคณาจารย์เจ้าหน้าที่ภายในภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์อาจารย์ดนุวัต เพ็งอ้น ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อพื้นที่เกษตรทฤษฎีใหม่ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุกแห่ง ที่ได้ให้โอกาสใช้พื้นที่ภายในมูลนิธิโครงการหลวงในการศึกษาวิจัย และงบประมาณ จนการศึกษาเสร็จสิ้น และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายภายในมูลนิธิโครงการหลวงที่ได้ให้ความรู้และช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน เชียงใหม่ที่เอื้อเฟื้อหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 (สารเร่ง) ในการศึกษาทดลองเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ตลอดจนเอกสารการศึกษา ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบริษัทฟอเวิร์ด (ประเทศไทย 1989) จำกัดในการเอื้อเฟื้อข้อมูลปุ๋ยชีวภาพ และงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จนการศึกษาเสร็จสิ้นลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้กำลังใจ แนะนำ และให้คำปรึกษา อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงและขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องๆ ที่ได้ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือตลอดการศึกษา

วิทยา ตันอารีย์

เมษายน 2547

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
สารบัญเรื่อง	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(13)
สารบัญตารางภาคผนวก ก.	(14)
สารบัญตารางภาคผนวก ข.	(15)
สารบัญภาพภาคผนวก ง.	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ปัญหาขยะมูลฝอย	3
ความหมายปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำและปุ๋ยน้ำชีวภาพ	4
ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	6
การพิจารณาการเกิดกิจกรรมที่ดีทางกายภาพในระหว่างการหมักเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	7
การสังเกตปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่สมบูรณ์	8
ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	8
องค์ประกอบที่ได้จากการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	10
บทบาทของปุ๋ยน้ำชีวภาพ	15
ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า	16
ประเภทของการหมัก	18
รูปแบบการหมัก	21
ปัจจัยควบคุมอัตราการย่อยสลาย	25
จุลินทรีย์เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย	32
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง	33

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

		หน้า
	พืชผักเมืองหนาว	34
	พืชผักที่ใช้ในการศึกษา	37
บทที่ 3	วิธีการวิจัย	40
	การทดลองที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	40
	การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักบนที่สูง	42
	การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช	44
บทที่ 4	ผลการวิจัยและวิจารณ์	47
	การทดลองที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	47
	การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักบนที่สูง	51
	การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช	79
	การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน	87
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม		101
ภาคผนวก		107
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน	108
	ภาคผนวก ข. การแปลผลธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน	112
	ภาคผนวก ค. การคำนวณปริมาณธาตุอาหารในการทดลอง	114
	ภาคผนวก ง. ภาพการศึกษาทดลอง	117
	ภาคผนวก จ. ประวัติผู้วิจัย	123

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ความแตกต่างระหว่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำกับปุ๋ยหมัก	7
2	แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำชนิดต่าง ๆ	11
3	แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำแต่ละชนิด	12
4	การเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ	19
5	แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ำสุดสูงสุดต่อการปลูกพืชบางชนิด	36
6	แสดงส่วนผสมแต่ละตำรับการทดลอง	40
7	แสดงชนิดพืชที่ใช้ในการทดลองจำแนกตามฤดูเพาะปลูกและพืชที่ศึกษา	42
8	แสดงอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลองที่ 2	43
9	แสดงอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลองที่ 3	45
10	แสดงผลการสังเกตปุ๋ยอินทรีย์น้ำระหว่างการหมัก	47
11	แสดงปริมาณของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักที่ผลิตขึ้นเอง	50
12	แสดงความสูงของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	53
13	แสดงความสูงและผลผลิตของฮ่องเต้ญี่ปุ่นโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	53
14	แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	55
15	แสดงจำนวนใบและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	57
16	แสดงความสูงของเซเลอรี่โครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	57
17	แสดงจำนวนใบและผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	59
18	แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	60
19	แสดงความสูงและจำนวนใบของผักกาดหวานสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	61
20	แสดงจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
21	แสดงความสูงของผักกาดหางหงษ์สถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	63
22	แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	66
23	แสดงการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหางหงษ์โครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	66
24	แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหางหงษ์โครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	68
25	แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	69
26	แสดงความสูงและผลผลิตของปวยเหล็งโครงการหลวงหนองหนอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	70
27	แสดงจำนวนใบและผลผลิตของผักกาดหางหงษ์ของผักกาดขาวปลีโครงการหลวงหนองหอยฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	71
28	แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 1	72
29	แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 2	73
30	แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 3	74
31	แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 4	74
32	แสดงผลผลิตในตำรับทดลองที่ 2 และ 3	75
33	แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ	80
34	แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ	81
35	แสดงจำนวนใบและผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	82
36	แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	83
37	แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ	84
38	แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงหนองหอยฯ	84
39	แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำมหาวิทยาลัยแม่โจ้	85
40	แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองโครงการหลวงอินทนนท์ฯ	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
41	แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	91
42	แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองโครงการหลวงหนองหอยฯ	93
43	แสดงต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำในการทดลองต่อ 1,000 ลิตร	98
44	แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ	98
45	แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำที่โครงการหลวงอินทนน์และสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	99
46	แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำที่โครงการหลวงหนองหอยและมหาวิทยาลัยแม่โจ้	99

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน	20
2	กระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน	21
3	ไดอะแกรมการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธี Windrow	22
4	กองปุ๋ยหมักแบบ Windrow (a) และ Static Pile (b)	23
5	ถังปฏิกิริยาวางในแนวตั้ง	24
6	ถังปฏิกิริยาวางในแนวนอนแบบถังหมุน	25
7	แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	52
8	แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	54
9	แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	56
10	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1	59
11	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2	62
12	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3	64
13	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูก ที่ 1	65
14	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูก ที่ 2	68
15	แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูก ที่ 3	70
16	แสดงผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์	80
17	แสดงผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	82

สารบัญตารางภาคผนวก ก.

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินโครงการหลวงอินทนนท์ฯ	109
2	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	110
3	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินโครงการหลวงหนองหอยฯ	111

สารบัญตารางภาคผนวก ข.

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	การประเมินความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	113
2	การประเมินธาตุอาหารในดิน	113

สารบัญภาพภาคผนวก ง.

ภาพ		หน้า
1	การพรวนดินเพื่อขึ้นแปลงทดลอง	118
2	แปลงทดลองคลุมด้วยพลาสติก	118
3	การเพาะกล้าทดลอง	119
4	การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ	119
5	การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ	120
6	การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด	120
7	ป้ายแปลงทดลอง	121
8	การเก็บเกี่ยวผลผลิต	121
9	กะหล่ำปลีรูปหัวใจหลังการตัดแต่ง	122

บทที่ 1
บทนำ
(INTRODUCTION)

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา มีการเร่งรัดพัฒนามากมายทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม เพื่อรองรับการเพิ่มของประชากรที่กำลังเพิ่มขึ้น ในกระบวนการผลิตทั้งในด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมนับตั้งแต่การเพาะปลูกจนถึงการนำวัตถุดิบไปแปรรูปและบรรจุหีบห่อเพื่อการส่งออกจะมีของเสียและของเหลือทิ้งจำนวนมาก อาทิเช่น วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว เศษจากต้นอ้อย เศษและซังข้าวโพด วัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อย กากมันสำปะหลัง วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือนและวัสดุอื่น ๆ เช่น มูลสัตว์ต่าง ๆ

นอกจากปัญหาปริมาณของเหลือทิ้งที่เพิ่มขึ้นจากการเร่งรัดการพัฒนาเพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นของประชากร และการขยายตัวของประเทศ ในภาคเกษตรกรรมซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งวัตถุดิบขนาดใหญ่สำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรมด้วยกันแล้ว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณมาก ทำให้ผู้ผลิตหน่วยย่อยหรือเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารเคมียาปราบศัตรูพืชที่มากเกินไป เพื่อทำให้รายได้สูงจึงมีการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวไม่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรและผลตอบแทนสูงสุด เพราะนอกจากทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ด้านกายภาพ ด้านชีวภาพแล้วยังก่อให้เกิดมลพิษในดินและน้ำอย่างมากมายเป็นอันตรายต่อชีวิตคน สัตว์ อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นการจัดการของเหลือทิ้งและการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ต้องอาศัยองค์ความรู้ในการหลายด้านพร้อมกัน คือ การจัดการขยะ การแยกขยะจากแหล่งกำเนิดเพื่อนำบางส่วนกลับไปใช้ใหม่ (recycle) การแยกสารอินทรีย์ซึ่งมีอัตราส่วนสูงในขยะชุมชนเพื่อนำไปผลิตปุ๋ย เป็นต้น

การทำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักนับเป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นเพื่อแก้ไขและจัดการวัสดุเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก โดยมีแนวคิดเพื่อลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเพื่อการเกษตร ซึ่งพบว่าการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นการจัดการมูลฝอยและวัสดุเหลือทิ้งที่ถูกหลักวิชาการอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ในการกำจัดมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ กระบวนการทางธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนรูปขยะที่ย่อยสลายได้ไปเป็นปุ๋ยโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการสลายหรือแปรสภาพสารอินทรีย์ทั้งในสภาพที่มีอากาศให้กลายเป็นอินทรีย์วัตถุที่คงรูป มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเป็นประโยชน์ต่อพืช (สมศักดิ์, 2538) ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรหรือประชาชนนำไปใช้ และก่อนที่จะมีการส่งเสริมให้มีการใช้อย่างแพร่หลายต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(Objectives of the Study)

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก

ขอบเขตของการวิจัย

(Scope of the Study)

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 กรมพัฒนาที่ดินในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ซึ่งคัดเลือกใช้เศษวัสดุเหลือใช้ จำนวน 2 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 ตำรับ คือ เศษผัก เศษผลไม้และเศษผักผสมยูเรียและทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักบนที่สูง ร่วมกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและลผลผลิตของพืชผักบนที่สูง มีพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พืชหลักในการทดลอง คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(Expected of the Results)

1. ได้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้
2. ทำให้ทราบถึงชนิดของเศษวัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมต่อการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
3. ทำให้ทราบถึงวิธีการ เทคนิคและระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
4. เป็นแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการเพาะปลูกตลอดจนส่งเสริมและพัฒนาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

(REVIEW OF RELATED LITERATURE)

การกำจัดมูลฝอยและของเหลือทิ้งมีอยู่หลายวิธี บางวิธีเหมาะกับประเภทของขยะชนิดหนึ่งแต่บางวิธีอาจไม่เหมาะสมในการกำจัดของเหลือทิ้งเหล่านี้จะเลือกใช้วิธีใดจะต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่างประกอบกันเพราะวิธีการที่ใช้ในแห่งหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับชุมชนอีกแห่งหนึ่งก็ได้ ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการแปรรูปจากมูลฝอยและของเหลือทิ้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์เช่น ยาปฏิชีวนะ การผลิตแอลกอฮอล์ เซลล์โปรตีน กรดอินทรีย์ (Brown, 1983) การหมักปุ๋ย การเพาะเห็ด เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ในการหมักปุ๋ยมักใช้ที่มีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง เช่น มูลสัตว์ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ขยะชุมชน ขยะอุตสาหกรรมเป็นต้น เมื่อวัสดุเหล่านี้ได้ผ่านการหมักจนเป็นปุ๋ยที่สมบูรณ์แล้ว จะมีคุณสมบัติในการปรับปรุงและบำรุงดิน โดยทางด้านกายภาพ จะช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดิน เนื้อดิน ส่งเสริมการเชื่อมเกาะตัวของดิน (Brinton, 1979) ด้านเคมีของดินเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร รวมไปถึงด้านชีวภาพจะมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน และแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟต เพิ่มสูงขึ้น (Kundu and Gaur, 1980) ปุ๋ยหมักเมื่ออยู่ในดินจะค่อย ๆ ย่อยสลายและปล่อยธาตุอาหาร ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาวทำให้การใช้ธาตุอาหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Stefen, 1979; Elfvin, et al., 1981) นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งไม่มีในส่วนประกอบของปุ๋ยเคมี และมีผลส่งส่งเสริมการทำลายผนังเซลล์เส้นใยของเชื้อราสาเหตุของโรคพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เนื่องจากการปลดปล่อยเอนไซม์บางชนิดเช่น chitnase และ laminarinase ของ *Bacillus subtilis* เพิ่มสูงขึ้น

ปัญหาขยะมูลฝอย

ในสถานการณ์ปัจจุบันการจัดการขยะมูลฝอยเป็นปัญหาสำคัญของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นในเขตชุมชนและท้องถิ่นทุกระดับรวมทั้งกรุงเทพมหานคร ปริมาณขยะมูลฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการขยายตัวของชุมชน การส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยว และการขยายตัวของภาคธุรกิจด้านต่างๆ จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศในรอบสิบปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2535 - 2544) พบว่าในปี พ.ศ. 2544 ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ

30 หรือประมาณวันละ 38,600 ตัน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1, 2547) ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยในอนาคตมีแนวโน้มของปัญหาเพิ่มมากขึ้นอาจเนื่องจาก ได้แก่ รูปแบบและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจะมีความยากต่อการกำจัด การต่อต้านคัดค้านของประชาชนในการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยการขาดแคลนที่ดินในการก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย การขาดแคลนเจ้าหน้าที่ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวม การเก็บขน การขนส่ง และกำจัดขยะมูลฝอยนอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานตลอดจนงบประมาณในการดำเนินงาน รวมทั้งการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่น ซึ่งทำให้การจัดการขยะมูลฝอยขาดประสิทธิภาพก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนได้

ประเภทของขยะมูลฝอย

โดยทั่วไปขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

ประเภทที่ 1 ขยะมูลฝอยชุมชน (municipal waste)

ประเภทที่ 2 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste)

ประเภทที่ 3 ขยะที่มีอันตรายสูง (hazardous waste)

ซึ่งในปี พ.ศ. 2545 พบว่า การใช้ประโยชน์ของเสียชุมชน มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศประมาณ 14.2 ล้านตัน คิดเป็นอัตราการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยร้อยละ 1 และขยะมูลฝอยมีองค์ประกอบทางกายภาพที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (recyclable waste) มีประมาณ 6.2 ล้านตัน และประเภทขยะย่อยสลายที่เหมาะแก่การทำปุ๋ยอีกประมาณ 6.4 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 44 และร้อยละ 45 ตามลำดับ และมีปริมาณการนำขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้จากชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ประเภท 2.7 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ19 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมด แบ่งเป็นประเภทขยะรีไซเคิลประมาณ 2.4 ล้านตัน และขยะย่อยสลายได้ประมาณ 0.3 ล้านตัน ซึ่งลักษณะการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่นั้น ขยะประเภทขยะชุมชนที่เป็นขยะย่อยสลายที่สามารถนำมาทำปุ๋ยได้นั้น ก็นับเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการจัดการขยะที่กำลังได้นับความนิยม (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1, 2547)

ความหมายปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และปุ๋ยน้ำชีวภาพ

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ควบคุมให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์มากที่สุดจนกระทั่งได้ผลิต

ผลที่มีความคงตัวซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระยะเวลาในการหมักแบบธรรมชาตินั้นใช้ระยะเวลานานประมาณ 3 เดือนจนถึงเป็นปีขึ้นอยู่กับลักษณะส่วนประกอบของเศษพืชที่นำมาหมักและปัจจัยของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ (Logsdon, 1976) ฉะนั้นการปรับสภาพของปัจจัยหลายอย่างให้เหมาะสมต่อการย่อยสลายจะช่วยลดระยะเวลาในการหมักให้สั้นลงเช่น การใช้สารเร่งและการเลือกวัสดุที่เหลือใช้นำมาทำปุ๋ยหมัก (Mathur, 1980)

ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ที่สามารถก่อให้เกิดกระบวนการการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสารประกอบของธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (นันทกร, 2543)

ปุ๋ยชีวภาพเป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนแล้วมาผสมดินที่ใช้เพาะปลูกเพื่อให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณจนมากพอที่จะสร้างคุณประโยชน์ให้แก่ดินและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (กาญจนา, 2543)

ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่มีจุลินทรีย์ที่สามารถทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช หลักการผลิตปุ๋ยชีวภาพ คือการผลิตเชื้อจุลินทรีย์ ประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วในปริมาณที่มากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จุลินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพมีมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีวิธีการเลี้ยงขยายเพื่อเพิ่มจำนวนแตกต่างกันไป จุลินทรีย์ที่สามารถเลี้ยงเจริญเติบโตได้เร็ว ในอาหารเลี้ยงเชื้อ จะสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก ในระยะเวลาอันสั้นและยุ่งยากน้อยกว่าพวกที่ไม่สามารถเลี้ยงให้เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ การผลิตเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป แต่สิ่งที่ต้องคำนึงในการผลิตปุ๋ยชีวภาพคือ

1. เชื้อที่นำมาเลี้ยงต้องบริสุทธิ์ ไม่มีการปนเปื้อนและประสิทธิภาพดี
2. ต้องผลิตให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่บริสุทธิ์
3. ผลิตให้ได้ในปริมาณที่เพียงพอในการที่จะนำไปใช้ต่อไป

ปุ๋ยชีวภาพ อาจจำแนกได้ 3 พวกใหญ่ คือ

1. จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจน (N_2-fixing microorganism)
2. จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ฟอสเฟต (phosphate solubillizing microorganisms)
3. จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส (cellulolytic microorganisms)

ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ (Liquid Organic Fertilizer) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2545) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ ไว้ว่า

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึง สารละลายที่ได้จากการย่อยสลายของเศษพืชและสัตว์โดยกระบวนการหมักไร้อากาศ ซึ่งมีจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ คือ แบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus sp., Lactobacillus sp.* และ *Stereptococcus sp.* ราได้แก่ *Aspergilus niger, Penicilin sp.* และ *Rhizopus sp.* และ ยีสต์ได้แก่ *Cadnida sp.*และ *Saccharomyces sp.* ทำหน้าที่ย่อยสลายปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และทคโนโลยีแห่งประเทศไทย แบ่งเป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำที่ได้จากพืช สัตว์ และมูลสัตว์

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพ มีความหมายเดียวกัน คือเป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์โดยมีกากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ สารละลายเข้มข้นอาจจะมีสีน้ำตาล กรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ซึ่งถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบว่า สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ปุ๋ยน้ำชีวภาพเป็นปุ๋ยน้ำที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชและสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพไม่มีออกซิเจน (Anerobic Condition) มีจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลายรวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลายได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (สุริยา, 2542)

ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

1. ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ผลิตจากพืช

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือปุ๋ยน้ำชีวภาพจากพืชนั้น ได้แบ่งออกเป็นการผลิตจากผักหรือเศษพืช และการผลิตจากขยะเปียก

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากผักหรือเศษพืช เป็นการหมักในภาชนะปากกว้างที่มีฝาปิดโดยการนำเศษพืชที่มีขนาดเหมาะสมมาผสมกับกากน้ำตาลเรียงเป็นชั้น ๆ มีอัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1:3 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศปิดภาชนะให้แน่นและนำไปทิ้งไว้ในที่ร่มประมาณ 3 – 7 วัน จนเกิดของเหลวข้นสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนและเอนไซม์อื่น ๆ (ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2542)

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากขยะเปียก เป็นการหมักโดยการนำเอาของเปียกได้แก่ เศษอาหาร เศษผักและผลไม้มาใส่ในถังหมักแล้วเอาปุ๋ยจุลินทรีย์โรยลงไปประมาณเศษ 1 ส่วน 20

ของปริมาตรขยะแล้วปิดฝาให้เรียบร้อยทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 10 – 14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียก บางส่วนกลายเป็นน้ำ โดยน้ำที่ละลายจากขยะเปียกสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ โดยนำไปเจือจาง กับน้ำในอัตราส่วน น้ำปุ๋ย 1 ส่วนต่อน้ำธรรมดา 100 – 1,000 ส่วน

2. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากสัตว์

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากสัตว์เป็นการหมักที่ได้จากการสลายเศษวัสดุเหลือใช้เช่น ปลา หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือดปลา ผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายด้วยการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วได้สารละลายสีน้ำตาลเข้มประกอบด้วยธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอีกด้วย (สุริยา, 2542)

ตาราง 1 ความแตกต่างระหว่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำกับปุ๋ยหมัก

ความแตกต่าง	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	ปุ๋ยหมัก
1. ชนิดวัสดุ	ลักษณะสดหรืออวบน้ำ(ผักและผลไม้สด เศษปลา)	ลักษณะแห้ง (ฟางข้าว กากอ้อย)
2. องค์ประกอบวัสดุ	มีเซลลูโลสน้อยแต่สารอาหารสะสมมาก	มีเซลลูโลสมากแต่มีสารอาหารสะสมน้อย
3. กระบวนการหมัก	เป็นสภาพไม่ต้องการอากาศ	ต้องการอาหาร
4. กลุ่มจุลินทรีย์	เป็นจุลินทรีย์ที่ใช้น้ำตาลและอลกอฮอล์	เป็นจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส
5. pH	pH 3.4 (เป็นกรด)	pH 6 – 7.5 (เป็นกลาง)

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

การพิจารณาการเกิดกิจกรรมที่ดีที่ทางกายภาพในระหว่างการหมักเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ในระหว่างการหมักอยู่ในถังหรือภาชนะนั้น ควรสังเกตกิจกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อแสดงว่ากระบวนการหมักเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์โดยสังเกตจาก

ฝ้าขาวหรือโคโลนี ฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กลิ่นของแอลกอฮอล์ที่ฉุน เนื่องมาจากการเจริญเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ในการหมัก จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน ซึ่งมักจะพบในช่วง 1 – 3 วันแรก เมื่อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นก่อให้เกิดกระบวนการ

หายใจของกลุ่มจุลินทรีย์พวกยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตกรดอินทรีย์ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการหมักวัสดุ ก็จะเกิดฟองก๊าซและกลิ่นฉุนนั่นเอง

นอกจากนี้ความใสของสารละลาย ลักษณะเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงสีน้ำตาลเข้าเนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ซึ่งจะช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่เกิดการเน่าเสีย ในกรณีที่สารละลายเกิดการขุ่นแสดงว่าเกิดการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทำให้เกิดการเสื่อมเสียของสารอาหารในสารละลายและมีกลิ่นเหม็น

การสังเกตปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่สมบูรณ์

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผ่านกระบวนการหมักโดยสมบูรณ์แล้ว กระบวนการหมักสิ้นสุดลง พร้อมที่จะนำไปใช้ทำให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงมีข้อสังเกตคือ

เมื่อกระบวนการสิ้นสุดลง การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง จะพบ ฝ้าขาวบนผิวหน้าของวัสดุหมักลดลง ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีแต่น้อยมาก กลิ่นแอลกอฮอลล์ที่เกิดจากจุลินทรีย์จำพวกยีสต์ในการผลิตกรดอินทรีย์นั้นได้ใช้น้ำตาลเสร็จสิ้นในกระบวนการหมัก แต่จะมีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นกลิ่นมาจากการผลิตกรดอินทรีย์ทำให้มีความเป็นกรดสูงขึ้น เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า pH พบว่าอยู่ระหว่าง 3 – 4 แสดงว่ามีการผลิตกรดอินทรีย์จำพวกแลคติกและกรดอะซิติก สุดท้ายจะได้ของเหลวใสสีน้ำตาล เป็นการแสดงกิจกรรมการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์พร้อมนำไปใช้ต่อไป

ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถแบ่งได้ออกเป็นประโยชน์ต่อสมบัติบางประการของดิน และต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพบว่า

1. ประโยชน์ต่อสมบัติบางประการของดิน พบว่ามีผลต่อสมบัติทางชีวภาพและทางเคมีกายภาพของดินโดยทางชีวภาพเป็นการเพิ่มอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน เพราะในปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีแหล่งของสารอาหารได้แก่ แร่ธาตุ กรดอินทรีย์ และฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญและเพิ่มจำนวนเซลล์และกิจกรรมจุลินทรีย์ ซึ่งนับว่าเป็นอาหารเสริมของจุลินทรีย์ในการเจริญเติบโตนั่นเอง และด้านกายภาพของดินนั้น

สมบัติทางเคมีของกายภาพของดิน เป็นการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพสมบัติทางชีวภาพเคมีและกายภาพของดิน โดยปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินได้แก่ จุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัสและยีสต์ โดยมีบทบาทในการช่วยแปรสภาพธาตุอาหารในดินออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น และยีสต์จะปลดปล่อยฮอร์โมนหรือวิตามินเป็นแหล่งอาหารให้กับกลุ่มจุลินทรีย์ที่แปรสภาพแร่ธาตุในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น การเพิ่มระดับธาตุอาหารพืชในดินจะแปรผันตามกับการเพิ่มระดับ pH ของดิน สำหรับความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้น อาจเป็นผลเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เพิ่มขึ้นนี้จะแทรกอยู่ในระหว่างอนุภาคของดินซึ่งมีผลทำให้ดินมีการเก็บความชื้นได้มากขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

2. ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นการส่งเสริมและเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืชเพราะในปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีส่วนประกอบของฮอร์โมน กรดอินทรีย์ และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ โดยที่ฮอร์โมนออกซินจะมีหน้าที่ในการช่วยให้เซลล์พืชมีการขยายตัวได้มากขึ้น จึงมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นขยายตัวใหญ่ขึ้น สำหรับฮอร์โมนจิบเบอร์เรลลิน จะทำหน้าที่ช่วยในการยืดตัวของลำต้น นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำทุกชนิดมีกรดฮิวมิกมีคุณสมบัติคล้ายกับฮอร์โมนพืชโดยจะมีปริมาณฮอร์โมนออกซินอยู่มาก ซึ่งมีความสำคัญในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของรากและลำต้นพืชได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะมีผลต่อการตอบสนองของพืชเด่นชัดเมื่อมีการจัดการดินให้มีความเหมาะสมทั้งในด้านกายภาพและเคมีของดินก่อน กล่าวคือ โครงสร้างของดินจะต้องมีการปรับปรุงด้วยปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้ดินมีความโปร่งร่วนซุย มีการถ่ายเทอากาศดีและทางด้านเคมีของดินนั้นจะต้องมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย

นอกจากนี้ยังมีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ดพืช โดยเป็นการกระตุ้นการงอกของเมล็ดทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้นเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีองค์ประกอบของฮอร์โมนออกซิน และจิบเบอร์เรลลิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งฮอร์โมนจิบเบอร์เรลลินจะมีผลต่อการยืดตัวของเซลล์รากที่งอกออกมาจากส่วนของเมล็ดได้มากขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์ จากปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หรือปุ๋ยน้ำชีวภาพ สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ (สุริยา, 2542)

1. ใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง ปุ๋ยน้ำชีวภาพประกอบด้วยสารต่าง ๆ และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้น ก่อนนำไปใช้ประโยชน์จึงต้องทำการเจือจางมาก ๆ คืออัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำสะอาด 1 : 500 การใช้ปุ๋ยน้ำจะต้องมีความระมัดระวังมาก ถ้าใช้เข้มมากเกินไปพืชจะชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเหลือง ถ้าใช้ในอัตราที่พอเหมาะพืชจะมีลักษณะที่เขียวสดใบเป็นมันส่วนที่จะชะงักการเจริญเติบโตอยู่ที่ตาที่มักจะแตกตาเป็นใบภายในเวลา 1

สัปดาห์ ดังนั้น การใช้จึงควรใช้อัตราเจือจางเป็นเกณฑ์ที่สามารถใส่ให้แก่ต้นไม้ได้น้อยครั้ง เช่น 3 ถึง 7 วันต่อครั้ง

2. ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยอินทรีย์ น้ำสกัดชีวภาพยังสามารถนำมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์ โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้คลุกเคล้ารวมกับมูลสัตว์ และแกลบดำที่ละเอียด คลุมด้วยกระสอบป่านใช้เวลา 3 วัน ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3. ใช้ป้องกันกำจัดแมลง โดยการผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพ ในอัตราเจือจางฉีดพ่นโดยเฉพาะเพลี้ยแป้ง ฉีดพ่น 3 – 4 ครั้ง ปล่อยทิ้งไว้อีก 7 วัน ทำการพ่นอีก 2 – 3 ครั้ง เพลี้ยแป้งจะตายใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียและเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำสกัดชีวภาพสามารถนำไปย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่นสระน้ำ บ่อน้ำที่มีอินทรีย์วัตถุย่อยสลายบูดเน่า ก็สามารถใช้น้ำสกัดชีวภาพใส่ลงไปในแหล่งน้ำดังกล่าว โดยใช้น้ำสกัดในอัตรา 1 : 100 , 1 : 250 หรือ 1 : 500 โดยคิดจากปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ เช่น ปริมาณน้ำ 1,000 ส่วน เติมสารสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ส่วนระยะเวลาการย่อยสลายใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ขึ้นไป

4. ใช้กับสัตว์เลี้ยง (ไก่กับสุกร) โดยการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ผสมกับน้ำสะอาดนำไปใช้เลี้ยงไก่ และสุกร เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นโรค โดยวิธีดังกล่าวมีสรรพคุณทำให้สัตว์แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรคและสำคัญพืชคอกไก่ไม่มีแอมโมเนียซึ่งส่งผลให้ไก่ไม่เป็นโรค

องค์ประกอบที่ได้จากการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก มีลักษณะของเหลวสีน้ำตาลซึ่งได้จากสารละลายของเซลล์วัสดุหมักและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักประกอบด้วย

1. ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักมักแตกต่างไปขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้หมัก พบว่า วัสดุที่ทำจากปลามีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำชนิดอื่น ๆ ส่วนผักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองใกล้เคียงกันกับผลไม้ สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่ได้จากหอยเชอรี่จะมีแคลเซียมมากเช่นเดียวกันปลาแต่มีปริมาณธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ ใกล้เคียงกันกับผักและผลไม้

ตาราง 2 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำชนิดต่าง ๆ

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	ธาตุอาหาร(เปอร์เซ็นต์)						ค่า pH	ค่า EC (dS/m)
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S		
1. น้ำปลา	0.98	1.12	1.03	1.66	0.24	0.20	4.35	21.60
2. น้ำผัก	0.14	0.30	0.40	0.68	0.26	0.27	4.3	15.9
3. น้ำผลไม้	0.23	0.05	0.67	0.58	0.01	0.17	3.6	3.78
4. น้ำหอยเชอรี่	0.35	0.25	0.85	1.65	0.29	0.15	4.65	29.18
5. น้ำผักพื้นเมือง	0.23	0.01	0.39	0.059	0.034	0.66	3.8	2.19
6. น้ำนม	0.49	0.31	0.59	0.21	0.09	0.18	4.54	5.45
7. ผงชูรส	0.99	0.009	0.004	0.00	0.00	0.00	5.9	59
8. เลือดปลา	0.84	0.006	0.004	0.00	0.00	0.00	5.2	63

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2544)

Leemaharoungruang (1988) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากขยะเทศบาลในกรุงเทพมหานครโดยใช้วิธีการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ โดยผสมสารเร่ง (seeding) ของกรมพัฒนาที่ดินในการทดลองทั้ง2 การทดลองคือการทดลองที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงสารเร่ง กับไม่ใช่สารเร่งและการทดลองที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงการเติมอากาศ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการหมักปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติที่ดีในการบำรุงดิน โดยมีธาตุอาหาร (N : P : K) มีค่า 1.3 : 2 : 1 และ 2.25 : 2 : 1 ในการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ C/N ratio มีค่าต่ำกว่า 20 ทั้ง 2 การทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่า 1.0 – 1.8% และ 1.2 – 1.6% ในการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมมีค่า 0.5 – 0.9% ในการทดลองที่ 1 และ 0.6 – 0.8% ในการทดลองที่ 2

Rao - Bhamidimarri and Pandey (1996) ได้ทำการหมักของเสียจากฟาร์มหมูโดยไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ย (static pile) เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ วัสดุที่ใช้จะเป็นการผสมกันระหว่างของเสียของฟาร์มหมูผสมกับขี้เลื่อย เพื่อเพิ่มความพรุน ซึ่งได้มีการทดลอง 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ทำการควบคุมอัตราส่วนระหว่างของเสียกับขี้เลื่อยให้คงที่และเปลี่ยนอัตราการเติมอากาศส่วนการทดลองที่ 2 เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างของเสียกับขี้เลื่อยแต่ควบคุมอัตราการเติมอากาศให้คงที่

พบว่าของเสียจากฟาร์หมูนี้มีปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงมากโดยมีค่า 16.52 mg/g และ 7.7 mg/g ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจนมีค่า 6.53 mg/g และฟอสฟอรัส 3.9 mg/g ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อสิ้นสุดการหมักปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ลดลงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพที่ดีจึงควรมีการเพิ่ม

ปริมาณคาร์บอนลงไปในอัตราส่วนที่เหมาะต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 70 องศาเซลเซียส ในวันที่ 3 – 4 ของการหมัก แล้วจึงค่อย ๆ ลดลงตามเวลาของการหมัก อุณหภูมิในช่วง Thermophilic นี้จะช่วยลดจำนวนเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็วแต่ต้องระวังไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกินไป เนื่องจากจะไปยับยั้งอัตราการย่อยสลายของจุลินทรีย์ได้

2. ธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ)

ปริมาณธาตุอาหารเสริมของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะพบมากในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหอยเชอรี่ ซึ่งจะมีปริมาณธาตุอาหารเสริมมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำชนิดอื่น ๆ ได้แก่ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสีแลโบรอน เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าปริมาณเหล็กในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะพบมากในปลากระดูกป่น และหอยเชอรี่ ปริมาณแมงกานีส พบมากในปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา กระดูกป่น หอยเชอรี่ ผักรวม สำหรับธาตุโบรอนจะพบมากในผลไม้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ตาราง 3 แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำแต่ละชนิด

ชนิดปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	ธาตุอาหารเสริม (mg/l)				
	เหล็ก	แมงกานีส	ทองแดง	สักกะสี	โบรอน
ปลา	110	40	20	2	-
ปลา+กระดูกป่น	360	50	2	3	-
หอยเชอรี่	150	100	120	200	-
ผักรวม	30	50	20	1.5	-
ผัก+กระดูกป่น	60	20	10	1	-
ผลไม้รวม	10	-	10	10	14
มะละกอ+กล้วย+กระดูกป่น	240	50	20	3	-

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2544) และกรมวิชาการเกษตร (2544)

3. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ค่าพีเอชของปุ๋ยอินทรีย์น้ำทุกชนิดโดยส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรด เพราะในกรรมวิธีการหมักนั้น จุลินทรีย์จะทำการสร้างกรดอินทรีย์ในปริมาณมาก ได้แก่ กรดแลคติกและกรดอะซีติก ซึ่งค่าเฉลี่ยของพีเอชในปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก เท่ากับ 4.3

4. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (Electrical Conductivity : EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (EC) จากการหมักวัสดุแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันโดยพบว่า ค่า EC ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปลา ผัก และหอยเชอรี่จะใกล้เคียงกันมีค่า

21.60 , 15.93 และ 29.18 เดซิมีเมนต่อเมตร (dS/m) ในขณะที่ค่า EC ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำผลไม้และพืชพื้นเมืองจะมีค่าเฉลี่ย 3.78 และ 2.19 dS/m การที่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา และหอยเชอรี่มีค่า EC สูงนั้นอาจเป็นผลมาจากในวัสดุเศษปลาและหอยเชอรี่มีแร่ธาตุที่ก่อให้เกิดค่า EC สูง เช่น ธาตุโซเดียม หรือคลอรีน

5. กรดฮิวมิก (Humic Acid) ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

กรดฮิวมิกในปุ๋ยอินทรีย์น้ำแต่ละชนิดค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งกรดนี้จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก โดยในช่วงแรกของการหมักจะเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดกระบวนการแปรสภาพจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วหลังจากนั้นการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าลงจนแปรสภาพเป็นสารฮิวมิก ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้าง ซับซ้อนสลายตัวได้ยาก สารฮิวมิกจะมีสมบัติเป็นสารคอลลอยด์ประกอบด้วยฮิวมิน (Humin) กรดฟุลวิค (Fulvic acid) และกรดฮิวมิก (Humic acid) ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากพืชชนิดต่าง ๆ จะมีปริมาณกรดฮิวมิกไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

6. ฮอร์โมนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้นตะมีฮอร์โมนอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้น โดยฮอร์โมนนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulation) มีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ฮอร์โมนที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ ออกซิน (Auxin) จิบเบอร์เรลลิน (Gibberellin) และไซโตไคนิน (Cytokinin) ซึ่งฮอร์โมนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ฮอร์โมนทั้งสามชนิดจะช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช และขยายพันธุ์ของเซลล์จุลินทรีย์ โดยจากการศึกษาพบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักจะมีฮอร์โมนไซโคไคนินเด่นชัดมีค่า 15.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ฮอร์โมน Auxin มีบทบาทต่อพืช ทำให้การเกิดรากฝอยและรากแขนงเพิ่มขึ้น (Root Initiation) เซลล์พืชมีการขยายตัวมากขึ้น (cell division) การติดผลดีขึ้นและเจริญเติบโตดี (fruit setting and growth) ส่งเสริมการออกดอก (flowering promotion) กระตุ้นการสุกของผล (fruit ripening) เพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ (increased enzyme activity)

ฮอร์โมน Gibberellin มีบทบาทต่อพืชกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของพืช (cell division stimulation) มีการยืดตัวของลำต้นมากขึ้น (hyperelongation of stem) ชักนำให้เกิดการงอกของเมล็ดพืช (induction of seed germination) การติดผลดีขึ้น (fruit setting) กระต้นการสุกของผล (fruit ripening) ส่งเสริมการออกดอก (flowering promotion) พัฒนาการเกิดหน่อข้าง (axillary bud development)

ฮอร์โมน Cytokinin มีบทบาทต่อพืชเพิ่มการแบ่งตัวของเซลล์พืช (enhanced cell division) ส่งเสริมการพัฒนารากพืช (enhanced root development) ส่งเสริมการเกิดรากขนอ่อน (enhanced root formation) ทำให้เกิดหน่ออ่อน (shoot initiation) ตาดอก (bud formation) เกิดการขยายตัวของใบเพิ่มขึ้น (leaf expansion) เพิ่มอัตราการเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง (increased photosynthetic rate)

7. เอนไซม์บางชนิดในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ จะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิด ผลิตเอนไซม์หรือน้ำย่อยในการแปรสภาพอินทรียสารให้อยู่ในรูปของอนินทรียสารซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์ต่อไป นอกจากนี้ยังพบเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีนโดยการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่ปลดปล่อยออกมาจากเซลล์พืชหรือสัตว์แทนการวิเคราะห์เอนไซม์ Protease ซึ่ง พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาหรือหอยเชอรี่เป็นปุ๋ยที่มีเอนไซม์ฟอสฟาเทสและโปรตีนที่ถูกปลดปล่อยออกมาเซลล์ปลาหรือหอยเชอรี่ ในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักส่วนเอนไซม์เซลลูเลสในปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาและหอยเชอรี่จะมีปริมาณที่ต่ำกว่าในปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

8. จุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ แต่ละชนิดพบว่าจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเป็นพวกแบคทีเรียทั้งหมดแบคทีเรียและราแปรสภาพฟอสฟอรัสและยีสต์ แต่จะพบว่ามีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณจุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์แห้งหรือปุ๋ยหมัก แบคทีเรียทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะพบว่าอยู่ในช่วงระหว่าง 3.0 - 4.0 log.no.ต่อมิลลิเมตร ปุ๋ยอินทรีย์ปลาและหอยเชอรีจะมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแปรสภาพฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักและผลไม้ ปริมาณยีสต์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทุกชนิดจะค่อนข้างใกล้เคียงกัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

นอกจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้น จะเห็นได้ว่าในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ได้จากการหมักจะมีกรดอินทรีย์หลากหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น กรดอะซีติก กรดฟอร์มิก กรดอะมิโนและกรดฮิวมิก ซึ่งกรดเหล่านี้เกิดจากการดำเนินงานของกิจกรรมของจุลินทรีย์ระหว่างการหมัก โดยกรดอะซิติกได้มาจากวัสดุหมักผักและผลไม้ กรดอะมิโนและกรดฮิวมิกได้มาจากวัสดุหมักจากสัตว์ ซึ่งกรดต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีค่าของความเป็นกรดสูงอยู่ระหว่าง 3 – 4 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

บทบาทของปุ๋ยน้ำชีวภาพ

พงศ์เทพ (2543) กล่าวว่า จากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความสมบูรณ์ของดินลดลงแถมต้นทุนการผลิตก็เพิ่มมากขึ้น ปุ๋ยน้ำชีวภาพจึงได้ก้าวเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพราะมีคุณสมบัติปรับโครงสร้างของดิน เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่ได้นำเอาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อดินและพืชมาทำการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น แล้วเติมลงไปในดินที่จะเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพนั้นจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถผลิตธาตุอาหารและกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ดี
- เจริญเติบโตได้รวดเร็วและสามารถเพาะเลี้ยงได้ในปริมาณที่มาก
- ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ได้ดีในทุกแหล่งที่เพาะปลูก
- มีความคงทนต่อสารเคมีทางการเกษตร เช่น สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดวัชพืช

วรรณอนงค์ (2543) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพว่าเป็นทางเลือกที่ดีเป็นการพัฒนาในวงการเกษตรอีกด้านหนึ่ง โดยการใช้จุลินทรีย์เข้ามาร่วมในกระบวนการผลิตพืชการเกษตร เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ดีอย่างเหมาะสมปลอดภัย พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีและยังต้านทานต่อโรคและแมลงได้อีกด้วย

เปรมปรี (2543) ได้แนะนำปุ๋ยน้ำชีวภาพที่มีธาตุอาหารมากที่สุด คือปุ๋ยปลาหมักผสมกรดฟอร์มิค ที่ใช้ในการทำลายยางแผ่นร่วมกับกากน้ำตาล เพื่อกลบกลิ่นเหม็นโดยใช้สูตร ปลา 100 กิโลกรัม กรดฟอร์มิคเข้มข้น 3.5 ลิตร กากน้ำตาล 20 ลิตร (สูตรของ วท.) กรดฟอร์มิคจะช่วยย่อยสลาย กากน้ำตาลจะช่วยกลบกลิ่นเหม็น ส่วนสูตรของเกษตรกรคือ ปลา 60 กิโลกรัม กากน้ำตาล 20 ลิตร จุลินทรีย์ พด.1 หรือเชื้อทำปุ๋ยหมักที่มีขายทั่วไปเติมให้ครบ 20 ลิตร ในถังปิดฝา แล้วหมักไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปใช้ได้ เพราะไม่มีกากเส้นใยพอที่จะทำให้โครงสร้างของดินโปร่ง

บริษัท วี.เอส.เยนเนอรัล เคมี จำกัด (2543) ได้รายงานว่า สำหรับปุ๋ยน้ำชีวภาพไบดอเนเจอร์ กับ Organic N ผลิตโดยบริษัท วี.เอส.เยนเนอรัล เคมี จำกัด ประกอบด้วยกากถั่วเหลือง กากละหุ่ง สะเดา น้ำมันสน Organic N 4% , P_2O_2 1.8% และ K_2 1.8%

การใช้ปุ๋ยชนิดนี้ร่วมกับ Organic N ซึ่งต้องเร่งการทำงานของสารชีวภาพในปุ๋ยไบดอเนเจอร์ โดยในขณะเตรียมพื้นที่ โดยหลังจากการไถพรวนด้วยผาน 3 แล้ว ให้ฉีดพ่นด้วย Organic N ก่อนการปลูก 2 – 3 อาทิตย์ ในอัตรา 100 ลิตร ต่อเฮคตาร์ หรือ 1 ลิตร ต่อน้ำ 100 ลิตร ต่อเฮคตาร์ หรือ 160 มล. ต่อไร่ โดยใช้น้ำระหว่าง 20 – 40 ลิตรต่อไร่ หากใช้ปริมาณต่ำเพียง 2 ลิตร จะต้องเดินฉีดพ่นให้เร็วยิ่งขึ้น

ออมทรัพย์ (2542) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพจะมีประโยชน์ในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชถ้ามีการใช้ที่ไม่ถูกต้องจะเกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพต้องคำนึงประโยชน์โดยรวมดังนี้ ชนิดของปุ๋ยน้ำชีวภาพ ชนิดของธาตุอาหารที่ต้องการเพิ่มในดิน คุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน แสงแดด

ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย (2543) ได้แนะนำการนำน้ำสกัดชีวภาพ โดยการผสมน้ำธรรมดา ทำให้เจือจางดังนี้

1. ฉีดพ่นพืชผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้น อัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 5 – 10 ลิตร (1 : 500 – 1,000) ฉีดพ่นได้บ่อยครั้ง

2. รดกองใบไม้ใบหญ้าแห้ง สด อัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 2 – 3 ลิตร (1 : 200 - 300) คลุมพลาสติกกองพืชสลาย 1 – 2 สัปดาห์ นำมาใช้ประโยชน์ในการผสมกันหรือคลุมบริเวณต้นพืช

3. ใช้ทำกองปุ๋ยหมัก โดยใช้ปุ๋ยสกัดชีวภาพ อัตรา 2 ช้อนโต๊ะ

4. รดดินเพาะปลูก พรวนดินคลุกเคล้ากับวัชพืชหรือเศษพืชใช้อัตราเจือจาง 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 2 – 5 ลิตร ปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 3 – 7 วัน ก็สามารถปลูกพืชหรือกล้าได้

5. ผสมน้ำอัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 1 – 5 ลิตร (1 : 100- 500) ราดเพื่อทำความสะอาดจะช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุในแอ่งน้ำให้ย่อยสลายลง

6.การขยายหัวเชื้อทำได้โดยมีอัตราส่วนคือ น้ำสกัดชีวภาพต่อกากน้ำตาลต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ใส่ขวดปิดฝา 3 วัน นำไปใช้ได้

ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า

ในปัจจุบันปุ๋ยชีวภาพกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยเพราะสามารถสร้างผลิตผลให้กับเกษตรกรเพิ่มขึ้น และยังเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่มีการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ผลตกค้างของสารพิษที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ การชะละลายของสารมลพิษลงสู่แหล่งน้ำ ลำคลอง

การใช้ปุ๋ยเคมีลงไปในดินปุ๋ยเคมีบางชนิดจะละลายได้เกือบหมด ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมา ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณธาตุอาหารจะมีมากเกินความต้องการแต่ในช่วงท้ายของการเติบโตของพืช ถ้าใส่ปุ๋ยน้อยเกินไป ธาตุอาหารก็จะไม่มีเพียงพอต่อความต้องการของพืช ความไม่สมดุลย์ของการละลายของปุ๋ยและความต้องการของพืชที่เป็นสาเหตุของการทำลายสภาพแวดล้อมเพราะปุ๋ยที่ละลายออกมาเกินความต้องการของพืชในบริเวณใกล้เคียง

ดังนั้นจึงต้องมีการปรับสมดุลย์เสียใหม่เพื่อให้การใช้ปุ๋ยเหมาะกับความต้องการธาตุอาหารของพืช (บริษัทฟอร์เวิร์ดประเทศไทย, มปป.)

การเลือกใช้ปุ๋ยชีวภาพนับเป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับสมดุลย์ของการใช้ปุ๋ย ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าในการศึกษา 2 ชนิดคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา) และปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 (Nutri Smart)

ปุ๋ยชีภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา) เป็นผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพที่ไม่เป็นพิษต่อผู้ใช้ ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคเป็นอาหารพืชที่จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์แข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงได้เป็นอย่างดี พืชสามารถออกดอก ติดผลอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มสีสรรรสชาดและขนาดของผล โดยมีส่วนประกอบดังนี้ (บริษัทโพธิ์กรุณา จำกัด, 2547)

กรดอะมิโน 19 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อน 14 เปอร์เซ็นต์ ธาตุไนโตรเจน 3.8 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส 4.5 เปอร์เซ็นต์ ธาตุโพแทสเซียม 3.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 9 เปอร์เซ็นต์ ฮิวมัสหรือฮิวมิค 10 เปอร์เซ็นต์ เอ็นไซม์ 14.5 เปอร์เซ็นต์ ธาตุอาหารต่างๆ 10 เปอร์เซ็นต์ วิตามินต่าง ๆ รวม 6.6 เปอร์เซ็นต์ ฮอร์โมน 5.2 เปอร์เซ็นต์ และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 (Nutri Smart) เป็นปุ๋ยที่มีลักษณะเป็นเม็ด ซึ่งภายในเม็ดปุ๋ยประกอบด้วยยีสต์ 6 สายพันธุ์ซึ่งต่างมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาโดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อรากพืชสัมผัสกับปุ๋ยพืชจะสามารถดูดธาตุอาหารจากเม็ดปุ๋ย ซึ่งธาตุอาหารจะถูกพืชตรึงโดยยีสต์ที่อยู่ภายในเม็ดปุ๋ยและค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยควรจะใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมตามระดับความลึกของรากพืชที่จะสัมผัสได้ นอกจากนี้พบว่าเป็นปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพนานประมาณ 150 – 170 วัน และยังทำให้คุณสมบัติของดินทั้งกายภาพและเคมีดีขึ้น มีส่วนประกอบดังนี้คือ (บริษัทฟอร์เวิร์ดประเทศไทย, มปป.)

แป้ง ประมาณ 8 – 9 เปอร์เซ็นต์ ถ่านหิน ประมาณ 69 – 70 เปอร์เซ็นต์ หินฟอสเฟต ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ยีส 6 สายพันธุ์ ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โพลิเมอร์เคลือเม็ดปุ๋ยประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพีเอช 7.3 ความชื้น 1.19 เปอร์เซ็นต์ ธาตุไนโตรเจน 1.18 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส 0.15 เปอร์เซ็นต์ และธาตุโพแทสเซียม 0.04 เปอร์เซ็นต์

คำแนะนำมาตรฐานทางวิชาการของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยแร่ธาตุธรรมชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2544) นั้นได้ให้รายละเอียดข้อกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์น้ำไว้ดังนี้

1. ต้องมีอินทรีย์คาร์บอนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
2. ต้องไม่เจือปนด้วยปุ๋ยเคมีใด ๆ
3. ระดับค่าการนำไฟฟ้าต้องไม่เกิน 10 dS/m
4. ปริมาณไนโตรเจนจากผลิตภัณฑ์พืชไม่เกินร้อยละ 2 จากผลิตภัณฑ์สัตว์ไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
5. ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ไม่เกิน 4.5
6. ต้องปลอดภัยจากสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม
7. ต้องปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ สัตว์และพืช

ประเภทของการหมัก

การหมักสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามสภาพของการใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ (พาร์ดี, 2537) คือ

1. การหมักแบบใช้ออกซิเจน (aerobic composting)

การย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ โดยใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ จะให้ผลผลิตของปฏิกิริยาต่างกับการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยให้ผลผลิตครั้งสุดท้ายที่เสถียร ดังนี้

$$\text{Organic matter} + H_2O + \text{nutrients} \xrightarrow{\text{becteria}} \text{New cells} + \text{Resistant organic} + CO_2 + H_2O + NH_3 + SO_4^{-2} + \text{heat}$$

ซึ่ง Organic Matter หรือสารอินทรีย์นั้น ได้แก่ โปรตีน กรดอะมิโน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น Resistant Organic Matter จะเป็นปุ๋ยหมัก ส่วน New cells เมื่อตายไปจะเป็น Resistant Organic Matter

2. การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic composting)

เป็นการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ ชนิดที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะให้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (final product) ดังนี้

$$\text{Organic matter} + H_2O + \text{nutrients} \xrightarrow{\text{bacteria}} \text{New cells} + \text{Resistant organic} + CO_2 + CH_4 + NH_3 + H_2S + \text{heat}$$

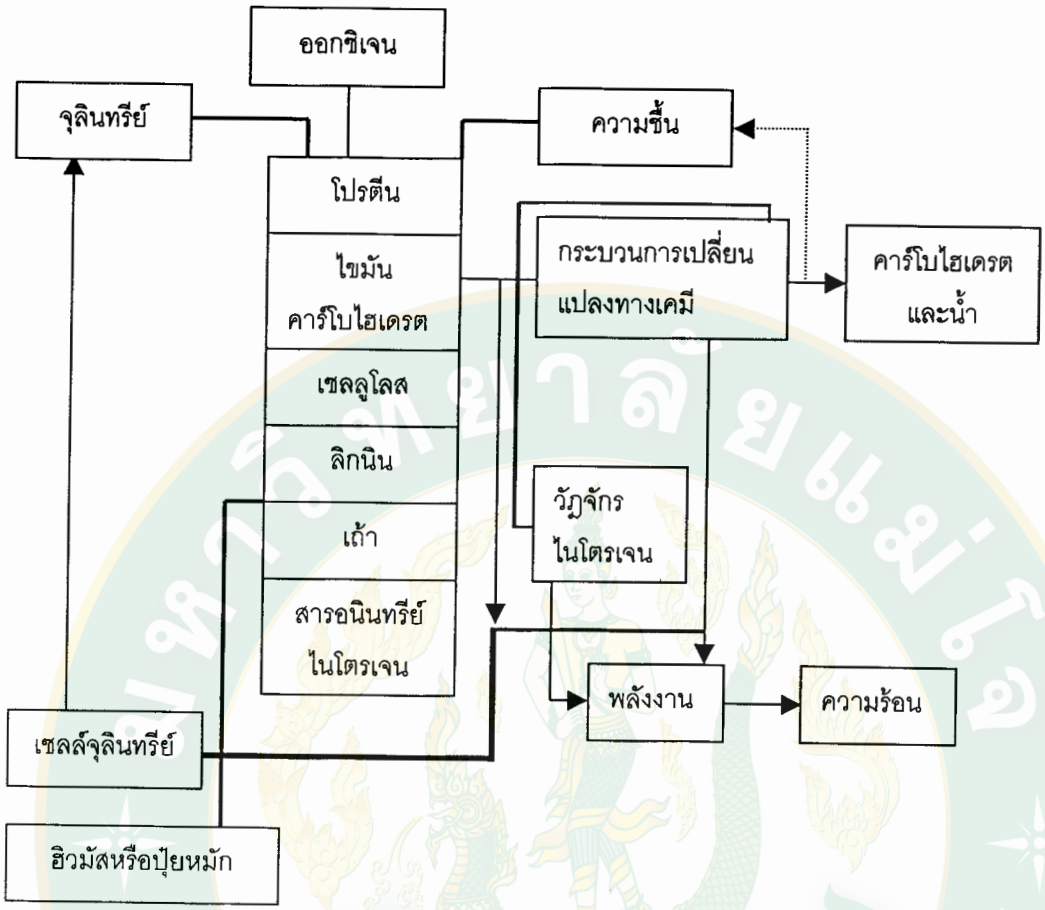
ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นก๊าซจะหายไป และส่งกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจายไปไกล ขบวนการนี้เกิดขึ้นช้ากว่าการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมาก ประมาณ 2 หรือ 6 เดือนถึง 1 ปี การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้จะเกิดกลิ่นเหม็นจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และใช้เวลาในการหมักนาน

ซึ่งทั้งสองวิธีได้มีการเปรียบเทียบระหว่างการหมักในทั้ง 2 แบบ คือ ใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศดังนี้

ตาราง 4 การเปรียบเทียบระหว่างการหมักแบบใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศ

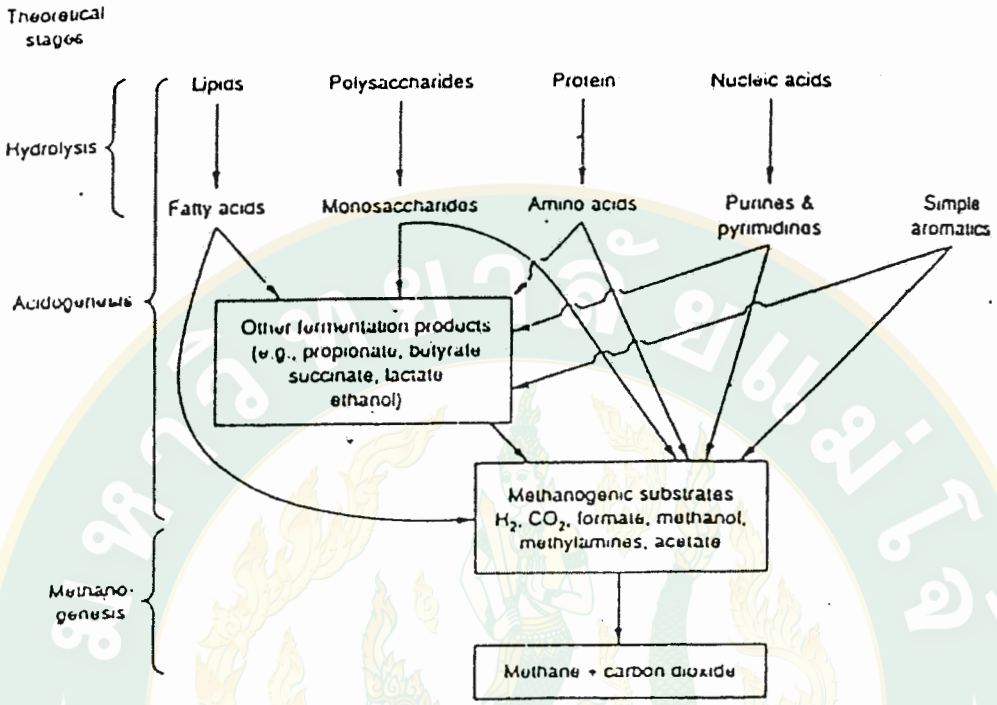
ลักษณะที่ใช้เปรียบเทียบ	การหมักแบบใช้อากาศ	การหมักแบบไม่ใช้อากาศ
การใช้พลังงาน	ใช้พลังงานจากภายนอก	ให้พลังงานจากการหมัก
ผลผลิต	ฮิวมัส, CO_2 และ H_2O	CO_2 , สลัดจ์และก๊าซมีเทน
การลดลงของปริมาตร	น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์	น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์
เวลาในการหมัก	20 – 30 วัน	20 –40 วัน
จุดประสงค์	ลดปริมาตรขยะ	ผลิตพลังงาน
ผลพลอยได้	ปุ๋ยหมัก	ลดปริมาตรขยะและได้ขยะที่คงตัว

(ที่มา : Tchobanoglous , et al., 1993)



ภาพ 1 กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน

(ที่มา : Gray, 1971)



ภาพ 2 กระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน

(ที่มา : Holland. K. T., et al., 1987)

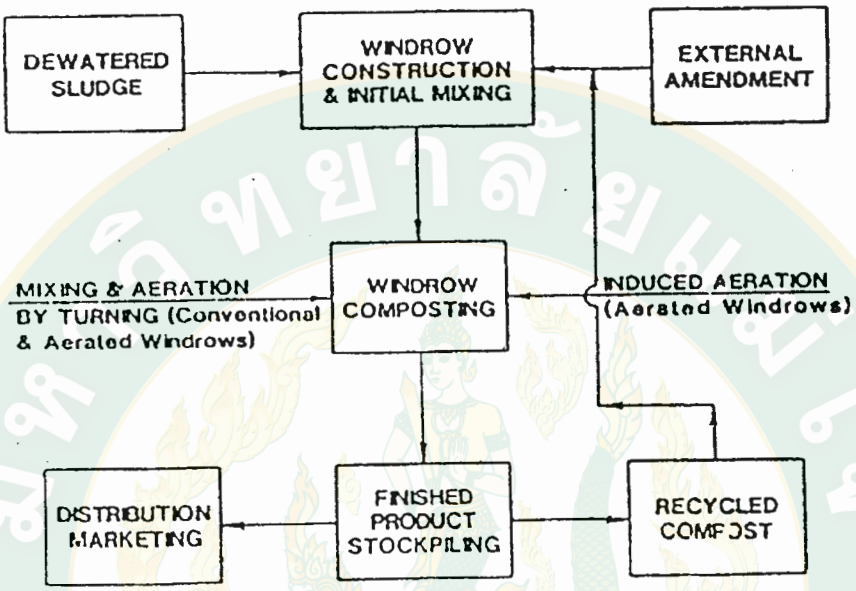
รูปแบบการหมัก

1. การหมักแบบไม่ใช้ถังปฏิกิริยา (nonreactor process)

ลักษณะของการหมักชนิดนี้เป็นการนำของเสียมาวางกองทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จะมีการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศหรือไม่ใช้ก็ได้ การหมักแบบนี้มีทั้งที่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักและไม่พลิก การพลิกกับกองปุ๋ยจะช่วยให้เกิดการผสมตัวของวัสดุที่ใช้ในการหมักดีขึ้น เกิดการถ่ายเทอากาศ และช่วยให้เกิดการย่อยสลายอย่างทั่วถึงทั้งกองแต่ถ้าหากกองปุ๋ยมีการผสมตัวของวัสดุดีอยู่แล้วหรือมีปัญหาเรื่องแรงงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพลิกกลับวิธีดังกล่าวนั้นอาจไม่จำเป็น การหมักแบบไม่ใช้ถังปฏิกิริยาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

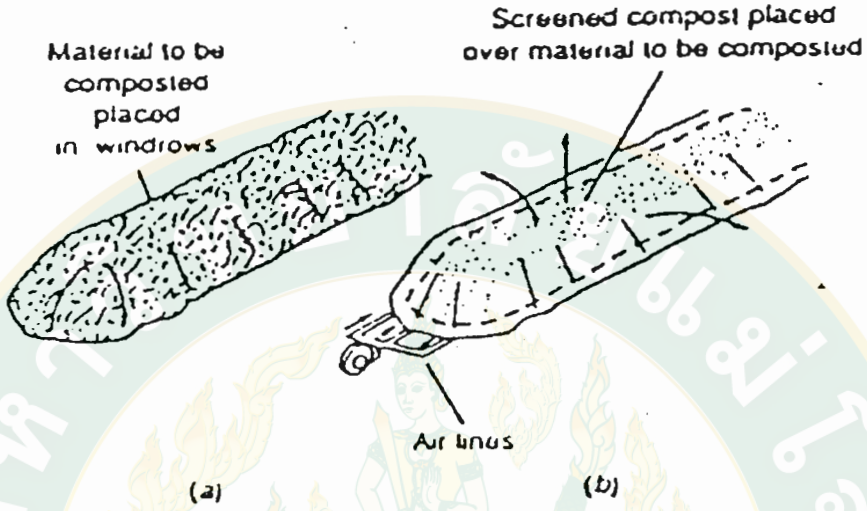
1.1 windrow เป็นรูปแบบการหมักแบบไม่ใช้ถังปฏิกิริยาที่นิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อนเพียงแต่ผสมวัตถุดิบให้เข้ากันแล้ววางกองเป็นแนวยาวและทำการพลิกกลับในช่วงเวลาที่เหมาะสมปกติ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (Hay and Kuchenrither, 1990) วิธีนี้จะมี

การเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศ หรือไม่ใช้ก็ได้ ส่วนขนาดของความสูง ความกว้าง และรูปร่างของกองปุ๋ยนั้นขึ้นกับสภาพของวัตถุดิบและอุปกรณ์ในการพลิกกลับ



ภาพ 3 ไดอะแกรมการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธี windrow
(ที่มา : Hay , et al., 1990)

1.2 static pile การหมักด้วยวิธีนี้จะไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ย เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมักใช้วัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างเปียกในการหมัก เช่น กากตะกอนจากน้ำเสียมาผสมกับวัสดุ เช่น ขี้เลื่อยเพื่อปรับโครงสร้างของวัสดุให้มีความพรุนสูงขึ้น การแพร่ผ่านของอากาศเข้าสู่กองปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับการส่งผ่านอากาศผ่านรูพรุน และจากการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศ การที่ไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยนี้ทำให้ต้องย่อยขนาดของวัสดุที่ใช้ในการหมักลง เพื่อให้การย่อยสลายเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง ในบางครั้งหลังจากการหมักไป 3 – 4 สัปดาห์ ก็จะนำปุ๋ยหมักมาย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ อีกครั้ง โดยจำเป็นต้องผสมขยะชิ้นใหญ่ลงไปด้วย เพื่อทำให้กองปุ๋ยมีความพรุนที่เหมาะสมพอที่อากาศจะแทรกซึมเข้าไปอย่างทั่วถึง เมื่อสิ้นสุดการหมักจะทำการร่อนขยะชิ้นใหญ่ออก วิธีนี้บางครั้งเรียกว่า “Semi – Agitated” เนื่องจากก็มีการเคลื่อนย้ายกองปุ๋ยไปทำการผสมใหม่



ภาพ 4 กองปุ๋ยแบบ Windrow (a) และ Static Pile (b)
(ที่มา : Tchobanoglous, et. al., 1993)

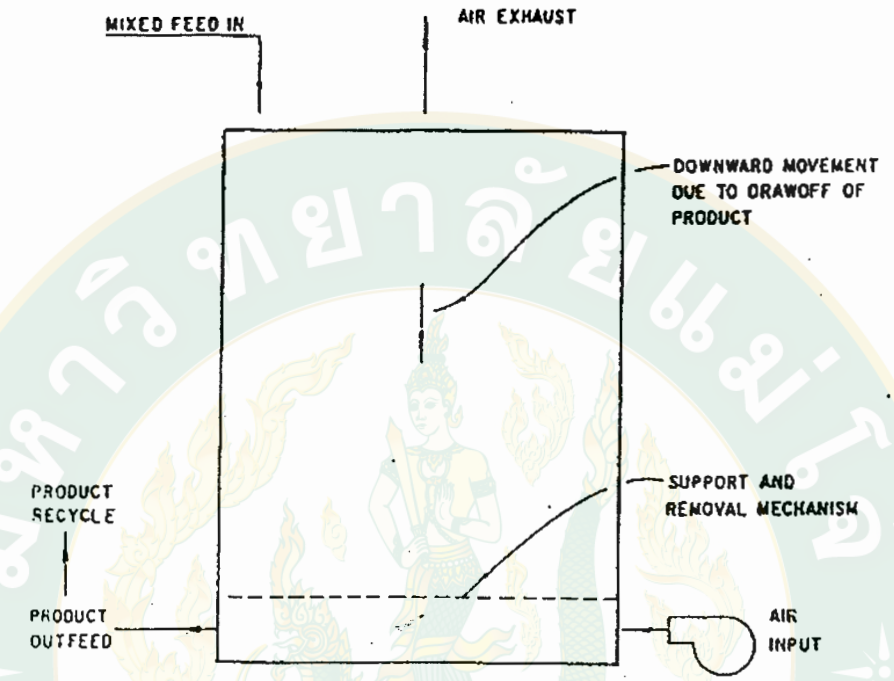
2. การหมักแบบใช้ถังปฏิกิริยา (Reactor Process)

ระบบการหมักนี้จะทำการหมักโดยนำวัตถุดิบมาใส่ในถังปฏิกิริยาปิด โดยป้อนอากาศผ่านทางท่อขนาดใหญ่ วัตถุดิบจะเคลื่อนที่ภายในถังโดยการอัดตัวของวัตถุดิบที่เข้ามาใหม่หรือมีอุปกรณ์เพื่อช่วยในการผสมภายในถังหมัก

การหมักแบบใช้ถังปฏิกิริยานี้สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ตามทิศทางการวางของถังปฏิกิริยา ดังนี้

2.1 ถังปฏิกิริยาวางในแนวตั้ง (vertical process)

ถังปฏิกิริยาชนิดนี้ถูกกำหนดตามลักษณะการวาง วัตถุดิบจะเคลื่อนที่ตามแนวตั้งจากบนลงล่างหรือจากด้านล่างขึ้นบนก็ได้ การป้อนวัตถุดิบสามารถใช้ได้ทั้งการป้อนแบบต่อเนื่องและเป็นครั้งคราว ถังปฏิกิริยานี้สามารถใช้ได้ทั้งแบบกลมและแบบเหลี่ยม ความลึกของวัตถุดิบในถังปฏิกิริยา



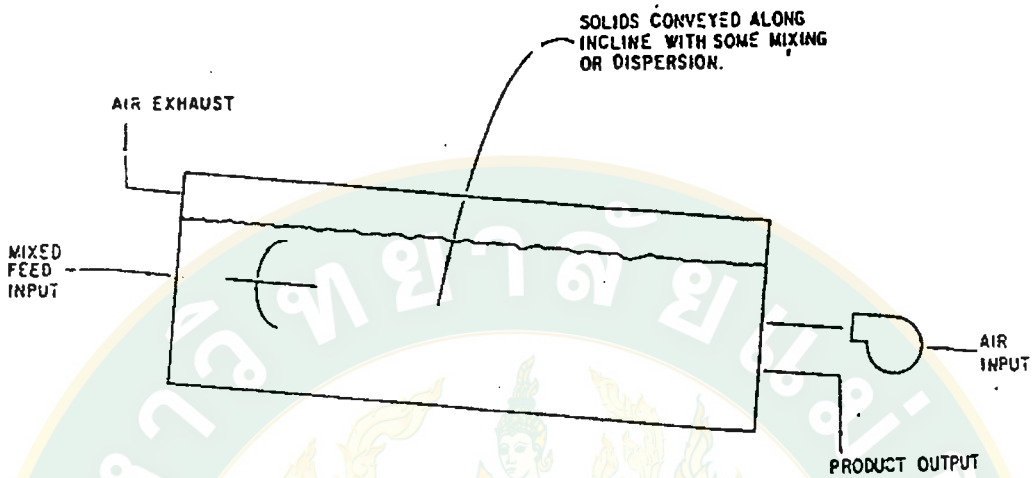
ภาพ 5 ถังปฏิกิริยาวางในแนวตั้ง
(ที่มา : Hang, 1993)

2.2 ถังปฏิกิริยาวางในแนวนอน (Horizontal Process)

หลักการโดยทั่วไปของถังปฏิกิริยาชนิดนี้จะเหมือนกับชนิดวางในแนวตั้งต่างกันเพียงทิศทางของการวางถังปฏิกิริยาเท่านั้น ถังหมุน (rotary drum) เป็นถังปฏิกิริยาในแนวนอนที่นิยมใช้กันมาก

3. การหมักในกล่อง

การหมักชนิดนี้เป็นการหมักแบบ Batch ซึ่งมักใช้ภาชนะเป็นรูปกล่องถังปฏิกิริยา วัตถุดิบจะถูกป้อนเข้าถังในตอนเริ่มต้นหลังจากนั้นจะใช้เวลาประมาณ 7 – 14 วัน ก็จะสิ้นสุดการหมัก



ภาพ 6 ถังปฏิกิริยาวางในแนวนอนแบบถังหมุน
(ที่มา : Hang, 1993)

ในการหมักทั้งที่ใช้และไม่ใช้ถังปฏิกิริยานั้นปุ๋ยหมักที่ได้ยังไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พอที่จะนำไปใช้ได้ทันที เช่น ในถังหมุนซึ่งใช้ขยะชุมชนเป็นวัตถุดิบ ใช้เวลาในถังปฏิกิริยา 1 – 4 วัน ซึ่งเวลานั้นสั้นเกินไปที่จะทำให้ปุ๋ยหมักได้ที่ ดังนั้นจึงต้องนำไปทำการบ่ม (curing) ต่อไม่ว่าด้วยวิธี Static Piles หรือ Windrows เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพดีและปราศจากเชื้อโรค

ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลาย

การทำปุ๋ยหมักปัจจัยที่สำคัญต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุนอกจากจะขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์แล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมทั้งทางชีวเคมีและทางกายภาพซึ่งมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Zadrazil and Brunnert, 1981)

1. ลักษณะของเศษวัสดุหมัก

ส่วนใหญ่วัสดุที่นำมาใช้จะได้มาจากพืชโดยธรรมชาติแล้วเศษพืชชนิดต่าง ๆ ย่อมมีการย่อยสลายได้ช้าหรือเร็วแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชว่ามีส่วนที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นอาหารได้ยากหรือง่ายและมีธาตุเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ ลักษณะของเศษวัสดุจึงมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลาย

ขนาดของเศษวัสดุ ถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กการผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึงแต่ถ้าขนาดเล็กเกินไปจะทำให้ลดอัตราการระบายอากาศของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Bertoldi, et al., 1983; Crawford, 1983) ถ้าพื้นที่ผิวสัมผัสมีมากโอกาสที่จะถูกย่อยสลายก็จะเร็ว เพราะทำให้จุลินทรีย์และเอนไซม์เข้ายึดเกาะได้ดี แต่ถ้าขนาดใหญ่มากการผสมคลุกเคล้าจะทำได้ไม่ทั่วถึงนักและปฏิบัติค่อนข้างลำบากขนาดที่พอเหมาะของวัสดุหมักควรมีขนาดความยาวของแต่ละชิ้นส่วนประมาณ 5 เซนติเมตรหรือเล็กกว่า (Gaur, 1980)

Liao, et al. (1994) ได้ทำปุ๋ยหมักจากขยะที่ได้จากฟาร์มปลาซาลมอนซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเศษปลาโดยผสมกับขี้เลื่อยในอัตราส่วน 1:1, 2:1, 3:1 โดยเปลี่ยนแปลงจำนวนชั้นของขี้เลื่อยและเศษปลาไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยตลอดระยะเวลาของการหมักเติมอากาศทางด้านล่างด้วยอัตราคงที่ทุกการทดลอง ทำการทดลองเป็นเวลา 60 วัน พบว่าอัตราส่วน 3:1 มีคุณภาพปุ๋ยที่ดีที่สุดจำนวนชั้นจะมีผลโดยตรงต่ออัตราการย่อยสลายของเศษปลา เนื่องจากจะมีพื้นที่สัมผัสกับขี้เลื่อยมีมากกว่าส่วนความหนาของชั้นของเศษปลานั้นจะมีผลแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ศึกษาพบว่าวัสดุจากเศษปลาจะย่อยยากกว่าวัสดุผักและผลไม้เนื่องจากปลามีองค์ประกอบของโปรตีนและส่วนของกระดูกปลาซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานขึ้น ในขณะที่วัสดุหมักที่เป็นพืชจะใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่าเนื่องจากองค์ประกอบของวัสดุหมักจากผักและผลไม้มีปริมาณเซลลูโลสต่ำแต่จะมีแร่ธาตุที่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์แล้วนอกจากนี้ในวัสดุผักหรือผลไม้จะมีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่มากกว่าวัสดุประเภทเนื้อสัตว์ สารประกอบของน้ำตาลที่อยู่ในวัสดุผักและผลไม้นี้จะเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหมักได้ดี ยีสต์จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในองค์ประกอบของวัสดุหมักแล้วแปรสภาพให้เป็นของเหลว เป็นการถนอมผลิตภัณฑ์ไว้โดยผ่านกระบวนการหมัก

ประเภทของสารอินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมักจะแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. อินทรีย์วัตถุในไร่นา และชนบท อินทรีย์วัตถุจากพืช เช่น จากพืชเหลือทิ้ง ปุ๋ยพืชสด วัชพืช และอินทรีย์สารจากสัตว์ เช่นปุ๋ยคอก อุจจาระ และปัสสาวะ ฯลฯ

ข. อินทรีย์วัตถุในตัวเมืองและอุตสาหกรรม ได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตัวเมือง เช่น น้ำโสโครก ขยะ อุจจาระ ปัสสาวะฯลฯ และ อินทรีย์วัตถุจากโรงงานอุตสาหกรรมเช่นน้ำทิ้ง กากเหลือจากโรงงาน อินทรียวัตถุชนิดเดียวกันยังมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งผลิตในอินทรียวัตถุที่เป็นชิ้นส่วนพืชที่มีปริมาณของไนโตรเจนสูง การสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ (สมศักดิ์, 2528)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2. อุณหภูมิ (Temparature)

อุณหภูมิเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก เป็นตัวชี้ให้เห็นว่า ขบวนการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักจะช้าหรือเร็ว โดยเฉพาะในขบวนการหมักแบบ Aerobic เนื่องจากความร้อนจำนวนมากถูกปล่อยออกมาและ Compost มีคุณสมบัติถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดีหลังจากหมักปุ๋ย 2-4 วัน อุณหภูมิภายในจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 50 - 60 องศาเซลเซียส แต่ไม่ควรเกิน 70 องศาเซลเซียสและไม่ควรเกิดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานเกินไปเนื่องจากจะทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย (Poincelot, 1975) การที่อุณหภูมิในการหมักสูงขึ้นจะทำให้สภาพในการหมักปุ๋ยเปลี่ยนแปลงไป ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ก็เปลี่ยนไปเช่นกัน ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญจะเป็นพวกที่ทนต่ออุณหภูมิสูง (Thermoduric) และพวกที่ชอบอุณหภูมิสูง (Thermophilic) เช่น *Bacillus subtilis, B. stearothermophilus, Clostridium* sp. และ Non–spore forming bacteria, Gram negative (Finstein และ Morris, 1975) หลังจากที่อุณหภูมิสูงสุดแล้วก็จะค่อย ๆ ลดลงถึงระดับที่จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic) สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้น สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายอยู่ในช่วง 45 – 55 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่ามีบทบาทมากในการย่อยสลายสารประกอบพวก long – chain polymer ต่าง ๆ ของสารเซลลูโลซและลิคนิน (Chang, 1967; Chang and Hadsun, 1967) สำหรับการหมักแบบ Anerobic นั้นเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิปกติหรือระหว่าง 30 – 35 องศาเซลเซียส และไม่ต้องการแสง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ระดับความสูงของอุณหภูมิจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของชนิดวัสดุเหลือทิ้งและขนาดของกองปุ๋ยหมักด้วยอุณหภูมิที่สูงมากเกินไปจะมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ย ทำให้การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ลดลงและกิจกรรมของจุลินทรีย์จะลดลงตามไปด้วยเป็นเหตุให้อุณหภูมิค่อย ๆ ลดลงถึงระดับที่เหมาะสม (สุพจน์, 2530)

Hang (1979); Finstein, et al. (1980) รายงานว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ระหว่างการย่อยสลาย กล่าวคือ ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30 และ 55 องศาเซลเซียสจะเป็นช่วงอุณหภูมิที่ส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนสูงสุด

Gaur, et al., (1982) พบว่าสำหรับการย่อยสลายวัสดุหมักที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงๆเช่นฟางข้าว ฟางข้าวสาลี ก้านข้าวฟ่างและใบของต้น Jaman (Syzqium cumini) ซึ่งมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 48–50 อุณหภูมิไม่ควรเกิน 52 องศาเซลเซียส สามารถชี้ให้เห็นถึงระดับของอุณหภูมิต่ออัตราการย่อยสลายซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุหมัก

Nishio, et al. (1981) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Taralomyces sp.* จะอยู่ในช่วง 40 – 55 องศาเซลเซียส (ที่ระดับความชื้นประมาณ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์) แต่ถ้าจะลดระยะเวลาในการเกิด lag time เพื่อที่จะทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราเร็วขึ้นอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 45 – 50 องศาเซลเซียส

Kapetanios, et. al., (1993) ได้ศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนของประเทศกรีซซึ่งมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่ถึงประมาณ 60% ด้วยวิธี Windrow ใช้เวลาในการหมักนานประมาณ 5 เดือน พบว่าอุณหภูมิของกองปุ๋ยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีอุณหภูมิส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 45 – 65 องศาเซลเซียส pH ที่ได้มีค่าระหว่าง 7.3 – 8.0 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าระหว่าง 1.55 ถึง 2.14% ปริมาณแอมโมเนียมีค่า100 mg/kg (dry weight) ปริมาณไนเตรทมีค่า 64 ถึง 541 mg/kg (dry weight) ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารคอินทรีย์มีค่าระหว่าง 35 – 38% ในช่วงเริ่มต้นและลดลงจนกระทั่งมีค่า 22 – 26% ในวันที่ 155 ของการหมัก

3. องค์ประกอบทางเคมีของเศษวัสดุ

โดยทั่วไปการทำปุ๋ยหมักมักจะพิจารณาถึง ค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเศษวัสดุนั้น ๆ เพราะโครงสร้างของเศษพืชส่วนมากจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากแต่จุดสำคัญอยู่ที่องค์ประกอบของไนโตรเจนซึ่งจะเป็นตัวกำหนดอัตราการย่อยสลาย และการเจริญตลอดจนการผลิตเอนไซม์ของจุลินทรีย์ (Bertoldi, et al., 1983)

สารประกอบคาร์บอน และไนโตรเจนมีสารที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนจนกระทั่งได้โมเลกุลเล็ก และนำเข้าในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งของพลังงานและสร้างส่วนประกอบของเซลล์สำหรับสารประกอบไนโตรเจนก็จะถูกย่อยสลายและเซลล์จุลินทรีย์จะนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อสร้างส่วนประกอบของเซลล์เช่น สารโปรตีนและ Nucleic Acid (Poincelot, 1975) เป็นต้น โดยปกติเซลล์ของจุลินทรีย์ C / N ratio ประมาณ 10 ถึง 15 ซึ่งหมายความว่าการที่จุลินทรีย์ดูดสารอินทรีย์คาร์บอนเข้าไปใช้ในเซลล์ 10 ถึง 15 หน่วย จำเป็นต้องดูดสารประกอบไนโตรเจนเข้าไปด้วย 1 หน่วยจึงจะทำให้เกิดความสมดุลของสารประกอบทั้ง 2 ในเซลล์และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดี

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีค่า C / N ratio ต่ำ ๆ เช่น ต้นพืชตระกูลถั่ว อาจจะไม่จำเป็นต้องเติมสารไนโตรเจน หรืออาจจะเสริมในปริมาณที่น้อยกว่าที่ใช้กับเศษวัสดุที่มีค่า C / N ratio กว้าง นอกจากนี้ ค่า C / N ratio ยังใช้ในการพิจารณาว่าปุ๋ยหมักที่ทำนั้นสามารถจะนำไปใช้ได้หรือไม่ โดยปกติถ้าปุ๋ยหมักมีค่า C / N ratio ประมาณ 26 – 35 ถือว่าสามารถนำปุ๋ยดังกล่าวไปใช้ใส่ในดินโดยไม่ทำให้พืชเป็นอันตราย แต่ถ้าค่า C/N ratio ลดลงถึง 20 ถือว่าปุ๋ยนั้นมีคุณภาพดี (สันต์, 2531)

โดยทั่วไปแล้วพืชจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง แต่องค์ประกอบที่เป็นไนโตรเจนจะแตกต่างกันมาก ถ้าพืชมีไนโตรเจนน้อยอัตราส่วน C / N ratio จะกว้าง โดยส่วนใหญ่แล้ว ควรประมาณ 20:1

การใช้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อธิบายขบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุ เนื่องจากพืชที่มีอายุน้อยจะมีไนโตรเจนมาก การย่อยสลายจึงรวดเร็วกว่าพืชอายุมาก จะมีไนโตรเจนน้อย แต่จะมีส่วน ลิกนิน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และโพลีแซคคาไรด์อื่นๆ ในปริมาณมากซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีผลต่อการย่อยสลาย การย่อยสลายจึงเป็นไปได้ช้า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ในพืชจะเป็นตัวบ่งชี้อัตราการย่อยสลายของอินทรียสารโดยประมาณ เนื่องจากกิจกรรมการย่อยสลายนั้นจุลินทรีย์ต้องการคาร์บอนและไนโตรเจนเพื่อสร้างเซลล์ โดยปกติ C / N ratio นั้นจะอยู่ระหว่าง 25 – 40 หากสูงกว่านี้จะใช้เวลานาน ซึ่งถ้ามีสัดส่วนที่พอเหมาะมีผลทำให้พืชถูกย่อยสลายเป็นไนไตรท์และไนเตรท ตามลำดับ แต่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน จะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียหรือก๊าซไนโตรเจน (สมศักดิ์ และคณะ, 2539)

Wilde (1958) ได้กล่าวว่าการเพิ่มระดับไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะช่วยเร่งการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

Zadrazil and Brunnert (1982) ศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการย่อยสลายฟางข้าวสาลี พบว่าแอมโมเนียมไนเตรทปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการย่อยสลายฟางข้าวสาลีโดยเชื้อรา Sporotrichum pulverulentum Nov และ Dichomitus squalens (Karst) Reid. เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าความเข้มข้นของแอมโมเนียมไนเตรทเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการย่อยสลายฟางข้าวสาลีลดลง

Rao, et al. (1983) กล่าวว่าโมโนโปตัสเซียมฟอสเฟตและโปตัสเซียมไนเตรทจำเป็นสำหรับการเลี้ยงเชื้อในสภาพ solid substrate เมื่อใช้กากอ้อยเป็นแหล่งคาร์บอนพบว่าการเติมโปตัสเซียมไนเตรท 1 กรัมต่อ 10 กรัม substrate เป็นสภาพที่เหมาะสมที่จะให้กิจกรรมในการย่อยสลายกระดาษกรองเป็น 0.34 U ต่อมิลลิลิตร ในขณะที่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่เติมโปตัสเซียมไนเตรทแต่เติมแมกนีเซียมซัลเฟตและโมโนโปตัสเซียมฟอสเฟตและโมโนโปตัสเซียมฟอสเฟตทำให้กิจกรรมในการย่อยสลายกระดาษกรองเป็น 0.16 – 0.20 U ต่อมิลลิลิตรแต่เมื่อมีการใช้โมโนโปตัสเซียมฟอสเฟตและโปตัสเซียมไนเตรทร่วมกันจะทำให้กิจกรรมย่อยสลายกระดาษกรองเป็น 0.58 U ต่อมิลลิลิตร

Pathak and Ghos (1973) กล่าวว่าการเติมโมโนโปตัสเซียมฟอสเฟตนอกจากจะช่วยรักษาระดับ pH ให้คงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดแล้วฟอสฟอรัสยังจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเนื่องจากฟอสฟอรัสจำเป็นสำหรับการสร้างโปรโตพลาสซึมให้แก่เซลล์ส่วนโปตัสเซียมจำเป็นสำหรับการควบคุมความดันออสโมติคในเซลล์

Garg and NeelaKantan (1982) รายงานว่าถ้าใส่ยูเรียในปริมาณสูงไปจะมีผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำมากยูเรียจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ urease ทำให้เกิดอนุมูลแอมโมเนียมสะสมมากขึ้น ทำให้ระดับ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อสูงขึ้นในช่วง 7.0 – 8.0 มีผลไปยับยั้งการผลิตเอนไซม์ Fpase และ CMCase ลดลง

4. ความชื้น

ความชื้นมีความสำคัญมากต่อขบวนการหมัก ความชื้นเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญของจุลินทรีย์ มีความสำคัญต่อสรีระของจุลินทรีย์โดยตรงและยังมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์ การละลายของแร่ธาตุอาหารเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์บางจำพวกความชื้นที่พอเหมาะจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและขนาดวัสดุ (Golueke,1982) และความชื้นที่เหมาะสมอยู่ประมาณ – 0.01 ถึง – 0.05 เมกะปาสคาล

นอกจากความชื้นยังมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์แล้วยังมีผลทางอ้อมต่อการระบายอากาศด้วย เพราะเป็นตัวกำหนดการเจริญของจุลินทรีย์บนพื้นผิวของวัสดุหมักเป็นตัวกลางในการส่งผ่านอาหารก๊าซออกซิเจน อากาศ และเอนไซม์ไปยังจุลินทรีย์ (Tengerdy, 1985) ถ้าความชื้นมีมากการแพร่กระจายของออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักจะเกิดได้ยากจนทำให้เกิดสภาพ anaerobic (Gaur, 1980; Zadrazil and Brunnert, 1981)

Nishio, et al. (1981) รายงานว่าถ้าความชื้นต่ำกว่า 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลให้ lag time ยาวนานขึ้นทำให้การงอกของสปอร์ของเชื้อราต้องใช้ระยะเวลานาน

Rao, et al. (1983) ศึกษาปริมาณน้ำที่เติมลงไปในกากอ้อยในปริมาณ 1, 2 , 5 , 8 , 10 และ 100 เท่าของน้ำหนักวัตถุดิบ พบว่าปริมาณน้ำที่มีผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายสูงสุดอยู่ระหว่าง 8 – 10 เท่า ถ้ามีความชื้น 1 – 2 เท่ากากอ้อยจะแห้งเกินไป การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปได้อย่างช้าๆ แต่ถ้ามีความชื้นเป็น 100 เท่า กากอ้อยจะแฉะเกินไปการย่อยสลายจะไม่ดี

5. การระบายอากาศ (Aeration)

การระบายอากาศก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้กระบวนการหมักของเศษวัสดุจะเกิดในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจน และได้ CO_2 ในระหว่างการหมักแล้วก็ตาม การกลับปุ๋ยหรือคลุกเคล้า ก็ยังเป็นการระบายอากาศ หรือระบาย CO_2 ออกไป ฉะนั้นระหว่างการหมักไม่ควรปิดฝาให้สนิทเพื่อเป็นการระบาย CO_2 หรืออาจจะมีการกวนทุก 7 วัน

Hang (1993); Finstein, et al. (1980) รายงานว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ระหว่างการย่อยสลายกล่าวคือช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30 และ 55 องศาเซลเซียสจะเป็นช่วงอุณหภูมิที่ส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนสูงสุด

6. ระดับความเป็นกรดด่าง

ค่า pH ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมัก เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยกลุ่มจุลินทรีย์พวก acetic หรือ lactic bacteria โดยจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์พวก และ acetic และ lactic acid ในกระบวนการหมักทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเริ่มแรกมีค่าประมาณ 5 และสิ้นสุดขบวนการจะมีค่า pH 3 – 4

ระดับ pH ในช่วง 3 วันแรกจะลดลงจากเดิมเหลือ 4.5 – 5.5 หลังจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักจะอยู่ในช่วง 7.0 – 8.5 เนื่องจากในช่วงแรกจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็วและผลิตกรดอินทรีย์บางชนิดมีผลทำให้ pH ลดลง แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในระหว่างการหมักจะมีผลให้ pH สูงขึ้นและจะรักษาระดับ pH ไว้ ความเป็นกรดเป็นด่างของกองปุ๋ยควรอยู่ในช่วงที่เป็นกรดอ่อน ๆ จนถึงด่างอ่อน ๆ คือมีค่า pH ประมาณ 5.0 – 7.0 หากสูงหรือต่ำกว่านี้การย่อยสลายจะช้าลง

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (เศษซากพืช) ไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับระดับ pH มากนักเพราะโดยปกติ pH ของเศษซากพืชอยู่ในพืชอยู่ในช่วงเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย นอกจากนี้สารอินทรีย์วัตถุก็มีลักษณะเป็นบัฟเฟอร์ที่ดีจะช่วยรักษาระดับ pH ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก

7. เวลาที่ใช้ในการหมัก

เวลาที่ใช้ในการหมักขึ้นอยู่กับ ขนาดของวัสดุที่นำมาหมัก ปริมาณของจุลินทรีย์และความชื้น C / N ratio เริ่มต้น ตลอดจนการรักษาสภาพ Aerobic ในการหมัก

Liao, et al. (1995) ได้ทำปุ๋ยหมักจากขยะอุตสาหกรรมประเภทสัตว์น้ำ โดยใช้ ถังหมุนขนาด 156.25 ลบ.ม. ซึ่งภายในต่อขนานกันจำนวน 4 ห้อง โดยมีการหมักเป็นเวลา 20 วัน ในถังและพลิกกลับด้วยการหมุนตลอดการทดลอง งานวิจัยนี้ทำในแบบ Full scale มีถังกักเก็บน้ำชะขยะและมีระบบควบคุมกลิ่น วัสดุที่ใช้คือ ขยะจากสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ขี้เลื่อยใช้เป็นวัสดุเสริมความพรุน มีการใช้อัตราส่วนวัตถุดิบที่แตกต่างกันคือ 1.3 :1 และ 1:1 พบว่า อัตรา 1.3 :1 จะได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีกว่าที่อัตราส่วน 1 : 1

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็นได้ จุลินทรีย์มีอยู่หลายกลุ่มด้วยกัน เช่น แบคทีเรีย (bacteria) แอคติโนมัยซิส (actinomycete) รา (fungi) สาหร่าย (algae) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อไวรัสหรือวิสา (viruses) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีหลายสกุล (genus) หลายชนิด (species) (สมศักดิ์, 2528)

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในขบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุต่างๆ อาจแบ่งได้ดังนี้

1. แบคทีเรีย (bacteria) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ขนาดเล็ก มีจำนวนมากที่สุดในดินโดยทั่วไปมักพบประมาณ 2.3 x 108 เซลล์ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ส่วนพวกที่มีสปอร์และทนต่อความร้อนจะมีค่าประมาณ 3.9 x 104 เซลล์ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ปริมาณของแบคทีเรียดังกล่าวไม่ใช้ค่าที่แน่นอนแต่จะผันแปรไปจากนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก (วิทยา, 2530) แบคทีเรียจะเป็นพวก heterotroph ดำรงชีวิตแบบ Saprophyte กินเศษซากพืชซากสัตว์เป็นอาหารแบคทีเรียจึงเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญมากในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ

2. แอคติโนมัยซิส (actinomycete) เป็นจุลินทรีย์พวกหนึ่งที่พบปริมาณมาก จัดเป็นพวกแบคทีเรียเพราะมีผนังเซลล์และองค์ประกอบเซลล์ มีขนาดใกล้เคียงกับแบคทีเรีย แต่มีลักษณะรูปร่างยืดยาวเป็นเส้นใยคล้ายเชื้อรา แอคติโนมัยสิตสามารถสร้างสปอร์เพื่อแพร่ขยายพันธุ์ได้แต่ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม อัตราการเจริญช้ากว่าแบคทีเรีย แอคติโนมัยสิตเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในขบวนการหายใจ จึงไม่ทนต่อภาวะน้ำขัง หรืออับอากาศของดิน ลักษณะของแอคติโนมัยซิสเมื่อเจริญเป็นกลุ่มบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะสังเกตเห็นได้โดยเป็นจุดสีขาว ๆ คล้ายผงปูนขาวซึ่งจะสังเกตเห็นได้ในกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิขึ้นสูงจนถึงจุดสูงสุด (พูนศักดิ์, 2541)

3. เชื้อรา (fungi) เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใย เจริญเติบโตยืดยาวและแตกแขนงของเส้นใยเป็นหลักสามารถสร้างสปอร์ได้ปริมาณที่พบในสิ่งแวดล้อมรองลงมาจากแบคทีเรียและแอคติโนมัยสิต เชื้อราเป็นพวกที่ใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารและต้องการออกซิเจน ส่วนใหญ่กินเศษซากอินทรีย์วัตถุเป็นอาหาร โดยทั่วไปเจริญได้ดีในสภาพ pH ที่เป็นกลางและสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่น ๆ เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ทนต่อสภาพที่ขาดแคลนออกซิเจน บทบาทของเชื้อราในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเกี่ยวข้องร่วมกับแบคทีเรีย เชื้อราหลายชนิดสามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยยากพวกลิกนินและสารฮิวมิกได้ดีอีกด้วย

4. จุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น สาหร่าย (algae) โปรโตซัว (protozoa) และไวรัส (virus) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีบทบาทไม่มากเหมือน 3 พวกแรก สาหร่ายที่พบมากได้แก่ สาหร่ายสีเขียว (blue

green) สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (yellow green algae) และไดอะตอม สาหร่ายดำรงชีวิตโดยการสังเคราะห์แสง (photoautotroph) บางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนได้ โปรโตซัวเป็นสัตว์ขนาดเล็กที่กินจุลินทรีย์หรืออินทรีย์วัตถุเป็นอาหาร ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำหากสภาพไม่เหมาะสมหรืออาหารไม่เพียงพอโปรโตซัวจะมีการพักตัวอยู่ในรูปของ cyst บทบาทเกี่ยวกับการควบคุมประชากรจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นอาหารและเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอินทรียวัตถุที่มีขนาดเล็กแต่พบโปรโตซัวในปริมาณไม่มาก ไวรัสมีหลายชนิดมีความสำคัญต่อขบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรมระหว่างจุลินทรีย์ทำให้เกิดการกลายพันธุ์และส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ (ศุภมาศ, 2529)

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเป็นโครงการส่วนพระองค์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าตั้งขึ้น เป็นโครงการที่ดำเนินงานพัฒนาการเกษตรบนพื้นที่สูง เพื่อให้ราษฎรชาวเขาในท้องถิ่นทุรกันดารมีอาชีพและชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมทั้งการฟื้นฟูและอนุรักษ์ ต้นน้ำ ลำธารให้มีสภาพสมบูรณ์ (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง, 2545)

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง มีจำนวน 36 ศูนย์ ใน 5 จังหวัดภาคเหนือ แต่ละศูนย์มีบทบาทและหน้าที่ในการดำเนินงานที่แตกต่างกันออกไป ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดพื้นที่ศึกษา 3 ศูนย์พัฒนา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ซึ่งและศูนย์มีบทบาท หน้าที่ และสภาพพื้นที่ดังนี้

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ตั้งขึ้นที่บ้านขุนกลาง ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,380 เมตร มีพื้นที่ความรับผิดชอบ 150 ตารางกิโลเมตร ให้การส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรแก่เกษตรกรชาวเขา 15 หมู่บ้าน ประชากรรวม จำนวน 3,538 คน

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นหุบเขาชัน มีความลาดชันตั้งแต่ 10 – 60 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 20.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,780.9 มิลลิเมตรต่อปี

ศูนย์พัฒนาได้พัฒนางานส่งเสริมพืชผักใน 10 หมู่บ้านพบว่า มีปริมาณผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2545 เท่ากับ 12,126 กิโลกรัม สร้างรายได้ให้กับศูนย์พัฒนาเท่ากับ 57,680 บาท และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรจำหน่ายเองเท่ากับ 5,000 บาท

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งอยู่ในเขตหมู่บ้านคุ้ม อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่บนเทือกเขาตะนาวศรี ติดกับเขตแดนพม่า มีพื้นที่รับผิดชอบ 26.52 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม 6 หมู่บ้าน มีครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด 504 ครัวเรือน ประชากร 2,855 คน สภาพป่าเป็นป่าสนและป่า

ดิบ ดินส่วนใหญ่เป็นดินชุดบ้านหลวง ดินร่วนเหนียว ดินชุดอ่างขางเป็นดินที่เกิดจากพวกหินปูน หินเซลล์ ดินดาน สภาพของดินโดยรวมมีโครงสร้างดินที่ค่อนข้างเป็นกรด พื้นที่มีความลาดชันสูง อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,400 เมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 16.9 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,871.8 มิลลิเมตรต่อปี

ศูนย์พัฒนาได้พัฒนาส่งเสริมการปลูกผักหลายชนิด กะหล่ำปลีรูปหัวใจเป็นพืชชนิดหนึ่งของการส่งเสริม ซึ่งรายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการส่งเสริมในการปลูกผักทุกชนิด จำนวน 63 ครัวเรือน พบว่ามีรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน เท่ากับ 63,107 บาทต่อครัวเรือน

ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ตั้งอยู่ในเขตหมู่บ้านหนองหอยเก่า อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่รับผิดชอบ 21.17 ตารางกิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,200 – 1,250 เมตร ประกอบด้วย 6 หมู่บ้าน 356 ครัวเรือน ประชากร 2,573 คน

ลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชัน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง อุณหภูมิเฉลี่ย 20.6 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,512 มิลลิเมตรต่อปี

ศูยน์พัฒนาได้มีงานส่งเสริมและพัฒนาพืชผักเมืองหนาวพบว่าการปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ สามารถสร้างรายได้ให้กับศูนย์พัฒนา เท่ากับ 141,542.30 บาท

พืชผักเมืองหนาว

แต่เดิมในอดีตชาวเขามักปลูกฝิ่นเพื่อเป็นรายได้ของครอบครัว เนื่องจากไม่ทราบว่าจะปลูกพืชอะไร ส่วนพืชชนิดอื่น ๆ ปลูกไว้เพื่อใช้รับประทาน หลังจากโครงการหลวงได้นำพืชพรรณเข้ามาทดลอง และแนะนำให้กับชาวเขาเพื่อลดปัญหาเรื่องการเพาะปลูกฝิ่น เมื่อมีการถ่ายทอดความรู้สู่ชาวเขา มีการสร้างความเชื่อมั่นในการที่จะปลูกผัก ดอกไม้ ผลไม้ เพื่อทำรายได้แทนฝิ่นแล้ว ปัจจุบันจึงเป็นที่นิยมและแพร่หลาย สร้างรายได้ให้กับชาวเขาและประเทศเป็นอย่างมาก โดยพืชที่เป็นผลผลิตของโครงการได้แก่ (โครงการหลวง, 2533)

ผักเมืองหนาว ได้แก่ ผักกาดหอม กระเทียมต้น เซเลอรี่ ปวยเหล็ง กะหล่ำปลีแดง ผักกาดฮ่องเต้ ผักกาดหวาน ผักกาดหอมใบแดง แครอท ผักกาดหางหงษ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นผักที่มีจำหน่ายตลอดปี

สมุนไพร ได้แก่ ตังกุย มินท์ เสค ไชว์ เอื้องหมายนา เลมอนบาล์ม ซอเรล เป็นต้น

ดอกไม้เมืองหนาว ได้แก่ แกลดิโอลัส กุหลาบ ยูคาลิปตัส เบญจมาศ เยอบีร่า คาร์เนชั่น ลิลลี่ หน้าวัว เลียทริส ปักษาสวรรค์ เป็นต้น

ผลไม้เมืองหนาว ได้แก่ มะละกอ บ๊วย ท้อ พลัม เสาวรส แอปเปิ้ล ทับทิม สาลี่ กีวี สตรอเบอรี่ องุ่น พลับ อโวคาโด เป็นต้น

พืชไร่ ได้แก่ ลินิน กาแฟอราบิก้า ถั่วแดงเหลือง มันฝรั่ง เป็นต้น

นอกจากนี้ ผลผลิตของโครงการฯ มีอีกมากมายเช่น ไม้กระถาง ไม้ป่าและไม้ใผ่ ดอกไม้แห้ง ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป อาหารกระป๋อง ของประดิษฐ์และอื่น ๆ ซึ่งสินค้าต่าง ๆ จะมีตลาดของโครงการเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ จัดการวางแผน จัดการรักษาคุณภาพหลังเก็บเกี่ยว การแลกเปลี่ยนสินค้า กำหนดราคา อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพนั่นเองซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าพืชเศรษฐกิจบนที่สูงนั้น มักจะปลูกด้วยวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการคือ

1. ปลูกพืชเมืองหนาวที่ไม่สามารถปลูกที่อื่นได้
2. ปลูกพืชที่ทำให้ได้คุณภาพของผลิตผลและผลประโยชน์ดีขึ้น
3. ปลูกพืชนอกฤดูซึ่งทำให้จำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้น
4. เป็นการปลูกพืชเพื่อผลิตเมล็ดหรือหัวพันธุ์

ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของพืชนั้น ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมเพื่อให้เหมาะสมเป็นพืชเศรษฐกิจในการส่งเสริม ซึ่งอิทธิพลดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิ โรคและแมลง ดิน ธาตุอาหาร เป็นต้น ซึ่งจะต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มากจนเกินไปแล้วไม่น้อยจนเกินไป

1. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งตั้งแต่พืชเริ่มการงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือออกดอกติดเมล็ด โดยทั่วไปแล้วพืชแบ่งโดยยึดอุณหภูมิเป็นเกณฑ์ คือพืชผักเมืองหนาว และพืชผักเมืองร้อน ถ้านำพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในภาวะอุณหภูมิหนึ่งไปปลูกในท้องที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไปพืชจะไม่เจริญเติบโตตามปกติหรืออาจถึงตายได้ หรือจะต้องใช้เวลานานเพื่อการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมซึ่งอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชนั้นแบ่งได้เป็น 3 ช่วงคือ

- อุณหภูมิต่ำสุด หมายถึง อุณหภูมิต่ำสุด ที่พืชชนิดนั้นสามารถเจริญเติบโตได้
- อุณหภูมิที่เหมาะสม หมายถึง ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่พืชนั้นสามารถเจริญเติบโตได้สูงสุด
- อุณหภูมิสูงสุด หมายถึง ค่าอุณหภูมิสูงสุดที่พืชชนิดนั้นสามารถเจริญเติบโตได้

ตาราง 5 แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสม ต่ำสุด สูงสุด ต่อการปลูกพืชบางชนิด

ชนิดของพืชผัก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	พอเหมาะ	สูงสุด	ต่ำสุด
กะหล่ำดาว, กะหล่ำปลี, กะหล่ำปม, คะน้าฝรั่ง	15-18	24	6
กะหล่ำดอก, แครอท, ผักกาดหอม, ผักกาดขาวปลี	15-18	27	8
พริกยักษ์, มะเขือเทศ	21-24	27	18
กระเทียม, กระเทียมต้น, หอมแดง, หอมหัวใหญ่	13-24	30	8

2. แสงสว่าง เป็นปัจจัยสำคัญโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงของพืชและยังมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ด การออกดอก และเกี่ยวข้องกับขบวนการต่าง ๆ ภายในพืชซึ่งขบวนการต่าง ๆ เหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับ ความเข้มของแสง ช่วงแสง และคุณภาพของแสง

ช่วงแสง หมายถึง ระยะเวลานานของแสงในแต่ละวันซึ่งช่วงแสงในแต่ละวันจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและท้องถิ่น เช่น ความยาวนานของแสงในแต่ละฤดูกาล

- พืชวันสั้น เป็นพืชผักที่ต้องการแสงในวันหนึ่ง ๆ สั้น เช่น กะหล่ำปม กะหล่ำดอก กะหล่ำดาว เป็นต้น
- พืชวันยาว เป็นพืชผักที่ต้องการแสดงในช่วงวันหนึ่ง ๆ ยาวนาน เช่น ผักกาดหอม ผักโขมเป็นต้น
- พืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง เป็นพืชผักที่สามารถขึ้นได้ดีไม่ว่าจะมีช่วงแสงสั้นหรือยาว เช่น มะเขือเทศ ข้าว ข้าวโพด แตงต่าง ๆ

3. น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืชผัก ทั้งนี้เพราะ น้ำเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีบทบาทสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาทางชีววิทยา รักษาความเย็นของต้นพืช ลำเลียงอาหารและธาตุอาหารต่างๆ ในพืช สามารถแบ่งความต้องการน้ำของพืชผักออกได้ 3 พวกคือ

- พืชผักที่ต้องการน้ำน้อย ทนแสงได้ดี เช่น มะเขือ ฟักทอง เป็นต้น
- พืชผักที่ต้องการน้ำมาก เช่น ผักบุ้ง ผักกะเฉด ผักกาดต่าง ๆ
- พืชผักที่ต้องการน้ำปานกลาง เช่น ข้าวโพดหวานเป็นต้น

4. ดิน เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก เพราะดินเป็นแหล่งของธาตุอาหารและน้ำของพืช เป็นที่อยู่ของรากพืช เพื่อช่วยในการพยุงลำต้น ในพืชบางชนิดดินเป็นแหล่งที่อยู่ของพืช เช่น พืชหัว โดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชผัก

คือดินที่มีความลึกของดินพอประมาณ ลักษณะร่วนซุย ถ่ายเทอากาศได้ดี มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5 – 8

5. ธาตุอาหาร พืชต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชต้องการธาตุอาหารจากดินแตกต่างกัน ถ้าพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่งหรือได้รับมากเกินไป ก็จะแสดงอาการออกมาให้เห็น โดยทั่วไปแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

- ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมารมาก คือ ธาตุที่พืชต้องการมากเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่นๆ มี 6 ธาตุคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยทั่วไปดินมักจะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในดินมีอยู่น้อยหรืออาจจะมีอยู่มากแต่อยู่ในรูปที่พืชนำมาใช้ไม่ได้ จึงทำให้พืชได้รับธาตุไม่เพียงพอ ส่วนธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน มักจะพอเพียงกับความต้องการของพืช

- ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อย คือ ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่น ๆ มีทั้งหมด 7 ธาตุคือ เหล็ก คลอรีน โบรอน แมงกานีส สังกะสี ทองแดง และโมลิบดินัม

พืชผักที่ใช้ในการศึกษา

พืชผักที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะของพันธุ์และชื่อที่แตกต่างกันออกไปสามารถพิจารณาได้ดังนี้

ผักกาดหวาน (Cos Letturce)

ชื่อภาษาไทยผักกาดหวาน

ชื่อภาษาอังกฤษ Cos Letturce

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Letturce sativa*

พันธุ์ Cor Corsica

ลักษณะทั่วไป เป็นพืชที่ปลูกง่าย ตลาดมีความต้องการสูงชอบลักษณะอากาศเย็น และไม่หนาวจัด สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี

การใช้ประโยชน์ ทำสลัด ตากแห้งหมักเกลือแบบจีน เสริฟกับอาหารไทย ประเภทยำ ลาบ และเครื่องจิ้ม ผัดน้ำมันหอย

เซเลอรี่ (Celery)

ชื่อภาษาไทย คื่นช่ายฝรั่ง

ชื่อภาษาอังกฤษ Celery

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aquim graveolens ver. dulce*

พันธุ์ Tall Utah 52 – 70 (พันธุ์เขียว)

ลักษณะทั่วไป เป็นผักกินก้านและยอดอ่อนมีรสชาติคล้าย คื่นฉ่าย แต่ต้นใหญ่ นิยมกินก้านใบ ชอบสภาพอากาศเย็น ความชื้นสูง ดินอุดมสมบูรณ์

การใช้ประโยชน์ ทำแกงจืด ผักกับเนื้อสัตว์ หรืออาหารทะเล ตุ๋นกับผักหลากหลายกับเนื้อสัตว์แบบจีน ทานสดเป็นเครื่องจิ้ม หรือคั้นน้ำทานสด ช่วยลดความดัน

ผักกาดหางหงษ์ (Chinese Cabbage – Michilli)

ชื่อภาษาไทยผักกาดหางหงษ์

ชื่อภาษาอังกฤษ Chinese Cabbage – Michilli

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica pekinensis*

พันธุ์ Jade pagoda

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะคล้ายผักกาดขาวปลี แต่ลำต้นจะใหญ่และยาวกว่า เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เหมาะสมสำหรับปลูกในฤดูหนาว ฤดูแล้งอาจพบปัญหาแมลงรบกวน

การใช้ประโยชน์ ผัดกับเนื้อสัตว์ หรืออาหารทะเล ผัดน้ำมันหอย แกงจืด

ผักกาดขาวปลี (Chinese Cabbage)

ชื่อภาษาไทยผักกาดขาวปลี

ชื่อภาษาอังกฤษ Chinese Cabbage

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica campestris*

พันธุ์ Bigone 60

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะคล้ายผักกาดหางหงษ์ แต่ลักษณะต้นจะเล็กกว่า ลักษณะใบหยิกน้อยกว่า การเข้าปลีแน่นกว่า ชอบอากาศเย็น

การใช้ประโยชน์ ผัดกับเนื้อสัตว์ หรืออาหารทะเล ผัดน้ำมันหอย แกงจืดต้มแบบจีน ใช้รับประทานจิ้มน้ำพริก

กะหล่ำปลี (Cabbage)

ชื่อภาษาไทย กะหล่ำปลี

ชื่อภาษาอังกฤษ Cabbage

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica Oleracea Capitata Linn*

ลักษณะทั่วไป สามารถขึ้นได้กับดินทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนโปร่งและชอบแดดเต็มที่ตลอดวัน การเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธุ์โดย กะหล่ำปลีรูปหัวใจที่ทำการศึกษาจัดเป็นพันธุ์เบาเก็บเกี่ยวในช่วงระยะ 50 – 60 วัน จัดอยู่ในกะหล่ำปลีธรรมดาซึ่งทนความร้อนอายุการเก็บเกี่ยวสั้น

บทที่ 3
วิธีการวิจัย
(RESEARCH METHODOLOGY)

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งอุปกรณ์และวิธีการทดลองแยกตามแต่ละการทดลอง โดยในแต่ละการทดลองมีอุปกรณ์และวิธีการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การทดลองที่ 1 ได้วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 Treatment 3 Replication โดยจะทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แบ่งออกเป็น 3 ตำรับการทดลอง คือ เศษผัก เศษผลไม้ และเศษผักผสมยูเรีย ด้วยหัวเชื้อปุ๋ยหมัก (สารเร่ง) พ.ด. 2 ของกรมพัฒนาที่ดิน ตามอัตราส่วน 4 : 1 : 1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนแนะนำในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ดังนี้

ตาราง 6 แสดงส่วนผสมแต่ละตำรับการทดลอง

ส่วนผสม	ตำรับทดลอง		
	ตำรับทดลองที่ 1	ตำรับทดลองที่ 2	ตำรับทดลองที่ 3
เศษผัก	12 กิโลกรัม	-	12 กิโลกรัม
เศษผลไม้	-	12 กิโลกรัม	-
น้ำ	3 ลิตร	3 ลิตร	3 ลิตร
กากน้ำตาล	3 ลิตร	3 ลิตร	3 ลิตร
สารเร่ง	12 กรัม	12 กรัม	12 กรัม
ยูเรีย	-	-	120 กรัม

1.1 อุปกรณ์

1. ภาชนะพลาสติกมีฝาปิดขนาด 10 ลิตร จำนวน 9 ใบ
2. หัวเชื้อปุ๋ยหมัก (สารเร่ง) พ.ด. 2 ของกรมพัฒนาที่ดิน
3. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ ผัก และ ผลไม้
4. ขวดพลาสติกเก็บปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก จำนวน 9 ใบ
5. กากน้ำตาล จำนวน 27 ลิตร ยูเรีย 120 กรัม และ น้ำ 9 ลิตร

1.2 วิธีการ

1. ทำการเตรียมเศษวัสดุเหลือใช้ คือ เศษผัก และผลไม้ ที่เหลือจากการตัดแต่ง จากฝ่ายคัดบรรจุ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง และวัสดุเหลือใช้จากไร่นา โดยมีการทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ มีขนาดเล็กลง โดยตำรับทดลองที่ 1 และ 3 ทำการเตรียมเศษผักจำนวน 12 กิโลกรัมต่อถัง ใส่ถังพลาสติกขนาด 10 ลิตร จำนวน 6 ใบ ตำรับทดลองที่ 2 เตรียมเศษผลไม้จำนวน 12 กิโลกรัมต่อถัง จำนวน 3 ใบ

2. นำหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พ.ด. 2 จำนวน 12 กรัมต่อถัง ใส่ลงในน้ำจำนวน 3 ลิตรต่อถัง ผสมให้เข้ากัน จนอยู่ในรูปของสารละลาย ส่วนตำรับที่ 3 ให้ผสมยูเรีย จำนวน 120 กรัมต่อถังลงในน้ำ แล้วผสมให้เข้ากันจนอยู่ในรูปของสารละลายเช่นกัน

3. ผสมวัสดุหมัก ในข้อที่ 1 และ 2 ให้เข้ากันโดยการผสมลงในถังพลาสติกที่ใช้หมักคลุกเคล้าจากนั้นปิดฝาไม่ต้องสนิท และนำไปไว้ในอุณหภูมิห้อง

4. ทำการหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน หรือพิจารณาสภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก ว่าสมบูรณ์ แล้วทำการกรองน้ำหมักแยกออกจากกาก แล้วนำน้ำหมักที่ได้ ในแต่ละตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง มารวมกันเขย่าให้เข้ากันดี จะได้ตัวอย่างของน้ำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก 1 ตัวอย่าง สำหรับนำไปวิเคราะห์

1.3 การบันทึกผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ระหว่างการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ทำการสังเกตสภาพทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เพื่อพิจารณาถึงลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่หมักสมบูรณ์แล้ว นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักที่สมบูรณ์ไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี เหล็ก แมงกานีส ทองแดง วัดค่า pH และค่า EC โดยไนโตรเจนทั้งหมด วิเคราะห์ด้วยวิธี Macro Kjeldahl วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer และตรวจวิเคราะห์หาปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) (นงลักษณ์, 2537)

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบนที่สูง

การทดลองที่ 2 ได้ทำวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 Block 4 Treatment โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืช 3 ชนิดต่อพื้นที่ศึกษาและฤดูเพาะปลูก มีวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

2.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

การกำหนดพื้นที่ที่ทำการศึกษา พิจารณาโดยเลือกพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางในการผลิตพืชผักบนที่สูง เพื่อออกจำหน่ายและเพื่อการวิจัย คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์, อ่างขาง และหนองหอย

2.2 การกำหนดชนิดพืชและฤดูการเพาะปลูก

การกำหนดชนิดพืชที่ทำการศึกษา พิจารณาโดยหัวหน้าโครงการหลวงแต่ละพื้นที่ มีเกณฑ์ในการพิจารณาคือ คัดเลือกชนิดพืชที่จัดเป็นพืชเศรษฐกิจของโครงการ ประกอบกับเป็นพืชที่มีอายุการเพาะปลูกระยะสั้น ถึงปานกลาง ดังนี้

ตาราง 7 แสดงชนิดพืชที่ใช้ในการทดลองจำแนกตามฤดูเพาะปลูกและพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา ฤดูเพาะปลูก	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอ่างขาง	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย
Crop ที่ 1 (ต.ค. – ม.ค.)	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ ฮ่องเต้ญี่ปุ่น	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ ผักกาดหวาน	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผักกาดหางหงษ์ ผักกาดขาวปลี
Crop ที่ 2 (ก.พ. – พ.ค.)	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ เซเลอรี่	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ ผักกาดหางหงษ์	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผักกาดหางหงษ์ ผักกาดขาวปลี
Crop ที่ 3 (มิ.ย. – ก.ย.)	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ เซเลอรี่	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ ผักกาดหวาน	กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ปวยเหล็ง ผักกาดขาวปลี

2.3 การกำหนดขนาดแปลงการศึกษา

การทดลองครั้งนี้ ได้กำหนดขนาดของแปลงขนาด 1 × 4 เมตร ระยะระหว่างซ้ำ 40 เซนติเมตร ระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร แปลงทดลองหุ้มด้วยพลาสติกคลุมแปลง และวางสายระบบน้ำหยดบนแปลงการทดลอง ยกแปลงและตากดินไว้ 7 วัน เพื่อกำจัดวัชพืช

2.4 การกำหนดตำรับทดลองและอัตราการใช้

การทดลองครั้งนี้ได้กำหนดตำรับทดลอง 4 ตำรับ และกำหนดอัตราการใช้ โดยคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน เป็นหลัก ดังนี้

Treatment 1	ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15	จำนวน 530 กรัมต่อแปลง
	ปุ๋ยเคมีสูตร 46 – 0 – 0	จำนวน 520 กรัมต่อแปลง
Treatment 2	ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา)	จำนวน 2700 กรัมต่อแปลง
Treatment 3	ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 (นิวตริสมาร์ท)	จำนวน 360 กรัมต่อแปลง
	ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0	จำนวน 186 กรัมต่อแปลง
Treatment 4	ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0	จำนวน 186 กรัมต่อแปลง

ตาราง 8 แสดงอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลองที่ 2

Treatment	อัตราการใส่ต่อแปลงขนาด 4 ตารางเมตร (กรัม)		
	ต่อแปลง	ครั้งที่หนึ่ง	ครั้งที่สอง
T1 ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15	530	265	265
ปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0	520	260	260
T2 ปุ๋ยชีวภาพชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา)	2700	1350	1350
T3 ปุ๋ยชีวภาพชนิดที่ 2 (นิวตริสมาร์ท)	360	180	180
ปุ๋ยสูตร 15 – 0 – 0	186	93	93
T4 ปุ๋ยสูตร 15 – 0 – 0	186	93	93

2.5 วิธีการเพาะปลูก

1. เตรียมกล้าสำหรับเพาะปลูก ตามชนิดพืชที่กำหนดไว้ในแต่ละฤดูการเพาะปลูก โดยเพาะกล้าในถาดเพาะกล้า จำนวน 104 หลุมต่อถาด อายุกล้าประมาณ 20 – 25 วัน

2.ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการเพาะปลูกในห้องปฏิบัติการโดยทำการวิเคราะห์ค่า pH , %OM , %N , P , K , Ca , Mg

3. ทำการเพาะปลูกโดยเจาะหลุมปลูกลึกประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นหลุม เอาดินกลบพอประมาณ และนำกล้าที่เพาะไว้ลงปลูก

4. การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่จำนวนสองครั้ง โดยครั้งแรกใส่รองก้นหลุม ครั้งที่สองเจาะใส่ข้างหลุมเพาะปลูก

5. ดูแลรักษาด้วยระบบน้ำหยด และใช้ยาปราบศัตรูพืชตามสมควร

2.6 การบันทึกข้อมูล

การทดลองได้ทำการบันทึกข้อมูลระหว่างทำการทดลอง โดยบันทึกข้อมูลทุก 10 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 12 ต้นต่อแปลง และเก็บบันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของพืช ความสูงของต้น จำนวนใบของต้น เส้นผ่าศูนย์กลางของกะหล่ำปลีรูปหัวใจ น้ำหนักก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหลังตัดแต่ง สำหรับต้นที่ทำการสุ่มแล้วไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ให้กำหนดเป็น Missing Value

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก จะนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสิ่งที่ทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

การทดลองได้ทำการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 3 Block 3 Treatment โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืช 2 ชนิดต่อพื้นที่ศึกษา มีวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

3.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

การกำหนดพื้นที่ที่ทำการศึกษา พิจารณาโดยเลือกพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางในการผลิตพืชเพื่อออกจำหน่ายและเพื่อการวิจัย คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย และ มหาวิทยาลัยแม่โจ้บนแปลงเกษตรทฤษฎีใหม่

3.2 การกำหนดชนิดพืชและฤดูการเพาะปลูก

การกำหนดชนิดพืชที่ทำการศึกษา ได้ทำการเลือกพืชที่เป็นพืชหลักซึ่งใช้เปรียบเทียบกับการทดลองที่สอง คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ และคะน้ายอดดอยคำ

3.3 การกำหนดขนาดแปลงการศึกษา

การทดลองครั้งนี้ ได้กำหนดขนาดของแปลงขนาด 1 × 4 เมตร ระยะระหว่างซ้ำ 40 เซนติเมตร ระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร แปลงทดลองหุ้มด้วยพลาสติกคลุมแปลง และวางสายระบบน้ำหยดบนแปลงการทดลอง ยกแปลงและตากดินไว้ 7 วัน เพื่อกำจัดวัชพืช

3.4 การกำหนดตำรับทดลองและอัตราการใช้

การทดลองครั้งนี้ได้กำหนดตำรับทดลอง 3 ตำรับ และกำหนดอัตราการใช้ โดยคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน เป็นหลัก ดังนี้

Treatment 1	ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15	จำนวน 530 กรัมต่อแปลง
	ปุ๋ยเคมีสูตร 46 – 0 – 0	จำนวน 520 กรัมต่อแปลง
Treatment 2	ปุ๋ยชีวภาพทางการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา)	จำนวน 2700 กรัมต่อแปลง
Treatment 3	ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง	จำนวน 61.28 ลิตรต่อแปลง

ตาราง 9 แสดงอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลองที่ 3

Treatment	อัตราการใส่ต่อแปลงขนาด 4 ตารางเมตร		
	ต่อแปลง	ครั้งที่หนึ่ง	ครั้งที่สอง
T1 ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15	530 กรัม	265 กรัม	265 กรัม
ปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0	520 กรัม	260 กรัม	260 กรัม
T2 ปุ๋ยชีวภาพชนิดที่ 1	2700 กรัม	1350 กรัม	1350 กรัม
T3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง	61.28 ลิตร	42.98 ลิตร	18.39 ลิตร

3.5 วิธีการเพาะปลูก

1. เตรียมกล้าสำหรับเพาะปลูก ตามชนิดพืชที่กำหนดไว้ในแต่ละฤดูการเพาะปลูก โดยเพาะกล้าในถาดเพาะกล้า จำนวน 104 หลุมต่อถาด อายุกล้าประมาณ 20 – 25 วัน

2.ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการเพาะปลูก ในห้องปฏิบัติการโดยทำการวิเคราะห์ค่า pH , %OM , %N , P , K , Ca , Mg

3. ทำการเพาะปลูกโดยเจาะหลุมปลูกลึกประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นหลุม เอาดินกลบพอประมาณ และนำกล้าที่เพาะไว้ลงปลูก

4. การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่จำนวนสองครั้ง

- ปุ๋ยชนิดเม็ดแบ่งใส่จำนวนสองครั้ง โดย ครั้งที่หนึ่ง ใส่รองก้นหลุม ครั้งที่สองเจาะใส่ข้างหลุมปลูก โดยมีระยะห่างกันเป็นเวลา 15 - 30 วัน

- ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ แบ่งใส่จำนวนสองครั้ง โดยครั้งที่หนึ่ง ใช้รดลงแปลงก่อนทำการปลูกเป็นเวลา 7 วัน ครั้งที่สองเจือจางกับน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 ใช้แบ่งรดลงแปลงตลอดอายุของพืชที่ทำการเพาะปลูก

5. ดูแลรักษาด้วยระบบน้ำหยด และใช้ยาปราบศัตรูพืชตามสมควร

3.6 การบันทึกข้อมูล

การทดลองทำการบันทึกข้อมูลระหว่างทำการทดลอง โดยบันทึกข้อมูลทุก 10 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 12 ต้นต่อแปลง และเก็บบันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของพืช ความสูงของต้น จำนวนใบของต้น เส้นผ่าศูนย์กลางของกะหล่ำปลีรูปหัวใจ น้ำหนักก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหลังตัดแต่ง สำหรับต้นที่ทำการสุ่มแล้วไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ ให้กำหนดเป็น Missing Value

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการบันทึกข้อมูลของการทดลอง จะนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสิ่งที่ทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์
(RESULT AND DISCUSSION)

การทดลองที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด. 2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

จากการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด. 2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จำนวน 3 ตำรับทดลอง คือ เศษผัก เศษผลไม้ และเศษผักผสมยูเรียโดยใช้ตามอัตราส่วน 4 : 1 : 1 ทำการหมักจนได้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่สมบูรณ์โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นและนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่สมบูรณ์แล้วทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารมีผลการทดลองดังนี้

1.1 ผลการพิจารณาลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

การทดสอบทำการสังเกตลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก ทุก 7 วัน เพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่สมบูรณ์ในการนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีผลการสังเกต ดังนี้

ตาราง 10 แสดงผลการสังเกตปุ๋ยอินทรีย์น้ำระหว่างการหมัก

ช่วงวัน	ตำรับการทดลอง		
	เศษผัก	เศษผลไม้	เศษผักผสมยูเรีย
1 - 7	วัสดุที่ใช้หมักยังคงสภาพเดิมเริ่มมีลักษณะคล้ำลงในช่วงวันที่ 6 สารละลายมีความหนืดของกากน้ำตาลมีฝ้าขาวบนผิวหน้า มีกลิ่นฉุน	วัสดุที่ใช้หมักยังคงสภาพเดิมเริ่มมีลักษณะคล้ำลงในช่วงวันที่ 5 สารละลายมีความหนืดของกากน้ำตาลมีฝ้าขาวบนผิวหน้า มีกลิ่นฉุน	วัสดุที่ใช้หมักยังคงสภาพเดิมเริ่มมีลักษณะคล้ำลงในช่วงวันที่ 4 สารละลายมีความหนืดของกากน้ำตาลมีฝ้าขาวบนผิวหน้า มีกลิ่นฉุน

ตาราง 10 (ต่อ)

ช่วงวัน	ตำรับการทดลอง		
	เศษผัก	เศษผลไม้	เศษผักผสมยูเรีย
8 -14	วัสดุที่ใช้หมักเริ่มคล้ำดำและเปื่อยยุ่ย สารละลายมีความหนืดมีสีน้ำตาลเข้มออกแดง ฝ้าขาวหนาขึ้น มีกลิ่นฉุน มีหนอนและแมลง	วัสดุที่ใช้หมักคล้ำดำและเปื่อยยุ่ย สารละลายมีความหนืดมีสีน้ำตาลเข้ม ฝ้าขาวหนาขึ้น มีกลิ่นฉุน มีหนอนและแมลง	วัสดุที่ใช้หมักคล้ำดำและเปื่อยยุ่ย สารละลายมีความหนืดมีสีน้ำตาลเข้มออกแดง ฝ้าขาวหนาขึ้น มีกลิ่นฉุน มีแมลงและหนอน
15 - 21	วัสดุที่ใช้หมักเปื่อยยุ่ย สารละลายมีความหนืดลดลง มีกลิ่นฉุนออกเปรี้ยว ฝ้าเริ่มลดลง ระดับของน้ำสูงขึ้น	วัสดุที่ใช้หมักเปื่อยยุ่ย สารละลายมีความหนืดลดลง มีกลิ่นฉุนออกเปรี้ยว ฝ้าลดลง ระดับของน้ำสูงขึ้นมากกว่าสองตำรับ	วัสดุที่ใช้หมักเปื่อยยุ่ยมากกว่าสองตำรับแรก สารละลายมีความหนืดลดลง มีกลิ่นฉุนออกเปรี้ยว ฝ้าเริ่มลดลง ระดับของน้ำสูงขึ้น
21 -30	วัสดุเหลือใช้ยุบตัวลงก้นภาชนะหมัก กลิ่นเปรี้ยวฉุน ไม่มีฝ้าขาวบนผิวหน้า หนอนและแมลงตายและลดจำนวนลง สารละลายมีสีน้ำตาลอ่อนออกแดง	วัสดุเหลือใช้ยุบตัวลงก้นภาชนะหมัก กลิ่นเปรี้ยวฉุน ไม่มีฝ้าขาวบนผิวหน้า หนอนและแมลงตายและลดจำนวนลง สารละลายมีสีน้ำตาลอ่อน	วัสดุเหลือใช้ยุบตัวลงก้นภาชนะหมัก กลิ่นเปรี้ยวฉุน ไม่มีฝ้าขาวบนผิวหน้า หนอนและแมลงตายและลดจำนวนลง สารละลายมีน้ำตาลออกแดง

1.2 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์น้ำในห้องปฏิบัติการ

การพิจารณาสังเกตปุ๋ยอินทรีย์น้ำว่ามีลักษณะสมบูรณ์พร้อมนำไปใช้แล้วนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ได้ในแต่ละถังผสมให้เข้ากันตามแต่ละตำรับการทดลอง นำไปพิจารณาวิเคราะห์ธาตุอาหารมีผลการทดลองดังนี้

1. ปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็กและทองแดง ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำเศษผักที่ผลิตขึ้นเอง โดยหมักกับหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พ.ด. 2 พบว่า มีระดับความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.9 และ ค่า EC เท่ากับ 9000 mmhos/cm

ปริมาณธาตุไนโตรเจน การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนโดยวิธีหาไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธีการกลั่น พบว่า มีปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสโดยการวัดปริมาณฟอสฟอรัสจากเครื่อง Spectrophotometer พบว่า มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ 27 mg/l

ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง จากเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง เท่ากับ 3880, 372, 23, 4.2, 296, 74 และ 1 mg/l ตามลำดับ

2. ปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็กและทองแดง ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำเศษผลไม้ที่ผลิตขึ้นเอง โดยหมักกับสารเร่ง พ.ด. 2 พบว่า มีระดับความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.8 และ ค่า EC เท่ากับ 8025 mmhos/cm

ปริมาณธาตุไนโตรเจนการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน โดยวิธีหาไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธีการกลั่น พบว่า มีปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสโดยการวัดปริมาณฟอสฟอรัสจากเครื่อง Spectrophotometer พบว่า มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ 38 mg/l

ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง จากเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง เท่ากับ 2940, 432, 16, 2.2, 172, 85 และ 0 mg/l ตามลำดับ

3. ปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็กและทองแดง ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำเศษผักผสมยูเรียที่ผลิตขึ้นเอง โดยหมักกับสารเร่ง พ.ด. 2 พบว่ามีระดับความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.7 และ ค่า EC เท่ากับ 8025 mmhos/cm

ปริมาณธาตุไนโตรเจน การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนโดยวิธีหาไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธีการกลั่นพบว่ามีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.52 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสโดยการวัดปริมาณฟอสฟอรัสจากเครื่อง Spectrophotometer พบว่า มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ 218 mg/l

ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง จากเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดง เท่ากับ 6170 , 3020 , 9, 346, 954, 142 และ 3.5 mg/l ตามลำดับ

ตาราง 11 แสดงปริมาณของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง

ตำรับทดลอง	pH	EC mmhos/cm	N %	P mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Zn mg/l	Mn mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l
ผัก	3.9	9000	0.14	27	3880	372	23	4.2	296	74	1
ผลไม้	3.8	8025	0.10	38	2940	432	16	2.2	172	85	0
ผัก+ยูเรีย	3.7	16000	0.52	218	6170	3020	9	346	954	142	3.5

หมายเหตุ : ตารางที่แสดงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

ในการศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง ตามตำรับทดลอง คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผลไม้ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรีย พบว่า

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียมีระดับความเป็นกรดมากที่สุด เท่ากับ 3.7 รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผลไม้และปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก และในการเปรียบเทียบธาตุไนโตรเจนในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรีย มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำผลไม้ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) รายงานว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักจะมีปริมาณไนโตรเจนใกล้เคียงกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำผลไม้ประมาณ 0.14-0.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการเพิ่มปุ๋ยยูเรียลงไปในตำรับดังกล่าวจึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อีกทั้ง Wilde (1958) ได้กล่าวว่าการเพิ่มระดับไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะช่วยเร่งการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

Bertoldi, et al. (1983) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของไนโตรเจนจะเป็นตัวกำหนดอัตราการย่อยสลายและการเจริญเติบโตและการผลิตเอนไซม์ของจุลินทรีย์

Zadrazil and Brunnert (1982) ได้ศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการย่อยสลายฟางข้าวสาลี พบว่าแอมโมเนียมไนเตรทปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการย่อยสลายฟางข้าวสาลีโดยเชื้อราเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

ในการเปรียบเทียบปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็กและทองแดง พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียมีปริมาณธาตุอาหารสูงสุดเท่ากับ 6170, 3020, 9, 346, 954, 142 และ 3.5 ppm ตามลำดับ แต่มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดเท่ากับ 9 ppm เมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักเท่ากับ 23 ppm ซึ่งการที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักและปริมาณธาตุอาหารรองแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ เศษวัสดุเหลือใช้และการเติมยูเรียในการหมักเป็นการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเพิ่มมากขึ้น กรมพัฒนาที่ดิน (2543) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักหอยเชอร์รี่และปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาจะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักและผลไม้ แต่มีปริมาณธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ ใกล้เคียงกัน

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชบนที่สูง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักบนที่สูง ในแต่ละตำรับการทดลองและฤดูกาลเพาะปลูกนั้น ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษา เป็นสองส่วนคือ

2.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของตำรับทดลองในการเพาะปลูกพืชผักบนที่สูง

2.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ศึกษาในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ

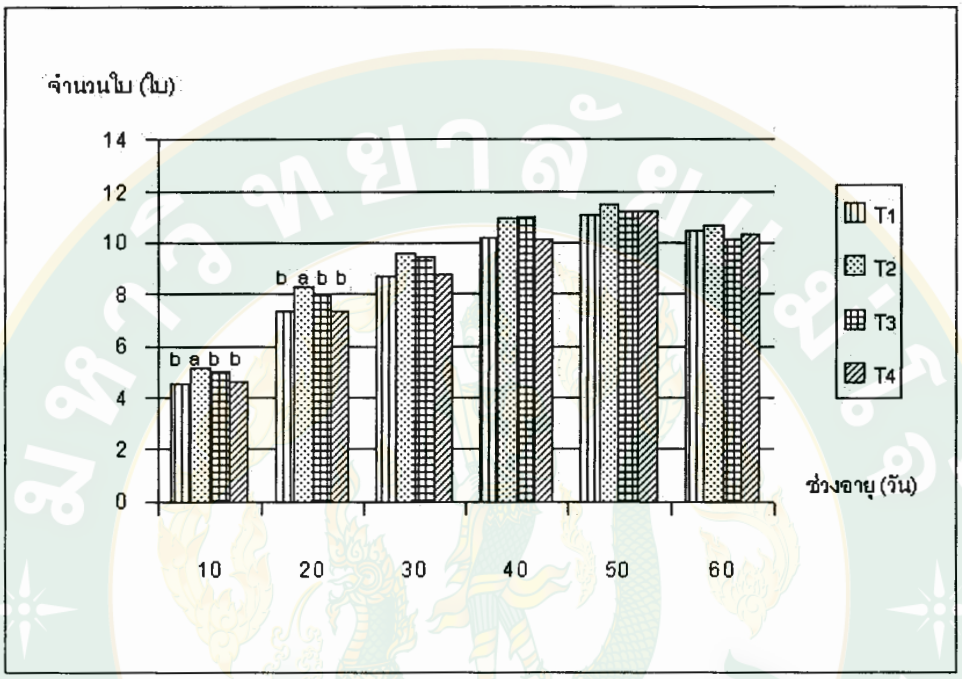
2.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างตำรับทดลองในการเพาะปลูกพืชผักบนที่สูง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก โดยมีตำรับทดลองที่ 1 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 –15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับทดลองที่ 2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ตำรับทดลองที่ 3 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 –0 - 0 และตำรับทดลองที่ 4 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 มีผลการศึกษาดังนี้

1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

1.1 ฤดูกาลเพาะปลูก ที่ 1 (ต.ค. – ม.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษา คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ และฮ่องเต้ญี่ปุ่น พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและผลผลผลิต ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T2>T3>T4>T1) ที่อายุ 20 วัน (T2>T3>T1>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 มีจำนวนใบต่อต้นสูงที่สุดคือ 5.19 ใบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และ 8.27 ใบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ (ภาพ 7)



ภาพ 7 แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

คะน้ายอดคอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและด้านผลผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่อายุ 30 วัน (T2>T3>T1>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 มีความสูงของต้นสูงที่สุดคือ 45.75 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 12)

ฮ่องเต้ญี่ปุ่น ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูงที่อายุ 30 วัน (T2>T1>T3>T4) ที่อายุ 40 วัน (T2>T1>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 มีความสูงของต้นสูงสุดคือ 17.53 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 21.27 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตามลำดับ ด้านผลผลิต ความสูงก่อนตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) ความสูงหลังตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) น้ำหนักรวม (T2>T1>T4>T3) ในตำรับทดลองที่ 2 มีความสูงก่อนตัดแต่งหลังตัดแต่งและน้ำหนักสูงสุดคือ 25.54, 24.27 เซนติเมตร และ 400.80 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตาราง 13)

ตาราง 12 แสดงความสูงของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)		
ทดลอง	10	20	30
T1	17.12	25.35	38.68 ^{b}
T2	18.56	29.02	45.75 ^{a}
T3	17.21	26.03	41.43 ^{ab}
T4	16.93	25.33	37.98 ^{b}
CV (%)	4.23	6.41	6.29
F-Value	ns	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ตาราง 13 แสดงความสูงและผลผลิตของฮ่องเต้ญี่ปุ่นโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				ผลผลิต (เซนติเมตร) (กรัมต่อต้น)		
ทดลอง	10	20	30	40	สูงก่อน	สูงหลัง	นน.รวม
T1	8.42	11.39	15.57 ^{ab}	17.93 ^{b}	20.39 ^{b}	19.21 ^{b}	263.22 ^{b}
T2	8.56	11.92	17.53 ^{a}	21.27 ^{a}	25.54 ^{a}	24.27 ^{a}	400.80 ^{a}
T3	8.29	11.38	15.33 ^{ab}	17.03 ^{b}	17.39 ^{c}	16.51 ^{c}	146.50 ^{c}
T4	8.37	11.04	14.76 ^{b}	16.41 ^{b}	16.90 ^{c}	16.27 ^{c}	149.08 ^{c}
CV (%)	7.18	6.70	5.24	4.18	6.30	6.88	21.63
F-Value	ns	ns	*	**	**	**	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

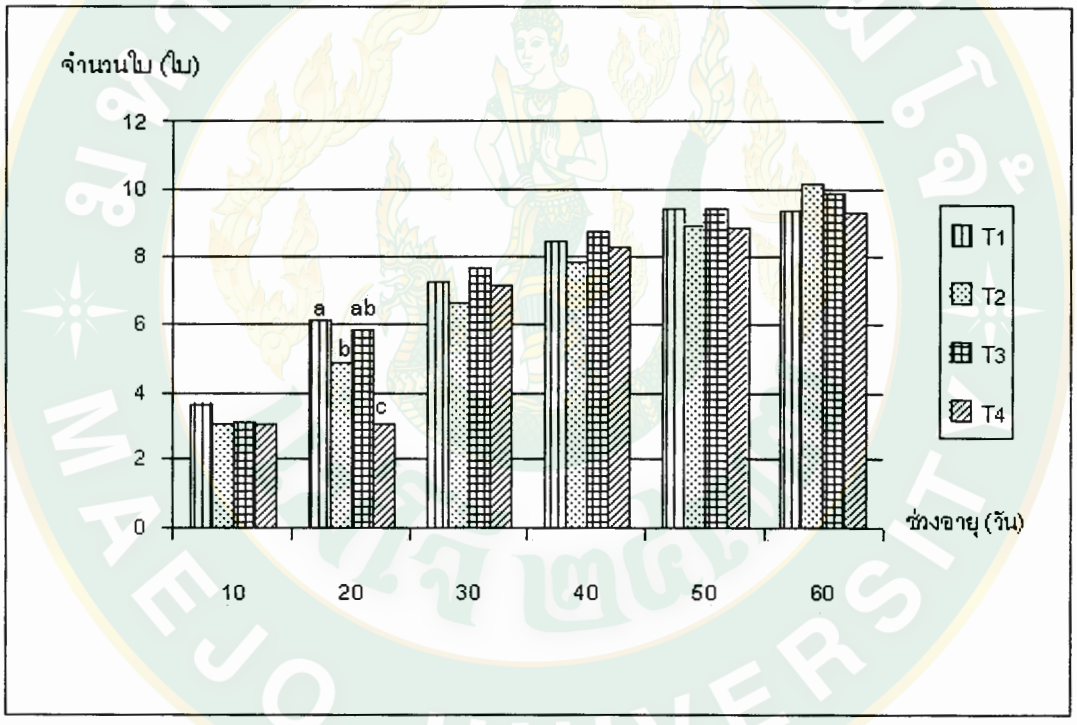
** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ฯ การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ไม่มีความแตกต่างด้านผลผลิต แต่ฮ่องเต้ญี่ปุ่น มีความแตกต่างด้านผลผลิตโดยตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

1.2 ในฤดูกาลปลูกที่ 2 (ก.พ.-พ.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษาคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดยอดคำ และเซเลอรี่ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบที่อายุ 20 วัน (T1>T3>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 มีจำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 6.08 ใบ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพ 8)



ภาพ 8 แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

คะน้ายอดดอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 40 วัน (T3>T1>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 49.23 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 20 วัน (T3>T1>T4>T2) และ ที่อายุ 30 วัน (T3>T1>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 3.02 และ 4.36 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 น้ำหนักก่อนตัดแต่งสูงสุด

คือ 143.13 กรัมต่อต้น น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T1>T3>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 น้ำหนักหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 84.89 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตามลำดับ (ตาราง 14)

ตาราง 14 แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				จำนวนใบ (ใบ)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	14.58	19.59	42.14	47.44 ^{ab}	2.08	2.88 ^{ab}	4.16 ^{ab}	5.65	139.89 ^{a}	84.98 ^{a}
T2	14.63	18.65	33.35	45.63 ^{ab}	2.08	2.65 ^{a}	3.94 ^{b}	5.31	143.13 ^{a}	81.05 ^{a}
T3	14.51	20.62	35.71	49.23 ^{a}	2.16	3.02 ^{a}	4.36 ^{a}	5.82	134.72 ^{a}	82.05 ^{a}
T4	14.69	19.12	33.37	43.91 ^{b}	2.05	2.85 ^{ab}	3.88 ^{b}	5.40	105.78 ^{b}	60.42 ^{b}
CV (%)	4.01	5.29	19.86	3.08	3.04	3.99	3.60	3.42	6.41	6.27
F-Value	ns	ns	ns	*	ns	*	*	ns	**	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

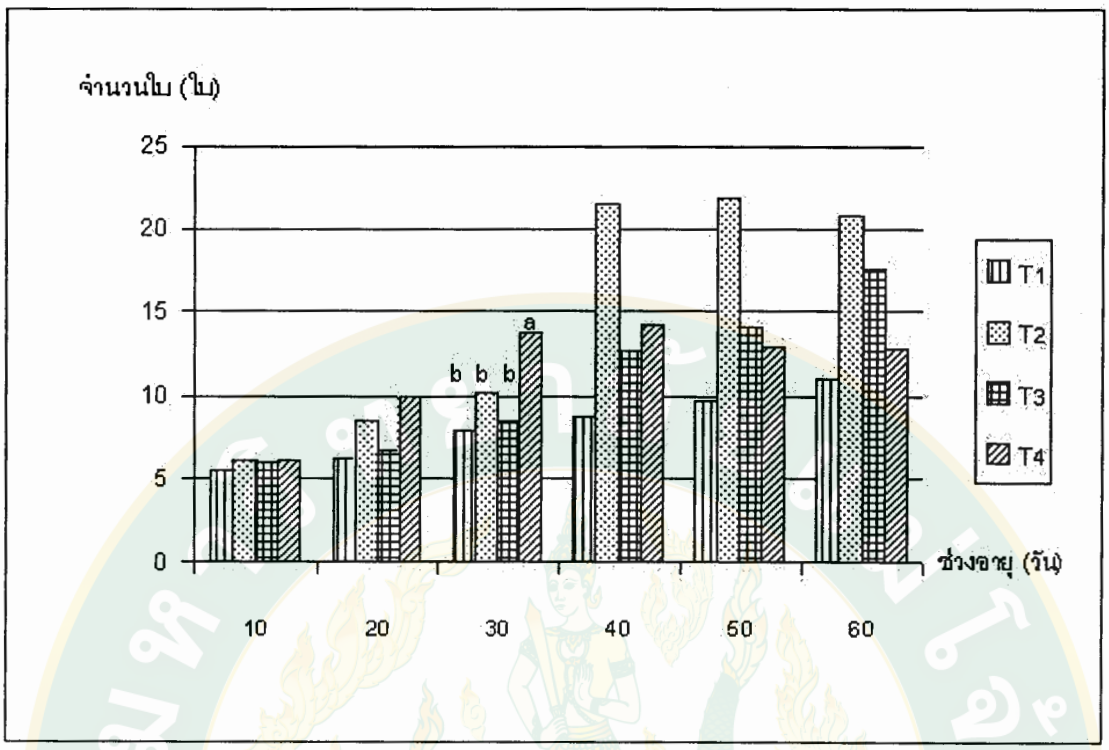
** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ไม่มีความแตกต่างด้านผลผลิต แต่คะน้ายอดดอยคำมีความแตกต่างด้านผลผลิตโดยตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 ให้ผลผลิตสูงสุดและการเพาะปลูกเซเลอรี่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.3 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 (มิ.ย.- ก.ย.) พืชที่ใช้ในการศึกษาคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ และเซเลอรี่ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 30 วัน (T4>T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 มีจำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 13.77 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 9)



ภาพ 9 แสดงจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินนนท์ฯฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

คะน้ายอดดอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 40 วัน (T4>T2>T1>T3) ในตำรับทดลองที่ 4 มีจำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 6.26 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิต ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนการตัดแต่ง (T1>T2>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 น้ำหนักก่อนตัดแต่งสูงสุด คือ 114 กรัมต่อต้น น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T2>T1> T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 น้ำหนักหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 87.23 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 15)

เซเลอรี่ ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและด้านผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูงที่อายุ 10 วัน (T4>T1>T3>T2) ในตำรับทดลองที่ 4 มีความสูงของต้นสูงสุดคือ 9.15 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 16)

ตาราง 15 แสดงจำนวนใบและผลผลิตของคะน้ายอดคอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตำรับ	จำนวนใบ (ใบ)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	3.80	3.88	4.65	6.00 [a]	114.00 [a]	80.58 [ab]
T2	3.83	4.44	4.89	6.08 [a]	110.00 [ab]	87.23 [a]
T3	3.44	4.13	4.40	4.85 [b]	62.77 [bc]	48.05 [bc]
T4	3.58	3.55	4.62	6.26 [a]	52.55 [c]	38.60 [c]
CV (%)	6.83	9.15	12.61	5.74	28.02	28.49
F-Value	ns	ns	ns	**	*	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ตาราง 16 แสดงความสูงของเซเลอรี่โครงการหลวงอินทนนท์ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				
ทดลอง	10	20	30	40	50
T1	8.94 [ab]	16.00	17.09	17.92	22.14
T2	8.54 [c]	13.41	17.74	19.02	19.63
T3	8.60 [bc]	12.94	21.45	17.99	18.82
T4	9.15 [a]	13.32	16.63	17.18	17.80
CV (%)	2.19	19.71	24.34	8.89	18.18
F-Value	*	ns	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

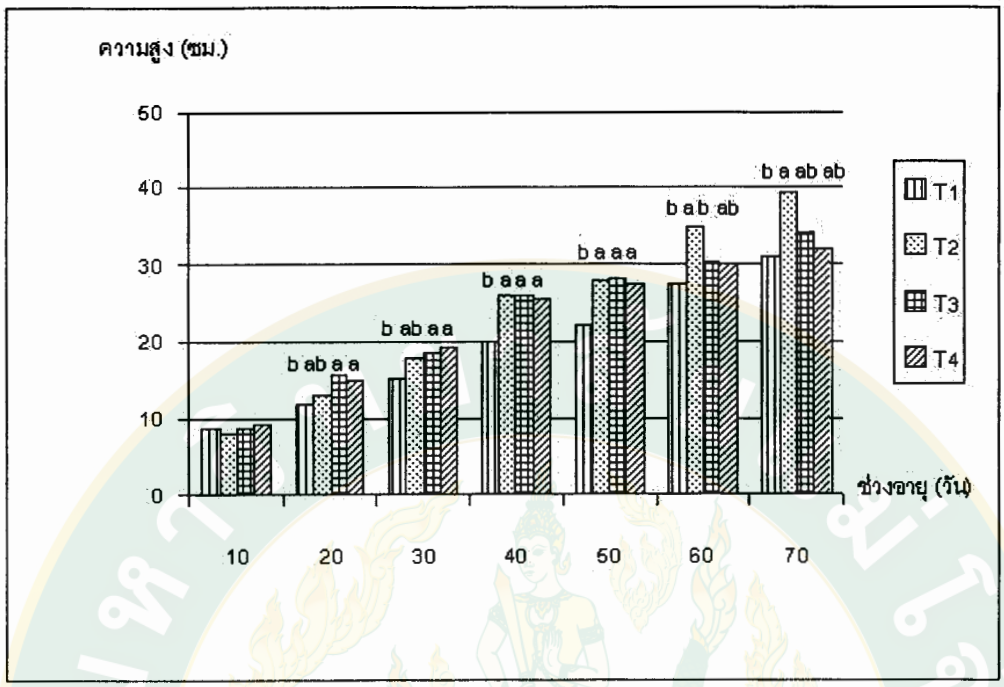
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษาในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ไม่มีความแตกต่างด้านผลผลิตแต่คะน้ายอดดอยคำมีความแตกต่างด้านผลผลิตโดยตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

2. สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

2.1 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 (ต.ค. – ม.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษา คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำและผักกาดหวาน พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 20 วัน (T3>T4>T2>T1) ที่อายุ 50 วัน (T3>T2>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 15.8 และ 28.04 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตามลำดับ ที่อายุ 30 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 19.18 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 40 วัน (T2>T3>T4>T1) ที่อายุ 60 วัน (T2>T3>T4>T1) และที่อายุ 70 วัน (T2>T3>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 26 และ 34.91 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และ 39.44 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ด้านจำนวนใบที่อายุ 10 วัน (T4>T3>T1>T2) 30 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 5.22 และ 10.57 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ที่อายุ 20 วัน (T3>T4>T1>T2) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 6.80 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 70 วัน (T1>T2>T4>T3) ในตำรับทดลองที่ 1 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 15.28 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) และเส้นผ่าศูนย์กลาง (T2>T1>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 น้ำหนักก่อนแต่งของต้นสูงสุด คือ 1,272.03 กรัมต่อต้น และเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นสูงสุด คือ 14.70 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และน้ำหนักหลังตัดแต่ง 688.51 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ10) (ตาราง 17)



ภาพ 10 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตาราง 17 แสดงจำนวนใบและผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	จำนวนใบ (ใบ)							ผลผลิต (กรัมต่อต้น) (เซนติเมตร)		
ทดลอง	10	20	30	40	50	60	70	นน.ก่อน	นน.หลัง	เส้นผ่าฯ
T1	4.91 ab	6.00 ab	8.82 b	9.75	10.10	12.32	15.28 a	895.35 ab	462.61 ab	12.42 ab
T2	4.50 b	5.44 b	9.11 b	10.49	10.62	13.20	14.75 b	1272.03 a	688.51 a	14.70 a
T3	5.11 ab	6.80 a	10.33 a	11.04	11.26	12.77	14.16 ab	613.47 b	322.63 b	12.13 b
T4	5.22 b	6.59 a	10.57 a	10.99	10.80	13.22	14.30 ab	610.97 b	290.00 b	11.13 b
CV (%)	4.01	7.30	6.13	6.41	4.44	5.37	5.46	20.35	23.07	6.37
F-Value	*	*	*	ns	ns	ns	**	**	*	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

คะน้ายอดคอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงที่อายุ 20 วัน (T3>T4>T2>T1) ที่อายุ 40 วัน (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 19.35 และ 41.22 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 30 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 ความสูงของต้นสูงสุด คือ 27.68 เซนติเมตร ด้านจำนวนใบที่อายุ 20 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 5.14 ใบ ที่อายุ 30 วัน (T3>T4>T2>T1) และที่อายุ 40 วัน (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 6.61 และ 7.93 ใบ ตามลำดับ ด้านผลการเก็บเกี่ยวน้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T3>T2>T4>T1) น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 น้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งสูงสุด คือ 302.5 และ 209.72 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตาราง 18)

ตาราง 18 แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดคอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				จำนวนใบ (ใบ)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	9.18	12.11 ^{b}	16.82 ^{b}	24.37 ^{c}	4.25	3.83 ^{b}	5.11 ^{b}	6.01 ^{b}	132.91 ^{b}	79.46 ^{b}
T2	9.36	14.60 ^{b}	20.52 ^{b}	35.11 ^{b}	4.31	4.43 ^{ab}	6.11 ^{a}	6.51 ^{b}	301.66 ^{a}	174.16 ^{a}
T3	10.46	19.35 ^{a}	27.32 ^{a}	41.22 ^{a}	4.30	5.02 ^{a}	6.61 ^{a}	7.93 ^{a}	302.5 ^{a}	209.72 ^{a}
T4	10.30	18.38 ^{a}	27.68 ^{a}	40.62 ^{a}	4.58	5.14 ^{a}	6.44 ^{a}	7.38 ^{a}	287.5 ^{a}	201.11 ^{a}
CV (%)	6.81	7.16	6.61	7.40	4.82	6.17	5.39	2.96	7.18	12.37
F-Value	ns	**	**	**	ns	**	**	**	**	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ผักกาดหวาน ด้านผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 30 วัน (T3>T1>T4>T2) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 13.20 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T1>T3>T4>T2) ที่อายุ 20 วัน (T1>T3>T4>T2) ในตำรับทดลองที่ 1 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 6.11 ใบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 7.38 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งตามลำดับ (ตาราง 19)

ตาราง 19 แสดงความสูงและจำนวนใบของผักกาดหวานสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)					จำนวนใบ (ใบ)				
ทดลอง	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
T1	8.11	9.61	13.16 [a]	16.56	19.81	6.11 [a]	7.38 [a]	7.97	14.77	16.69
T2	6.52	7.68	9.44 [b]	14.18	16.79	5.08 [b]	5.25 [b]	6.38	12.41	15.08
T3	7.20	8.79	13.20 [a]	15.36	18.52	6.05 [a]	6.66 [ab]	8.33	13.00	15.88
T4	7.40	9.30	12.83 [a]	16.43	19.38	5.33 [b]	6.36 [ab]	7.63	13.50	18.41
CV (%)	8.94	8.82	7.73	13.10	11.82	6.11	7.09	10.11	10.05	11.99
F-Value	ns	ns	**	ns	ns	*	**	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

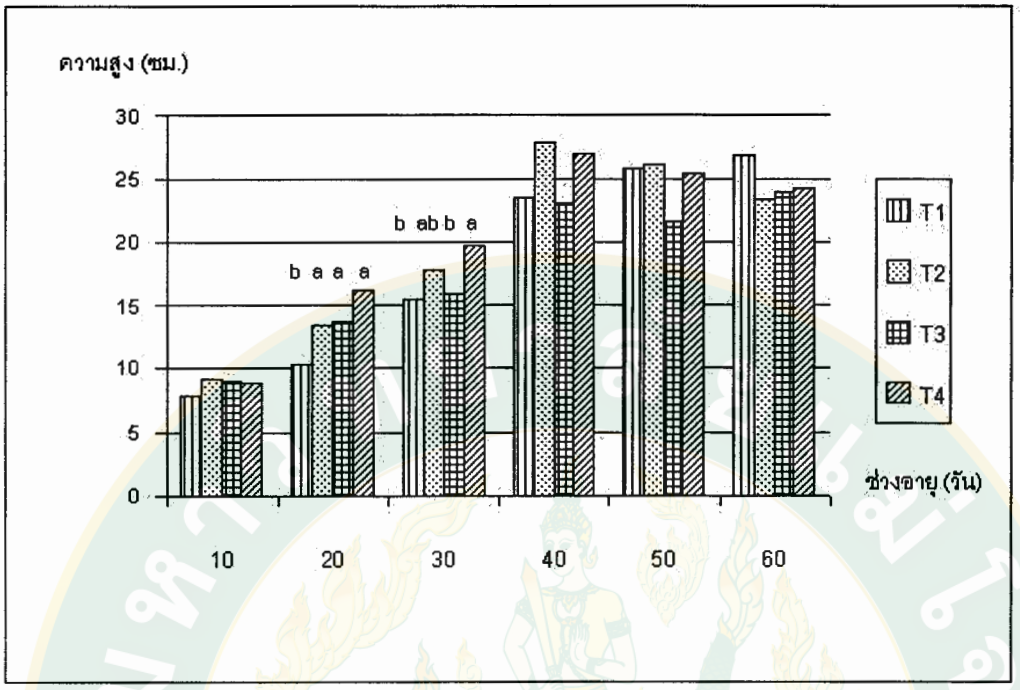
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ด้านผลผลิตตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

2.2 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 (ก.พ.-พ.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษาคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดยอดคำ และผักกาดหางหงษ์ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูง ที่อายุ 20 วัน (T4>T3>T2>T1) ที่อายุ 30 วัน (T4>T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 13.69 และ 15.94 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ (ภาพ 11)

คะน้ายอดดอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T4>T1>T2>T3) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 4.22 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 20)



ภาพ 11 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตาราง 20 แสดงจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขางฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตำรับ	จำนวนใบ (ใบ)			
ทดลอง	10	20	30	40
T1	3.39 [a]	4.26	6.47	7.47
T2	3.26 [a]	4.50	6.65	7.42
T3	2.88 [ab]	4.22	6.5	8.00
T4	4.22 [b]	5.61	7.80	9.20
CV (%)	10.71	17.38	21.77	14.48
F-Value	*	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ผักกาดหางหงษ์ ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูงที่อายุ 10 วัน (T4>T2>T3>T1) ที่อายุ 20 วัน (T4>T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 11.47 และ 22.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 21)

ตาราง 21 แสดงความสูงของผักกาดหางหงษ์สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตำรับ	ความสูง(เซนติเมตร)			
ทดลอง	10	20	30	40
T1	7.34 [b]	12.72 [b]	22.44	35.18
T2	9.02 [b]	14.91 [b]	28.14	34.60
T3	8.76 [b]	14.00 [b]	21.5	29.13
T4	11.47 [a]	22.33 [a]	32.00	36.11
CV (%)	12.95	17.78	22.68	9.62
F-Value	*	*	ns	ns

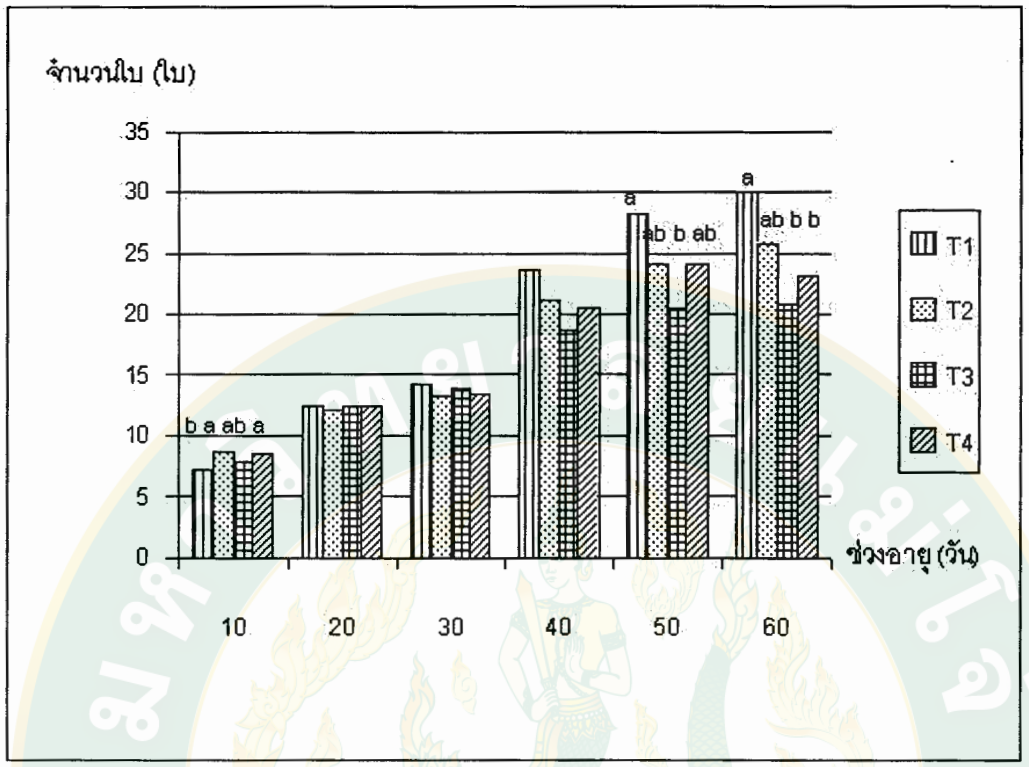
* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะน้ายอดดอยคำและผักกาดหางหงษ์ พบว่าด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน

2.3 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 (มิ.ย.- ก.ย.) พืชที่ใช้ในการศึกษา คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ คะน้ายอดดอยคำ และผักกาดหวาน พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูง ที่อายุ 10 วัน (T2>T4>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 8.55 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อายุ 50 วัน(T1>T2>T4>T3) ที่ 60 วัน (T1>T2>T4>T3) ในตำรับทดลองที่ 1 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 28.17 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ 29.96 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพ 11)



ภาพ 12 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

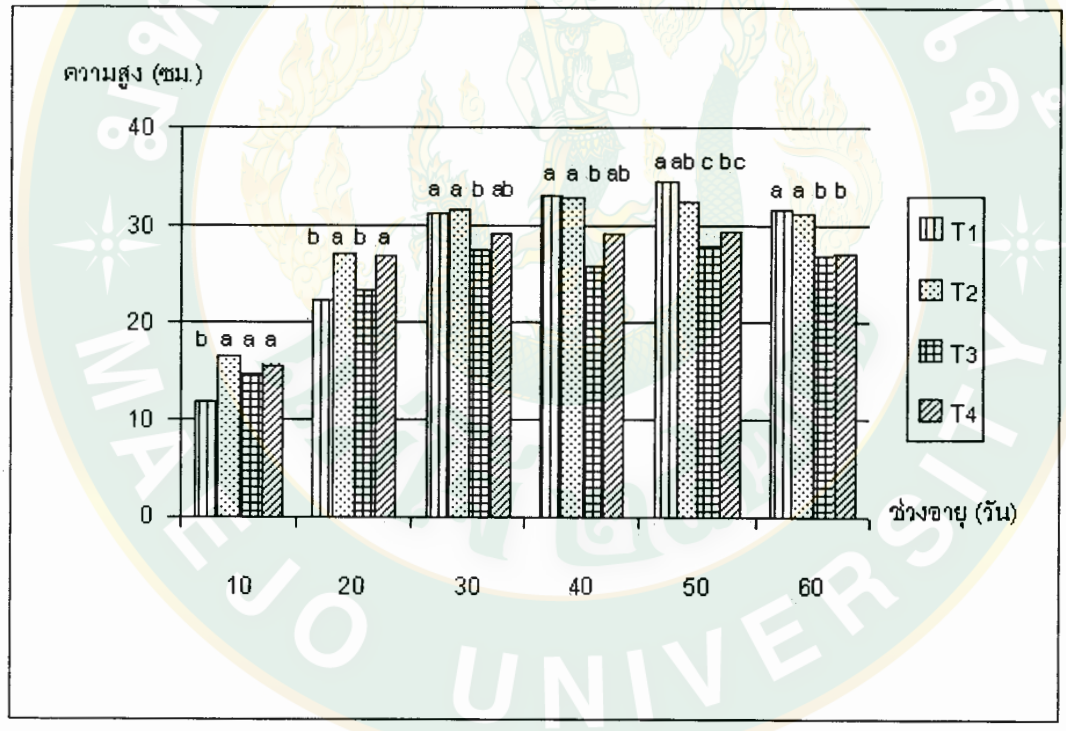
คะน้ายอดดอยคำ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและด้านผลการเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 4.75 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาพบว่าสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผักกาดหวานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต และเมื่อพิจารณาคะน้ายอดดอยคำและผักกาดหวาน พบว่าด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน

3. ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

3.1 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 (ต.ค. – ม.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษา คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผักกาดหางหงษ์ และผักกาดขาวปลี พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 10 วัน (T2>T4>T3>T1) ที่อายุ 20 วัน (T2>T4>T3>T1) ที่อายุ 30 วัน (T2>T1>T4>T3) ในตำรับทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 16.50, 27.16 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และ 31.65 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับที่อายุ 40 วัน (T1>T2>T4>T3) ที่อายุ 50 วัน (T1>T2>T4>T3) และที่อายุ 60 วัน (T1>T2>T4>T3) ในตำรับทดลองที่ 1 ความสูงของต้นสูงสุด คือ 33.02, 34.5 และ 31.58 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตามลำดับ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T4>T3>T2>T1) ที่อายุ 20 วัน (T4>T2>T3>T1) ที่อายุ 40 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 6.88, 10.61 และ 19.63 ใบตามลำดับและที่อายุ 60 วัน (T3>T4>T1>T2) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 15.69 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 12) (ตาราง 22)



ภาพ 13 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตาราง 22 แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอย ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ทดลอง	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
T1	11.79 ^{b}	22.30 ^{b}	31.06 ^{a}	33.02 ^{a}	34.50 ^{a}	31.58 ^{a}	5.22 ^{b}	8.86 ^{b}	12.16	11.86 ^{a}	14.09	10.56 ^{a}
T2	16.50 ^{a}	27.16 ^{a}	31.65 ^{a}	32.81 ^{a}	32.47 ^{ab}	31.16 ^{a}	6.58 ^{a}	10.55 ^{a}	12.72	12.41 ^{a}	12.46	10.33 ^{a}
T3	14.75 ^{a}	23.36 ^{b}	27.56 ^{b}	25.86 ^{b}	27.83 ^{c}	26.72 ^{b}	6.63 ^{a}	9.97 ^{a}	12.25	18.47 ^{b}	14.91	15.69 ^{b}
T4	15.71 ^{a}	26.70 ^{a}	29.11 ^{ab}	29.16 ^{ab}	29.41 ^{bc}	27.05 ^{b}	6.88 ^{a}	10.61 ^{a}	12.42	19.63 ^{ab}	17.83	15.18 ^{b}
CV (%)	6.61	4.04	4.64	4.92	5.39	4.35	9.25	4.65	3.92	3.49	20.69	4.99
F-Value	**	**	*	**	*	**	*	*	ns	*	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ตาราง 23 แสดงการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดขาวปลีโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				จำนวนใบ (ใบ)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	5.513	13.30 ^{b}	22.66 ^{b}	32.93 ^{b}	2.00	4.32 ^{b}	7.94 ^{b}	10.73	348.81 ^{a}	311.82
T2	5.59	16.84 ^{a}	27.40 ^{a}	38.21 ^{a}	1.59	6.44 ^{a}	11.44 ^{a}	13.31	339.16 ^{ab}	301.16
T3	6.09	18.14 ^{a}	28.72 ^{a}	36.09 ^{ab}	1.81	6.75 ^{a}	10.80 ^{a}	12.45	326 ^{ab}	296.83
T4	5.95	18.83 ^{a}	29.04 ^{a}	37.90 ^{a}	1.96	7.25 ^{a}	12.05 ^{a}	13.25	315.93 ^{b}	287.1
CV (%)	14.31	6.53	6.52	3.55	8.55	11.12	7.19	9.2	2.82	3.02
F-Value	ns	**	*	**	ns	**	**	ns	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

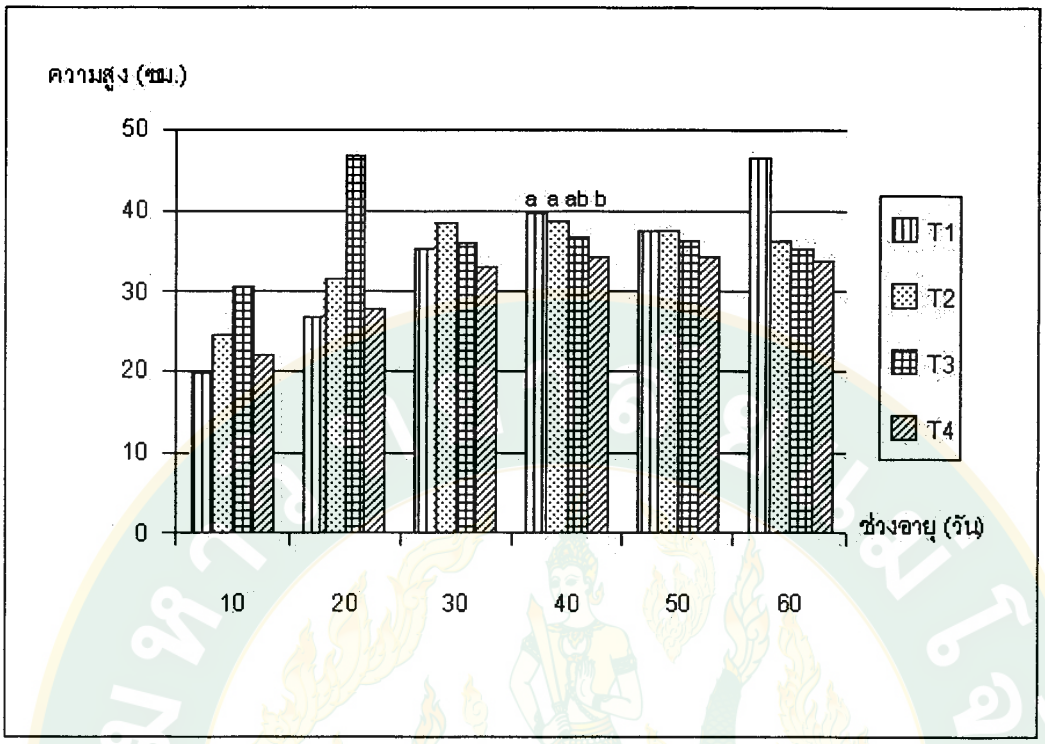
ผักกาดขาวปลี ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 20 วัน (T4>T3>T2>T1) ที่อายุ 30 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 ความสูงของต้นสูงสุด คือ 18.83 และ 29.04 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่อายุ 40 วัน (T2>T4>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 38.21 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 20 วัน (T4>T3>T2>T1) ที่อายุ 30 วัน (T4>T2>T3>T1) ในตำรับที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 7.25 และ 12.05 ใบ ตามลำดับ ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T1>T2>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 น้ำหนักของต้นสูงสุดคือ 348.81 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 22)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย การปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อพิจารณาผักกาดขาวปลีพบว่าตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0 ให้ผลผลิตสูงสุด และผักกาดหางหงษ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 (ก.พ.-พ.ค.) พืชที่ใช้ในการศึกษาคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผักกาดขาวปลี และผักกาดหางหงษ์ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 40 วัน (T1>T2>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 39.58 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 50 วัน (T1>T2>T3>T4) ที่อายุ 60 วัน (T1>T4>T2>T3) ในตำรับทดลองที่ 1 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 10.11 ใบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และ 8.94 ใบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ (ภาพ 13)

ผักกาดหางหงษ์ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 20 วัน (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 35.61 เซนติเมตร ที่อายุ 40 วัน (T2>T1>T3>T4) ที่อายุ 50 วัน (T2>T1>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 46.88 และ 44.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 10 วัน (T4>T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 9.52 ใบ ที่อายุ 20 วัน (T3>T4>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 10.47 ใบ ที่อายุ 30 วัน (T2>T3>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 12.44 ใบ ที่อายุ 50 วัน (T1>T2>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 14.13 ใบ ด้านผลการเก็บเกี่ยวน้ำหนักหลังตัดแต่ง (T2>T1>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 2 น้ำหนักของต้นสูงสุดคือ 1091.66 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 24)



ภาพ 14 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตาราง 24 แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหางหงษ์โครงการหลวงหนองหอย ฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)					จำนวนใบ (ใบ)					ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	15.77	22.65 ^{b}	32.25	42.55 ^{b}	44.33 ^{b}	6.47 ^{b}	8.19 ^{b}	9.77 ^{b}	14.13	14.44 ^{a}	1315.00	1032.22 ^{a}
T2	25.66	34.30 ^{a}	44.69	46.88 ^{a}	44.38 ^{a}	8.88 ^{a}	9.94 ^{a}	12.44 ^{a}	15.0	13.00 ^{ab}	1676.11	1091.66 ^{a}
T3	27.19	35.61 ^{a}	41.47	42.41 ^{b}	39.83 ^{b}	9.47 ^{a}	10.47 ^{a}	11.94 ^{a}	14.88	12.40 ^{ab}	1137.5	788.30 ^{ab}
T4	35.91	34.80 ^{a}	40.97	40.61 ^{b}	38.83 ^{b}	9.52 ^{a}	10.11 ^{a}	11.52 ^{a}	14.36	11.16 ^{b}	876.38	608.88 ^{b}
CV (%)	34.00	11.28	10.92	4.63	4.64	9.50	6.50	6.66	9.27	7.84	26.78	19.48
F-Value	ns	*	ns	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอยการปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ด้านผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อพิจารณาผักกาดหางหงษ์พบว่าตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด และผักขาวปลีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.3 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 (มิ.ย.- ก.ย.) พืชที่ใช้ในการศึกษา คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ปวยเหล็ง และผักกาดขาวปลี พบว่า

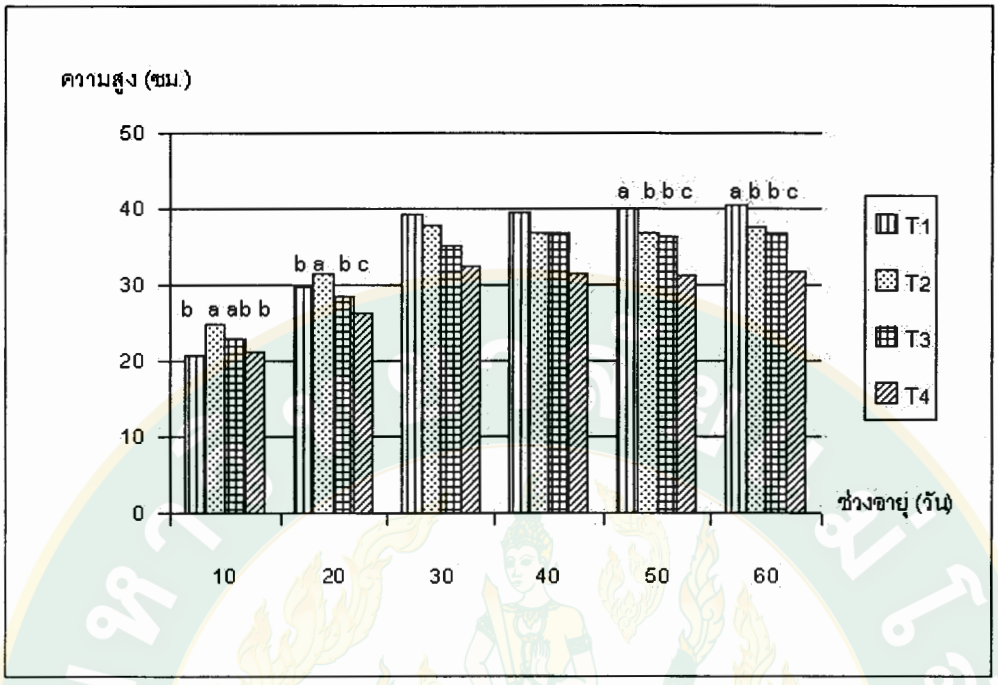
กะหล่ำปลีรูปหัวใจ ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่อายุ 10 วัน (T2>T3>T4>T1) ที่อายุ 20 วัน (T2>T1>T3>T4) ในตำรับการทดลองที่ 2 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 24.93 และ 31.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 40 วัน (T1>T2>T3>T4) ที่อายุ 50 วัน (T1>T2>T3>T4) ที่อายุ 60 วัน (T1>T2>T3>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 39.41, 39.85 และ 40.52 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 50 วัน (T1>T3>T2>T4) ที่อายุ 60 วัน (T1>T3>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 1 จำนวนใบสูงสุดคือ 10.54 และ 10.77 ใบ ตามลำดับ ด้านผลการเก็บเกี่ยวน้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T2>T3>T4>T1) น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T2>T3>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 น้ำหนักสูงสุดของแปลงคือ 1,226 และ 1,165 กรัมต่อต้น ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพ 14) (ตาราง 25)

ตาราง 25 แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ทดลอง	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
T1	20.69 ^{b}	29.68 ^{b}	39.27	39.41 ^{a}	39.85 ^{a}	40.52 ^{a}	8.26	8.16	9.41	10.98	10.54 ^{a}	10.77 ^{a}
T2	24.93 ^{a}	31.51 ^{a}	37.84	36.83 ^{a}	36.92 ^{b}	37.53 ^{b}	8.46	9.24	9.05	11.22	9.58 ^{b}	10.24 ^{b}
T3	22.88 ^{ab}	28.63 ^{b}	34.91	36.9 ^{a}	36.27 ^{b}	36.84 ^{b}	8.05	8.82	9.05	10.99	9.99 ^{ab}	10.46 ^{ab}
T4	21.24 ^{b}	26.41 ^{c}	32.49	31.45 ^{b}	30.97 ^{c}	31.63 ^{c}	8.10	8.91	9.52	10.44	8.27 ^{c}	8.86 ^{c}
CV (%)	3.73	1.32	9.57	2.36	1.15	1.26	3.85	6.46	4.69	6.07	2.56	1.49
F-Value	**	**	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)



ภาพ 14 แสดงความสูงของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตาราง 26 แสดงความสูงและผลผลิตของปวยเหล็งโครงการหลวงหนองหอยฯฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	4.09	6.29 ^{b}	13.61	13.93	63 ^{a}	47
T2	3.87	6.85 ^{a}	13.08	15.12	61 ^{ab}	45
T3	4.48	7.17 ^{a}	13.69	15.75	64 ^{a}	47
T4	4.08	6.75 ^{ab}	12.65	15.25	56 ^{b}	46
CV (%)	15.36	3.95	5.49	12.00	2.93	2.97
F-Value	ns	*	ns	ns	**	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

ปวยเหล็ง ผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูง ที่อายุ 20 วัน (T3>T2>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 7.17 เซนติเมตร ด้านผลการเก็บกี่ยว น้ำหนักก่อนตัดแต่ง (T3>T1>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 3 น้ำหนักของแปลงสูงสุดคือ 64 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ผักกาดขาวปลี ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 30 วัน (T4>T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 4 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 10.34 ใบ ที่อายุ 40 วัน (T3>T2>T4>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ 15.29 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านผลผลิต น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T3>T1>T2>T4) ในตำรับทดลองที่ 3 น้ำหนักของแปลงสูงสุดคือ 324 กรัมต่อแปลงซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 27)

ตาราง 27 แสดงจำนวนใบและผลผลิตของผักกาดขาวปลีโครงการหลวงหนองหอยฯ ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ตำรับ	จำนวนใบ (ใบ)				ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	40	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	1.99	3.20	8.69 ^{b}	10.36 ^{d}	370	317 ^{ab}
T2	3.30	5.60	10.09 ^{a}	13.23 ^{b}	349	304 ^{b}
T3	2.93	5.46	8.70 ^{b}	15.29 ^{a}	339	324 ^{a}
T4	3.38	5.36	10.34 ^{a}	11.08 ^{c}	357	303 ^{b}
CV (%)	21.29	22.63	3.12	1.77	4.72	1.92
F-Value	ns	ns	**	**	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-0-0, T4 คือปุ๋ยสูตร 15-0-0)

จากการศึกษาพบว่าศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอยการปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษา ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ด้านผลผลิตในตำรับที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

2.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ศึกษาในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบนที่สูง ได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ศึกษาแต่ละตำรับทดลองโดยเปรียบเทียบกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักของการทดลอง ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 มีผลการศึกษาดังนี้

1. ตำรับทดลองที่ 1

การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจโดยทดสอบกับปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 และ 46–0–0 ซึ่งกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลอง คือ 530 กรัมต่อแปลงและ 520 กรัมต่อแปลงตามลำดับ นั้น พบว่า ด้านผลผลิตด้านน้ำหนักก่อนตัดแต่ง หลังตัดแต่ง และเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การเจริญเติบโตด้านความสูง ช่วงอายุที่ 20, 30, 40 และ 50 วัน ที่โครงการหลวงหนองหอยฯ มีความสูงของต้นสูงสุด คือ 26.24, 35.15, 37.33 และ 39.27 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่อายุ 20, 30 และ 40 วัน จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 8.15, 10.21 และ 11.21 ใบ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 28)

ตาราง 28 แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 1

พื้นที่	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ศึกษา	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
IN	10.98	17.08^{ab}	22.19^{b}	25.75^{b}	29.17^{b}	32.48	4.60	6.56^{b}	7.95^{b}	9.14^{a}	10.08	10.27
AK	7.89	11.45^{b}	14.91^{b}	22.39^{b}	25.31^{b}	28.08	4.28	5.62^{c}	8.09^{b}	10^{ab}	10.70	12.73
NH	17.44	26.24^{a}	35.15^{a}	37.33^{a}	37.27^{a}	39.61	7.14	8.15^{a}	10.21^{a}	11.21^{a}	11.58	10.09
CV (%)	33.38	15.89	11.7	9.72	9.55	15.45	22.7	3.31	8.35	75.39	13.45	10.07
F-Value	ns	**	**	**	*	ns	ns	**	*	*	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ IN ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

AK สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง NH ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

2. ตำรับทดลองที่ 2

การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจโดยทดสอบกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ซึ่งกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลอง คือ 2700 กรัมต่อแปลง นั้นพบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูง ช่วงอายุที่ 20 และ 30 วัน โครงการหลวงหนองหอยฯ มีความสูงของต้นสูงสุด คือ 29.17 และ 35.98 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 10 วัน จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 7.93 ใบ ด้านผลผลิต น้ำหนักหลังการตัดแต่ง ที่โครงการหลวงหนองหอยฯ มีน้ำหนักหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 1,020.94 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 29) (ตาราง 32)

3. ตำรับทดลองที่ 3

การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจโดยทดสอบกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ซึ่งกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลอง คือ 360 กรัมต่อแปลง ร่วมกับปุ๋ย 15–0–0 นั้นพบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูง ช่วงอายุที่ 30 วัน โครงการหลวงหนองหอยฯ มีความสูงของต้นสูงสุด คือ 32.85 เซนติเมตรตามลำดับซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อายุ 10 และ 20 วัน จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 7.73 และ 9.2 ใบ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านผลผลิตน้ำหนักก่อนและหลังการตัดแต่งที่โครงการหลวงหนองหอยฯ มีน้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งสูงสุด คือ 1,058.53 และ 962.46 กรัมต่อต้นซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 30) (ตาราง 32)

ตาราง 29 แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 2

พื้นที่	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ศึกษา	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
IN	14.08	12.23 [b]	22.51 [b]	27.05	30.26	33.43	4.78 [b]	7.22	8.80	13.43	14.12	13.26
AK	8.31	11.51 [b]	16.29 [b]	25.02	26.04	28.04	4.41 [b]	6.08	8.78	10.89	11.12	12.03
NH	19.31	29.17 [a]	35.98 [a]	36.12	35.64	34.94	7.93 [a]	9.44	10.63	11.46	10.55	9.50
CV (%)	28.25	6.51	17.66	16.96	17.42	18.91	20.73	16.24	16.92	35.88	36.53	28.68
F-Value	ns	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ IN ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

AK สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง NH ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

ตาราง 30 แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 3

พื้นที่	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ศึกษา	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
IN	10.86	17.73	22.58 [ab]	26.4	30.34	32.81	4.73 [b]	6.84 [b]	8.54	10.83	16.6	12.53
AK	8.56	13.94	16.14 [b]	22.59	23.51	25.01	4.68 [b]	6.54 [b]	8.85	10.47	10.45	11.63
NH	22.7	32.96	32.85 [a]	33.15	33.44	32.93	7.73 [a]	9.2 [a]	10.34	13.37	11.32	11.25
CV (%)	4.38	36.07	20.14	23.66	20.1	19.23	19.82	5.84	8.35	23.75	20.94	30.58
F-Value	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ IN ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

AK สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง NH ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

ตาราง 31 แสดงความสูงและจำนวนใบในตำรับทดลองที่ 4

พื้นที่	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ศึกษา	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
IN	10.82 [b]	16.55 [b]	21.62 [ab]	26.01	29.88	31.88	4.6 [b]	6.78	9.89	10.85	10.98	10.82
AK	8.86 [b]	14.6 [b]	17.44 [b]	24.3	25.6	25.74	4.91 [b]	6.82	9.57	11.03	10.79	11.78
NH	19.67 [a]	26.99 [a]	31.54 [a]	31.61	31.5	30.76	7.79 [a]	9.21	10.44	13.5	11.5	10.74
CV (%)	23.92	8.46	12.56	11.8	10.5	14.13	18.07	26.75	25.92	31.97	30.8	20.73
F-Value	*	**	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ IN ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

AK สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง NH ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

4. ตำรับทดลองที่ 4

การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจโดยทดสอบกับปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ซึ่งกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยในการทดลอง คือ 180 กรัมต่อแปลง นั้นพบว่า ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนและหลังการตัดแต่ง เส้นผ่าศูนย์กลางไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การเจริญเติบโตด้านความสูง ช่วง

อายุที่ 10, 20 และ 30 วัน โครงการหลวงหนองหอยฯมีความสูงของต้นสูงสุด คือ 9.67, 26.99 และ 31.54 เซนติเมตรตามลำดับ ที่อายุ 10 วัน จำนวนใบของต้นสูงสุด คือ 7.79 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 31)

ตาราง 32 แสดงผลผลิตในตำรับทดลองที่ 2 และ 3

พื้นที่	ผลผลิตตำรับทดลองที่ 2			ผลผลิตตำรับทดลองที่ 3		
ศึกษา	นนก่อน	นน.หลัง	เส้นผ่าศูนย์กลาง	นนก่อน	นน.หลัง	เส้นผ่าศูนย์กลาง
IN	2634.55	743.64 [ab]	12.71	777.43 [ab]	683.88 [ab]	13.34
AK	817.01	452.91 [b]	11.77	545.42 [b]	311.05 [b]	10.93
NH	1515	1020.94 [a]	11.41	1058.53 [a]	962.46 [a]	10.87
CV (%)	74.58	18.64	11.11	18.43	21.15	12.64
F-Value	ns	*	ns	*	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ IN ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

AK สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง NH ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า ตามตำรับทดลองต่อการเพาะปลูกพืชผักชนิดต่าง ๆ พบว่า

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 10 และ 20 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 30 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุดการเพาะปลูกฮ่องเต้ญี่ปุ่น ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีภาพที่เป็นค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 30 และ 40 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุด และมีความสูงก่อนการตัดแต่งและหลังตัดแต่ง น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 20 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 40 วันมีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 20 และ 30 วันมีจำนวน

ใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 มีน้ำหนักหลังตัดแต่งสูงสุด การเพาะปลูกเซเลอรี่ไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 30 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 40 วันมีจำนวนต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 มีน้ำหนักหลังตัดแต่งต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกเซเลอรี่ ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด

จากการศึกษาฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ถึง 3 จะเห็นได้ว่าในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษานั้นไม่มีความแตกต่างกันในด้านผลผลิตแต่จะเห็นได้ว่าตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 นั้นมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ฮ่องเต้ ญี่ปุ่นและคะน้ายอดดอยคำ เนื่องจาก ให้ผลผลิตก่อนและหลังตัดแต่งที่สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ ซึ่งออมทรัพย์ (2542) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพจะมีประโยชน์ในการเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตพืช ถ้ามีการใช้ที่ไม่ถูกต้องจะเกิดประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ อีกทั้งในการทดลองมีความแปรปรวนทางด้านเจ้าหน้าที่ที่เก็บบันทึกข้อมูล และโรคพืช

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 70 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 เมื่ออายุ 40, 60 และ 70 วัน มีความสูงของต้นสูงสุด มีน้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งต่อต้น มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 20 และ 50 วันมีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 20 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 30 วันมีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 10 และ 30 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 20 และ 40 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 30 และ 40 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด มีน้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 30 วันมีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 20 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกผักกาดหวาน ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 10 และ 20 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 30 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 20 และ 30 วัน มีความสูงของต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกผักกาดหางหงษ์ ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10 และ 20 วัน มีความสูงของต้นสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 50 และ 60 วัน มีความสูงของต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 10 วันมีความสูงของต้นสูงสุด การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด

จากการศึกษาฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ถึง 3 จะเห็นได้ว่าในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษานั้นในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ด้านผลผลิต ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 นั้นให้ผลผลิตดีที่สุด แต่เป็นคะน้ายอดดอยคำ ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 นั้นให้ผลผลิตดีที่สุด เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพมีผลต่อการส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในการทดลองบนสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีความแปรปรวนด้านภูมิอากาศซึ่งมีผลต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินโดยระหว่างทำการทดลองพบปรากฏการน้ำค้างแข็งและยังพบปัญหาด้านสภาพฝนชุก

Hang (1979); Finstein, et al. (1980) รายงานว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ระหว่างการย่อยสลาย กล่าวคือ ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30 และ 55 องศาเซลเซียสจะเป็นช่วงอุณหภูมิที่ส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 40, 50 และ 60 วันมีความสูงของต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 10, 20 และ 30 วัน มีความสูงของต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 60 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10, 20 และ 40 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกผักกาดขาวปลีในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 40 วัน มีความ

สูงต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 20 และ 30 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุดและจำนวนใบต่อต้นสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 40 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 50 และ 60 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกผักกาดหางหงษ์ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 50 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 40 และ 50 วันมีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 30 วันมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด และมีน้ำหนักหลังตัดแต่งต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 10 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะปลูกพืชในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ในตำรับทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 40 และ 50 วัน มีความสูงต่อต้นสูงสุด เมื่ออายุ 50 และ 60 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ย ชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 เมื่ออายุ 10 และ 20 วันมีความสูงของต้นสูงสุด และมีน้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งต่อต้นสูงสุด การเพาะปลูกปวยเหล็ง ในตำรับทดลองที่ 3 เมื่ออายุ 30 วันมีความสูงของต้นสูงสุด และมีน้ำหนักก่อนการตัดแต่งสูงสุด การเพาะปลูกผักกาดขาวปลี ใส่ปุ๋ยที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 40 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด และน้ำหนักหลังตัดแต่งต่อต้นสูงสุด ในตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 เมื่ออายุ 30 วัน มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด

จากการศึกษาฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ถึง 3 จะเห็นได้ว่าในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งเป็นพืชหลักในการศึกษานั้นในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ด้านผลผลิต ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 นั้นให้ผลผลิตดีที่สุด แต่ในพืชชนิดอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา คือ ปวยเหล็ง และผักกาดขาวปลี ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 นั้นให้ผลผลิตดีที่สุด เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพมีผลต่อการส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในการทดลองบนศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ยังพบว่าในตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-0-0 ร่วมกับ 46-0-0 ยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจซึ่งในการทดลองนั้นมีความแปรปรวนเนื่องมาจากศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอยเป็นพื้นที่ศึกษาเพื่อการวิจัยเป็นส่วนใหญ่ และผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินพบว่ามีปริมารอินทรีย์วัตถุก่อนการเพาะปลูกอยู่สูง

และการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจในทุกฤดูกาลเพาะปลูก พบว่า ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย มีผลการเจริญเติบโตด้านความสูงและจำนวนใบ สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ในทุกตำรับการทดลอง ด้านผลการเก็บ

เกี่ยวผลผลิตพบว่า โครงการหลวงหนองหอย ตำรับทดลองที่ 2 และ 3 ให้ผลผลิตต่อแปลงสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ในการทดลอง

การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

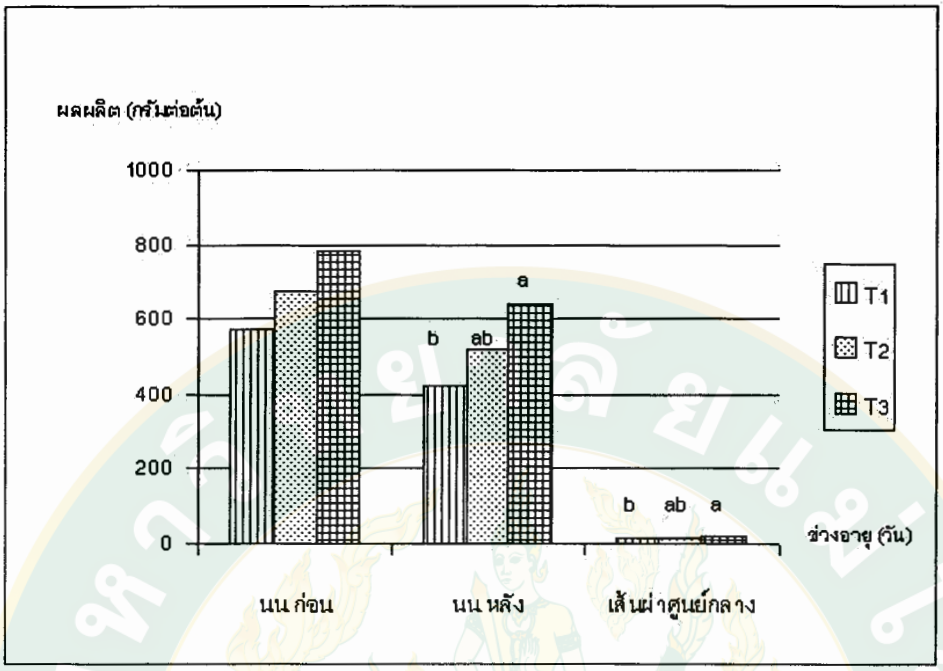
การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยคัดเลือกชนิดพืช คือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจและคะน้ายอดดอยคำในแต่ละพื้นที่คือศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้

1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

การเพาะปลูกกำหนดตำรับทดลอง 3 ตำรับคือ ตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมี 15 – 15 – 15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียโดยพืชที่เพาะปลูกคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจและคะน้ายอดยอดคำ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูงที่อายุ 30, 50 และ 60 วัน (T3> T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 8.43, 18.13 และ 23.76 ตามลำดับ ด้านจำนวนใบที่อายุ 20, 30, 40 และ 60 วัน (T3>T2>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 4.88, 8.13, 12.76 และ 12.44 ใบตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านผลผลิต น้ำหนักหลังตัดแต่งและเส้นผ่าศูนย์กลาง (T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 น้ำหนักหลังตัดแต่งและเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดคือ 644.46 กรัมต่อต้น และ 19.54 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 15) (ตาราง 33)

คะน้ายอดดอยคำ ด้านผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูงที่อายุ 20, 30 และ 40 วัน (T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 16.69, 17.94 และ 18.77 ตามลำดับ ด้านจำนวนใบที่อายุ 20 และ 40 วัน (T3>T2>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 5.55 และ 8.3 ใบตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 34)



ภาพ 16 แสดงผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

ตาราง 33 แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงอินทนนท์ฯ

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ทดลอง	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
T1	7.44	9.44	6.94 ^{b}	10.16	13.15 ^{b}	17.14 ^{b}	3.12	4.23 ^{b}	6.74 ^{b}	9.43 ^{b}	11.11	10.89 ^{b}
T2	7.27	9.88	7.67 ^{ab}	10.97	16.39 ^{ab}	18.91 ^{b}	3.56	4.66 ^{a}	7.51 ^{ab}	11.38 ^{ab}	12.88	12.13 ^{a}
T3	7.66	11.15	8.43 ^{a}	14.16	18.13 ^{a}	23.76 ^{a}	3.78	4.88 ^{a}	8.13 ^{a}	12.76 ^{a}	13.28	12.44 ^{a}
CV (%)	3.97	9.85	3.71	12.7	6.06	8.98	7.74	3.75	2.86	6.01	17.77	2.67
F-value	ns	ns	**	ns	**	*	ns	*	**	**	ns	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกัน 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

ตาราง 34 แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงอินทนนท์ฯ

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)				จำนวนใบ (ใบ)			
ทดลอง	10	20	30	40	10	20	30	40
T1	14.06	12.83 [b]	14.33 [b]	15.89 [b]	3.91	4.8 [b]	5.83	7.05 [b]
T2	14.02	14.3 [b]	15.38 [b]	17.25 [ab]	4.16	4.63 [b]	5.58	7.27 [b]
T3	15.13	16.69 [a]	17.94 [a]	18.77 [a]	4.34	5.55 [a]	6.77	8.3 [a]
CV (%)	3.68	6.34	3.69	3.98	6.86	5.76	8.89	4.43
F-value	ns	*	**	*	ns	*	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

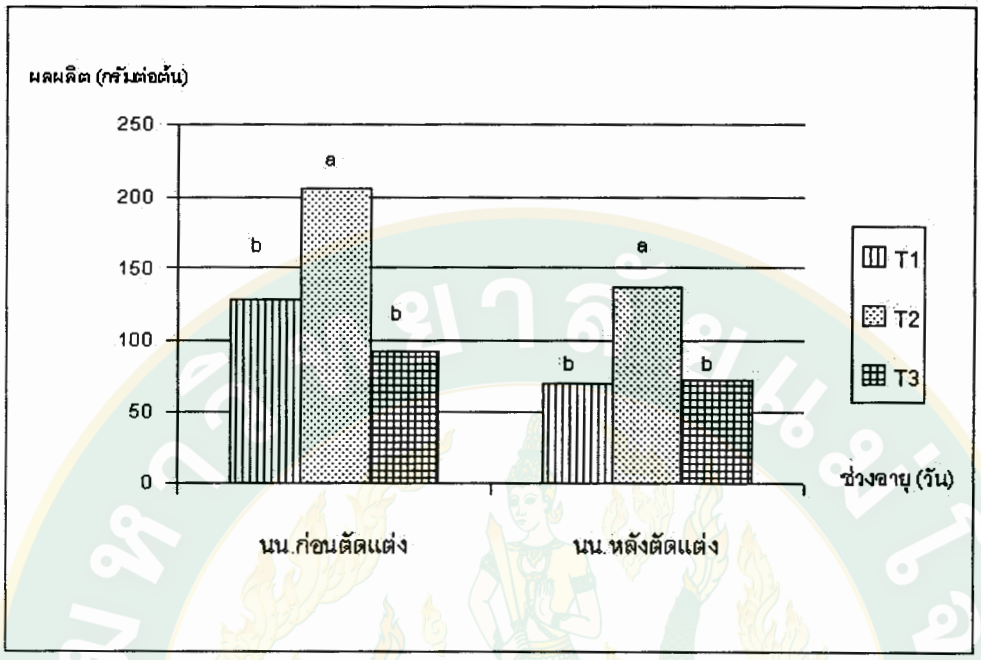
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

2. สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

การเพาะปลูกกำหนดตำรับทดลอง 3 ตำรับคือ ตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมี 15–15–15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ตำรับทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองโดยพืชที่เพาะปลูกคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจและคะน้ายอดยอดคำ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านจำนวนใบที่อายุ 40 วัน (T2>T3>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 10.38 ใบ ด้านผลผลิตน้ำหนักก่อน (T2>T1>T3) และหลังตัดแต่ง (T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 2 และ 3 น้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 206.38 และ 136.38 กรัมต่อต้นตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 16) (ตาราง 35)

คะน้ายอดดอยคำ ด้านผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูงที่อายุ 20 และ 30 วัน (T2>T3>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 26.02 และ 39.36 ตามลำดับ ด้านจำนวนใบที่อายุ 20 (T2>T3>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 6.22 ใบตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 36)



ภาพ 17 แสดงผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ตาราง 35 แสดงจำนวนใบและผลผลิตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ตำรับ	จำนวนใบ (ใบ)					ผลผลิต (กรัมต่อต้น) (เซนติเมตร)		
ทดลอง	10	20	30	40	50	นน.ก่อน	นน.หลัง	เส้นผ่าศูนย์กลาง
T1	5.05	5.97	8.02	8.78 [b]	10.08	128.61 [b]	70.42 [b]	7.76
T2	5.16	7.08	9.52	10.38 [a]	11.02	206.38 [a]	136.38 [a]	10.41
T3	5.46	7.16	10.37	9.75 [a]	11.83	92.33 [b]	72.11 [b]	8.87
CV (%)	7.58	11.09	9.15	4.14	20.4	13.04	25.07	21.08
F-value	ns	ns	ns	*	ns	**	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

ตาราง 36 แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดคอยคำสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)			จำนวนใบ (ใบ)		
ทดลอง	10	20	30	10	20	30
T1	18.33	19.11 [b]	27.22 [b]	4.61	4.52 [b]	5.49
T2	17.83	26.02 [a]	39.36 [a]	4.88	6.22 [a]	7.14
T3	16.91	24.33 [a]	32.58 [a]	4.72	4.88 [b]	6.36
CV (%)	5.82	6.78	10.08	7.9	11.08	11.48
F-value	ns	*	*	ns	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

3. ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

การเพาะปลูกกำหนดตำรับทดลอง 3 ตำรับ คือ ตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมี 15 –15 – 15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ตำรับทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองโดยพืชที่เพาะปลูกคือ กะหล่ำปลีรูปหัวใจและคะน้ายอดยอดคำ พบว่า

กะหล่ำปลีรูปหัวใจด้านการเจริญเติบโต ด้านผลผลิต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านความสูง ที่อายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 12.44, 23.07, 29.97, 26.78, 32.73 และ 41.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ด้านจำนวนใบที่อายุ 20, 30, 40 และ 50 วัน (T3>T2>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 9.92, 12.69, 12.94 และ 13.03 ใบ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 37)

คะน้ายอดคอยคำ ด้านผลการเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูงที่อายุ 10 และ 20 (T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 33.19 และ 44.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 30 วัน (T2>T3>T1) ในตำรับที่ 2 ความสูงของต้นคือ 54.21 เซนติเมตร ด้านจำนวนใบที่อายุ 10, 20 และ 30 วัน (T3>T2>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 7.85, 10.07 และ 9.75 ใบตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตาราง 38)

ตาราง 37 แสดงความสูงและจำนวนใบของกะหล่ำปลีรูปหัวใจโครงการหลวงหนองหอยฯ

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)						จำนวนใบ (ใบ)					
ทดลอง	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
T1	9.8 [b]	14.71 [b]	17.9 [b]	13.76 [b]	23.98 [b]	31.62	3.08	4.3 [b]	7.35 [b]	7.67 [b]	10.49 [b]	11.72
T2	10.28 [b]	21.13 [a]	27.11 [a]	24.37 [a]	30.56 [a]	37.33	4.39	7.5 [ab]	9.81 [ab]	10.72 [ab]	10.9 [b]	12.12
T3	12.44 [a]	23.07 [a]	29.97 [a]	26.78 [a]	32.73 [a]	41.33	6.02	9.92 [a]	12.69 [a]	12.64 [a]	13.03 [a]	14.45
CV (%)	3.24	12.43	4.46	10	5.99	9.47	29.02	20.69	15.98	9.2	6.67	9.07
F-value	**	*	**	**	**	ns	ns	*	*	**	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

ตาราง 38 แสดงความสูงและจำนวนใบของคะน้ายอดดอยคำโครงการหลวงหนองหอยฯ

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)			จำนวนใบ (ใบ)		
ทดลอง	10	20	30	10	20	30
T1	15.05 [c]	20.57 [c]	28.82 [b]	4.31 [c]	6.16 [c]	6.55 [c]
T2	22.65 [b]	39.14 [b]	54.21 [a]	6.37 [b]	8.67 [b]	9.44 [b]
T3	33.19 [a]	44.7 [a]	26.61 [a]	7.85 [a]	10.07 [a]	9.75 [a]
CV (%)	3.27	6.53	5.23	3.59	3.76	4.14
F-value	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

(T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

4. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเพาะปลูกกำหนดตำรับทดลอง 3 ตำรับ คือ ตำรับทดลองที่ 1 ปุ๋ยเคมี 15–15–15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 ตำรับทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง โดยพืชที่เพาะปลูกคือ คะน้ายอดยอดคำ พบว่า

คะน้ายอดดอยคำ ด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูงที่อายุ 10, 20 และ 30 วัน (T3>T2>T1) ในตำรับทดลองที่ 3 ความสูงของต้นสูงสุดคือ 15.48, 17.45 และ 22.49 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้านจำนวนใบ ที่อายุ 20 และ 30 วัน (T3>T2>T1) จำนวนใบของต้นสูงสุดคือ คือ 7.85 และ 12.71 ใบตามลำดับ ด้านการเก็บเกี่ยว น้ำหนักหลังตัดแต่ง (T3>T2>T1) น้ำหนักหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 12.71 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตาราง 39)

ตาราง 39 แสดงผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอดดอยคำมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตำรับ	ความสูง (เซนติเมตร)			จำนวนใบ (ใบ)			ผลผลิต (กรัมต่อต้น)	
ทดลอง	10	20	30	10	20	30	นน.ก่อน	นน.หลัง
T1	11.56 ^{b}	13.91 ^{b}	15.8 ^{b}	3.56	5.04 ^{b}	8.44 ^{b}	66.44	8.44 ^{b}
T2	14.5 ^{a}	16.11 ^{ab}	19.77 ^{b}	4.70	6.1 ^{b}	9.24 ^{b}	78.21	9.24 ^{ab}
T3	15.48 ^{a}	17.45 ^{a}	22.49 ^{a}	4.93	7.85 ^{a}	12.71 ^{a}	120.37	12.71 ^{a}
CV (%)	2.61	3.73	4.52	12.76	9.82	8.57	31.99	8.57
F-value	**	**	**	ns	*	**	ns	**

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% การทดสอบวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% การทดสอบวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (T1 คือ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0, T2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1, T3 คือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง)

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักบนที่สูงนั้นพบว่า

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ เมื่ออายุ 30, 50 และ 60 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีความสูงของต้นสูงสุดเท่ากับ 8.43, 18.13 และ 23.76 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 20, 30, 40 และ 60 วัน ในตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีจำนวนใบของต้นสุงสุด เท่ากับ 4.88, 8.13, 12.76 และ 12.44 ใบตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 ด้านผลผลิต

น้ำหนักหลังตัดแต่ง และเส้นผ่าศูนย์กลาง ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีน้ำหนักหลังตัดแต่งและเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดเท่ากับ 644.46 กรัมต่อต้นและ 19.54 เซนติเมตร

เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำ เมื่ออายุ 20, 30 และ 40 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีความสูงของต้นสูงสุดเท่ากับ 16.69, 17.94 และ 18.77 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 20 และ 40 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีจำนวนใบของต้นสูงสุด เท่ากับ 5.55 และ 8.3 ใบตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ เมื่ออายุ 40 วันในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้ามีจำนวนใบของต้นสูงสุดเท่ากับ 10.38 ใบ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 ด้านผลผลิต น้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่ง ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า มีน้ำหนักก่อนและหลังตัดแต่งสูงสุดคือ 206.38 และ 136.38 กรัมต่อต้น ตามลำดับรองลงมาคือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 และ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง

เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำ เมื่ออายุ 20 และ 30 วัน ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า มีความสูงของต้นสูงสุดเท่ากับ 26.02 และ 39.36 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 20 วัน ในตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้ามีจำนวนใบของต้นสูงสุด เท่ากับ 6.22 ใบตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0

ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกะหล่ำปลีรูปหัวใจ เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีความสูงของต้นสูงสุดเท่ากับ 12.44, 23.07, 29.97, 26.78 และ 32.73 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ 20, 30, 40 และ 50 วัน ในตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีจำนวนใบของต้นสุงสุด เท่ากับ 9.92, 12.69, 12.64 และ 13.03 ใบตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0

เมื่อทำการเปรียบเทียบการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำ เมื่ออายุ 10 และ 20 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีความสูงของต้นสูงสุดเท่ากับ 33.19 และ44.7 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0 เมื่ออายุ

10, 20 และ 30 วัน ในตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีจำนวนใบของต้นสูงสุด เท่ากับ 7.85, 10.07 และ 9.75 ใบตามลำดับรองลงมาคือปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าและปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ร่วมกับ 46-0-0

ซึ่งที่โครงการหลวงอินทนนท์ฯ และที่โครงการหลวงหนองหอยฯ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีผลต่อการเจริญเติบโตดีที่สุด อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำนอกจากจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่มีประโยชน์ต่อพืชแล้วยังมีส่วนประกอบของฮอร์โมน กรดอินทรีย์ เอนไซม์ กรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวว่าเอนไซม์เซลลูเลสในปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักจะมีปริมาณที่มากกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาและหอยเชอร์รี่ มีฮอร์โมนออกซิน จิบเบอร์เรลลิน และไซโตไคนิน ในการช่วยให้เซลล์พืชมีการขยายตัว ที่โครงการหลวงอ่างขางฯปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้ามีผลต่อการเจริญเติบโตสูงสุดอาจเนื่องมาจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำมากกว่าพื้นที่อื่นจึงส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) กล่าวว่า ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักและผลไม้จะมีปริมาณแบคทีเรียแปรสภาพฟอสฟอรัสต่ำกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลาและหอยเชอรี่แต่จะมีปริมาณยีสต์ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

กาญจนา (2543) ได้กล่าวว่า ปุ๋ยชีวภาพเป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มาเพาะเลี้ยงแล้วผสมดินที่ใช้เพาะปลูกเพื่อให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเจริญเติบโตและเพิ่มปริมารมากพอที่จะสร้างคุณประโยชน์ให้แก่ดินและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยเคมี ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า และปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง ในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งกำหนดให้เป็นพืชหลักในการศึกษา บนพื้นที่ศึกษาคือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ในการทดลองที่ 2 จำนวน 3 ฤดูกาลเพาะปลูก และการทดลองที่ 3 นั้นทำการวิเคราะห์ พีเอช อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

การวิเคราะห์ดินก่อนการเพาะปลูกพบว่าดินมีความเป็นกรดเป็นด่างในระดับปานกลาง เท่ากับ 6.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจน เท่ากับ 3.97 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เท่ากับ 87, 321, 1103 และ 112 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งหลังการเพาะปลูก ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า (ตาราง 40)

ตำรับทดลองที่ 1 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 หลังการทดลองที่ 2 และ 3 พบว่า ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ในการทดลองที่ 3 อยู่ในระดับกรดจัดเท่ากับ 5.5 และ ในการทดลองที่ 2 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 อยู่ในระดับกรดเล็กน้อยเท่ากับ 6.1 ในการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 7.06 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในการทดลองที่ 2 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 4.29 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมแคลเซียม และแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 1564 , 428 , 1728 และ 155 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 หลังการทดลองที่ 2 และ 3 พบว่า ในการทดลองที่ 3 ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ในระดับกรดจัดเท่ากับ 5.4 และในการทดลองที่ 2 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ในระดับเป็นกลางเท่ากับ 6.9 ในการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 10.09 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในการทดลองที่ 2 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมแคลเซียม และแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 1281, 334, 1717 และ 146 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 3 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ย 15-0-0 หลังการทดลองที่ 2 พบว่า ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดเล็กน้อยเท่ากับ 6.1 และเป็นกลางเท่ากับ 7.0 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 และ 2 ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 5.99 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียมสูงสุดเท่ากับ 1290 และ 1925 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ตามลำดับมีปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 300 และ 162 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ตามลำดับ

ในการทดลองที่ 3 พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองส่งผลให้ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 10.09 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 4 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ในการทดลองที่ 2 พบว่า ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ดินมีความเป็นกรดเป็นกลางเท่ากับ 6.9 มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแคลเซียมสูงสุด เท่ากับ 1361, 273 และ 1839 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 4.35 แต่มีแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 174 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 40 แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองโครงการหลวงอินทนนท์ฯ

ตำรับทดลอง	ฤดูเพาะเพาะปลูก	pH	%OM	%N	ธาตุอาหาร (mg/l)			
					P	K	Ca	Mg
ก่อนทดลอง		6.3	3.97	0.19	87	321	1103	112
T1	Exp.2_C1	6.1	5.18	0.25	182	163	1470	141
	Exp.2_C2	5.9	4.29	0.21	1564	428	1723	155
	Exp.2_C3	6.0	4.46	0.22	935	266	1251	136
T2	Exp.2_C1	6.2	5.34	0.26	100	170	1234	129
	Exp.2_C2	6.9	4.32	0.21	1281	334	1717	146
	Exp.2_C3	5.7	4.46	0.22	76	332	1050	140
T3	Exp.2_C1	6.2	5.99	0.30	100	179	1347	130
	Exp.2_C2	7.0	3.75	0.18	1290	245	1925	138
	Exp.2_C3	6.1	4.35	0.21	101	300	1383	162
T4	Exp.2_C1	5.9	5.18	0.25	101	137	1213	124
	Exp.2_C2	6.9	4.36	0.21	1361	273	1839	155
	Exp.2_C3	6.1	4.35	0.21	114	265	1436	174
T1	Exp.3	5.5	7.06	0.35	8.35	199	612	69
T2	Exp.3	5.4	9.10	0.31	27	264	944	136
T3	Exp.3	5.6	10.09	0.51	30	127	528	58

หมายเหตุ : Exp. ย่อมาจาก Experiment และ C ย่อมาจาก Crop

2. สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

การวิเคราะห์ดินก่อนการเพาะปลูกพบว่าดินมีความเป็นกรดเป็นด่างในระดับปานกลาง เท่ากับ 6.4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจน เท่ากับ 3.77 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เท่ากับ 15, 602, 1078 และ 180 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งหลังการเพาะปลูก ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินตลอดฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 – 4 พบว่า (ตาราง 41)

ตำรับทดลองที่ 1 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 หลังการทดลองที่ 2 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 และ 2 ดินมีความเป็นกรดอยู่ในระดับกรดจัดเท่ากับ 5.3 และเป็นกลางเท่ากับ 6.9 ตามลำดับ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 4.48 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียมสูงสุดเท่ากับ 2065 และ 2853 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 220 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีโพแทสเซียมสูงสุดเท่ากับ 788 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 3.06 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 หลังการทดลองที่ 2 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 และ 2 พบว่า ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.8 และเป็นกลางเท่ากับ 7.2 ตามลำดับ ในฤดูกาลที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดเท่ากับ 3.18 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุดเท่ากับ 644 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูกาลที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 228 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียม สูงสุดเท่ากับ 1,457 และ 2,777 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 3.36 เปอร์เซ็นต์

ตำรับทดลองที่ 3 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับ 15-0-0 ในการทดลองที่ 2 พบว่า ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 3 ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดเล็กน้อยเท่ากับ 6.1 และในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ดินมีความเป็นกลางเท่ากับ 7.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 4.62 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียม เท่ากับ 1887 และ 3220 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 3.46 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 694 และ 238 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในการทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองหลังการเพาะปลูกดินมีระดับความเป็นกรดระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 3.36 เปอร์เซ็นต์

ตำรับทดลองที่ 4 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ในการทดลองที่ 2 พบว่าในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ดินมีความเป็นกลางเท่ากับ 7.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 4.54 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด และ แคลเซียม เท่า

กับ 1577 และ 2744 มิลลิกรัมต่อลิตร ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 4.62 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 771 และ 244 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 41 แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ตำรับทดลอง	ฤดูเพาะเพาะปลูก	pH	%OM	%N	ธาตุอาหาร (mg/l)			
					P	K	Ca	Mg
ก่อนทดลอง		6.4	3.77	0.19	15	602	1078	180
T1	Exp.2_C1	5.7	4.13	0.20	53	204	1900	220
	Exp.2_C2	6.9	4.48	0.22	2065	222	2853	96
	Exp.2_C3	5.3	3.85	0.19	216	788	1764	213
T2	Exp.2_C1	6	4.30	0.21	59	206	2028	228
	Exp.2_C2	7.2	3.33	0.16	1457	160	2777	119
	Exp.2_C3	5.8	3.18	0.15	142	664	1776	219
T3	Exp.2_C1	6.1	4.04	0.20	45	420	1988	220
	Exp.2_C2	7.3	4.62	0.23	1887	168	3220	130
	Exp.2_C3	6.1	3.46	0.17	164	694	2069	238
T4	Exp.2_C1	6.1	3.87	0.19	57	428	2096	228
	Exp.2_C2	7.3	4.54	0.22	1577	168	2744	107
	Exp.2_C3	6.1	4.02	0.20	216	771	2135	244
T1	Exp.3	5.8	3.36	0.17	72	573	1320	162
T2	Exp.3	5.8	3.36	0.17	72	423	1480	166
T3	Exp.3	5.7	3.36	0.17	83	636	1356	180

หมายเหตุ : Exp. ย่อมาจาก Experiment และ C ย่อมาจาก Crop

3. ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย

การวิเคราะห์ดินก่อนการเพาะปลูกพบว่าดินมีความเป็นกรดเป็นด่างในระดับปานกลาง เท่ากับ 6.6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจน เท่ากับ 4.8 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เท่ากับ 727, 430, 3218 และ 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งหลังการเพาะปลูก ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินตลอดฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 – 4 พบว่า (ตาราง 42)

ตำรับทดลองที่ 1 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ในการทดลองที่ 2 ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.7 ในฤดูกาลที่ 2

และ 3 ดินมีความเป็นกลางเท่ากับ 7.1 ตามลำดับ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 103 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมสูงสุด เท่ากับ 2,727 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุดเท่ากับ 3.29 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม สูงสุดเท่ากับ 1,058 และ 979 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 6.05 เปอร์เซ็นต์

ตำรับทดลองที่ 2 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 พบว่า หลังการทดลองที่ 2 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 6.15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 387 มิลลิกรัมต่อลิตร ดินมีความเป็นกรดปานกลางเท่ากับ 6.8 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ดินมีความเป็นกรดจัดเท่ากับ 5.5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงต่ำสุดเท่ากับ 3.43 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดเท่ากับ 754 มิลลิกรัมต่อลิตร และในการทดลองที่ 3 มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 9,900 และ 351 มิลลิตกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 3 คือ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 2 ร่วมกับปุ๋ย 15-0-0 พบว่า ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.8 และเป็นกลางเท่ากับ 7.1 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 6.31 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 4.12 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 และ 3 ตามลำดับ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด และโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 762 และ 204 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3 ตามลำดับ มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดเท่ากับ 2,791 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 และแมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 134 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 3

ในการทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สูงสุด เท่ากับ 253 , 367 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 4 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 พบว่า ดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างในระดับกรดปานกลางเท่ากับ 5.6 และเป็นกลางเท่ากับ 7.3 ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 6.18 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 3.17 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 และ 3 ตามลำดับ มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด แคลเซียม และแมกนีเซียม สูงสุด เท่ากับ 610 , 3,267 , 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 2 ตามลำดับ

ตาราง 42 แสดงปริมาณธาตุอาหารในดินจำแนกตามตำรับทดลองโครงการหลวงหนองหอยฯ

ตำรับทดลอง	ฤดูเพาะเพาะปลูก	pH	%OM	%N	ธาตุอาหาร (mg/l)			
					P	K	Ca	Mg
ก่อนทดลอง		6.6	4.88	0.24	727	430	3218	120
T1	Exp.2_C1	5.7	5.44	0.26	96	192	555	103
	Exp.2_C2	7.1	5.49	0.27	544	36	2727	92
	Exp.2_C3	6.6	3.29	0.16	1058	979	860	74
T2	Exp.2_C1	5.9	6.15	0.3	55	178	1061	89
	Exp.2_C2	6.8	4.39	0.22	643	387	3391	119
	Exp.2_C3	5.5	3.43	0.17	754	195	1576	153
T3	Exp.2_C1	5.8	5.07	0.25	52	161	1063	88
	Exp.2_C2	7.1	6.31	0.31	617	123	2791	97
	Exp.2_C3	6.8	4.12	0.20	762	204	189	134
T4	Exp.2_C1	5.6	5.05	0.25	54	178	103	99
	Exp.2_C2	7.3	6.18	0.30	610	112	3267	100
	Exp.2_C3	6.4	3.17	0.15	506	142	1200	98
T1	Exp.3	7.1	6.05	0.22	138	173	2012	97
T2	Exp.3	6.1	4.26	0.21	199	236	9900	351
T3	Exp.3	6.2	4.48	0.30	253	367	1080	100

หมายเหตุ : Exp. ย่อมาจาก Experiment และ C ย่อมาจาก Crop

วิจารณ์ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี ชีวภาพที่เป็นการค้า และ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง ต่อการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งกำหนดให้เป็นพืชหลักในการทดลองในแต่ละตำรับการทดลองพบว่า

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ หลังการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นก่อนเพาะปลูก ซึ่งอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ในทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากเท่ากับ 10.09 เปอร์เซ็นต์ปริมาณไนโตรเจนในดิน จัดอยู่ในระดับสูงมาก ในทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในระดับสูงเท่ากับ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ถึง 3 จัดอยู่ในระดับสูงมาก ในการทดลองที่ 3 ทุกตำรับทดลอง อยู่ในระดับต่ำมากและปานกลาง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโพแทสเซียม จัดอยู่ระดับปานกลางถึงสูงมากซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง

มีปริมาณโปตัสเซียมอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 127 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคลเซียมในดิน ในฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 ถึง 3 จัดอยู่ในระดับปานกลาง ในการทดลองที่ 3 จัดอยู่ในระดับต่ำในทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีปริมาณแคลเซียมในระดับต่ำเท่ากับ 528 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแมกนีเซียมในดิน จัดอยู่ในระดับต่ำและปานกลาง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 58 มิลลิกรัมต่อลิตร

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเพาะปลูก กะหล่ำปลีรูปหัวใจ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นก่อนการเพาะปลูก จัดอยู่ระดับสูงในทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีปริมาณอินทรีย์วัถตุอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 3.36 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนในดินจัดอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงเท่ากับ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน จัดอยู่ในระดับสูงมากในทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้น จัดอยู่ระดับสูงมากเท่ากับ 83 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโพแทสเซียมในดิน จัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีโพแทสเซียมในดินอยู่ในระดับสูงมาก เท่ากับ 636 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคลเซียมในดิน จัดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณแคลเซียมในระดับปานกลางเท่ากับ 1356 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ปริมาณแมกนีเซียมในดินจัดอยู่ในระดับปานกลาง ทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองมีปริมาณแมกนีเซียมในระดับปานกลางเท่ากับ 180 มิลลิกรัมต่อลิตร

ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย หลังการเพาะปลูก กะหล่ำปลีรูปหัวใจ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นก่อนการเพาะปลูก จัดอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 4.48 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนในดินจัดอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน จัดอยู่ในระดับสูงมากทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 253 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณโพแทสเซียม จัดอยู่ในระดับต่ำมากถึงระดับสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 367 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแคลเซียมในดินจัดอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 1080 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแมกนีเซียมในดินจัดอยู่ในระดับปานกลาง ทุกตำรับทดลอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในปานกลางเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
(SUMMARY AND RECOMMENDATIONS)

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต่อการผลิตพืชผักชนิดต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักชนิดต่าง ๆ และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผักชนิดต่าง ๆ บนพื้นที่ศึกษา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้สรุปผลการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก พด.2 ต่อการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยศึกษาใน 3 ตำรับทดลอง คือ เศษผัก เศษผลไม้ เศษผักผสมยูเรีย ทำการหมักสังเกตสภาพปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เสร็จสมบูรณ์ คือไม่มีกลิ่นฉุนหรือมีกลิ่นคล้ายซอสเปรี้ยว ไม่มีฝ้าบนบริเวณผิวหน้า วัสดุเหลือใช้เปลี่ยนสีมีลักษณะคล้ำดำ ลักษณะของปุ๋ยน้ำไม่หนืด ใสมีสีน้ำตาลอ่อน หรือน้ำตาลแดง นำปุ๋ยอินทรีย์น้ำทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ สรุปผลได้ว่า ตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรีย มีปริมาณธาตุอาหารเหมาะสมที่สุด สำหรับคัดเลือกนำไปใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืชผัก โดยมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.52 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี เหล็ก และ ทองแดง เท่ากับ 218, 6170, 3020, 954, 346, 141.5 และ 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าตำรับทดลองอื่นๆ แต่มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่า เท่ากับ 9 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.77 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดควรมีการเจือจางก่อนนำไปใช้เพาะปลูกต่อไป

การทดลองที่ 2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก โดยทดสอบใน 4 ตำรับทดลองคือ ตำรับที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ตำรับที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า (โพธิ์กรุณา) ชนิดที่ 1 ตำรับที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า (นิวตริสมาร์ท) ชนิดที่ 2 ร่วมกับ ปุ๋ย 15-0-0 และ ตำรับที่ 4 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 0 – 0 ต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งกำหนดให้เป็นพืชหลักในการทดสอบและพืชผักชนิดต่าง ๆ บนพื้นที่ศึกษา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ในแต่ละตำรับฤดูกาลเพาะปลูก สรุปผลได้ว่า

ตำรับทดลองที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า (โพธิ์กรุณา) ชนิดที่ 1 มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจมากที่สุด ซึ่งพบว่าให้ผลการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ และผลผลิตต่อต้นในทุกช่วงอายุมากที่สุด ในทุกพื้นที่ศึกษาและฤดูกาลเพาะปลูก ดังเห็นได้จาก สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 3 ตำรับทดลองที่ 2 มีความสูงของต้นสูงสุด ที่อายุ 10 , 20 , 40, 60 และ 70 วัน มีผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่งต่อแปลงสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่น ๆ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ฤดูกาลเพาะปลูกที่ 1 และ 3 ตำรับทดลองที่ 2 มีความสูงของต้นสูงสุด ที่อายุ 10 , 20 และ 30 วัน มีผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่งต่อแปลงสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่น ๆ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์มีความแตกต่างเฉพาะด้านจำนวนใบในทุกฤดูกาลเพาะปลูก ทุกตำรับทดลอง และการเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาในแต่ละตำรับทดลองในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจพบว่า ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย มีความเหมาะสมมากที่สุดในการเพาะปลูก โดยมีความแตกต่างกันทั้งด้านความสูงและจำนวนใบ ในทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ด้านผลผลิตต่อต้น ตำรับทดลองที่ 2 และ 3 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด

การทดลองที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก โดยทดสอบใน 3 ตำรับทดลองคือ ตำรับที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 และ 46 – 0 – 0 ตำรับที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้า (โพธิ์กรุณา) ชนิดที่ 1 ตำรับที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียที่ผลิตขึ้นเอง ต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ซึ่งกำหนดให้เป็นพืชหลักในการทดสอบบนพื้นที่ศึกษา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สรุปผลได้ว่า ตำรับทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียที่ผลิตขึ้นเอง มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบในทุกตำรับทดลอง โดยที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ความสูงที่อายุ 30, 50 และที่ 60 วัน จำนวนใบ ที่อายุ 20, 30, 40 และ 60 วัน ผลผลิตต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ความสูงที่อายุ 40 วัน และผลผลิตต่อต้นมีความแตกต่างทางสถิติ ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย ความสูงที่อายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน และจำนวนใบที่อายุ 20, 30, 40 และ 50 วัน มีความแตกต่างทางสถิติ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ ความสูงที่อายุ 10, 20 และ 30 วัน จำนวนใบที่อายุ 20 และ 30 วัน ผลผลิตต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินในการทดลอง สรุปผลได้ว่า หลังการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มสูงขึ้นจัดอยู่

ในระดับสูงถึงสูงมากในทุกตำรับทดลอง สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงจากก่อนการเพาะปลูกแต่ยังจัดอยู่ในระดับสูงในทุกตำรับทดลอง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหนองหอย มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากก่อนการเพาะปลูกจัดอยู่ในระดับสูงถึงสูงมากในทุกตำรับทดลอง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมากในทุกตำรับทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับปานกลางในทุกตำรับทดลอง มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระดับต่ำมากถึงสูงมากในทุกตำรับทดลอง และมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางในทุกตำรับทดลอง

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักอย่างมีประสิทธิภาพ

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรและผู้ที่สนใจทั่วไปในการช่วยกันลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมากทั้งในระดับครัวเรือน ถึงระดับอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่มากมาย และนอกจากนี้การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักขึ้นใช้เองยังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ และเป็นการช่วยลดปริมาณวัสดุเหลือใช้ได้อีกด้วย ถึงแม้ว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำในปัจจุบันจะมีการผลิตใช้กันอย่างแพร่หลายในหลากหลายสูตร ซึ่งผู้ผลิตจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการเลือกสรรให้เหมาะสมกับชนิดพืชผักและสภาพพื้นที่ที่เพาะปลูก เพราะจะส่งผลถึงผลผลิตได้และการเพาะปลูกพืชนั้นได้ในระยะยาว ซึ่งสูตรที่ทำการทดลองเป็นสูตรเน้นปริมาณธาตุไนโตรเจนให้เพียงพอ และเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยการเติมยูเรียในสูตรการหมักเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและปริมาณอาหารอื่น ๆ ซึ่งในสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำชนิดต่าง ๆ มักมีปริมาณที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี เพราะการเติมไนโตรเจนจะเป็นการช่วยการย่อยสลายในกระบวนการหมักและยังเป็นการช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารอื่น ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นปุ๋ยที่มีความเป็นกรดจัดจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการเจือจางน้ำก่อนการนำไปใช้เพาะปลูก เพื่อไม่ให้ความเป็นกรดเป็นอันตรายต่อพืชที่เพาะปลูก เช่นเดียวกันกับค่าการนำไฟฟ้า ที่จะต้องเจือจางไม่ให้มีความเข้มข้นสูงซึ่งเป็นอันตรายต่อพืช โดยอัตราส่วนที่แนะนำให้ใช้สำหรับปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียนี้เท่ากับ 1:1 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าอัตราการแนะนำต่าง ๆ จะให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก ควรมีการวิเคราห์ปริมาณธาตุอาหารในดินปลูกพืช และธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์น้ำเสียก่อนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การคำนวณต้นทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักผสมยูเรียเพื่อเพียงพอต่อการศึกษาโดยใช้ทั้งหมักพลาสติกขนาด 1,000 ลิตร ได้ปริมาณน้ำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักเฉลี่ย 750-800 ลิตร โดย มีส่วนประกอบของตำรับทดลองแสดงเป็นต้นทุนดังนี้

ตาราง 43 แสดงต้นทุนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำในการทดลองต่อ 1,000 ลิตร

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ต่อถัง)	ต้นทุน (บาท)
1. เศษผัก	600 กิโลกรัม	200 (ค่าขนส่ง)
2. ยูเรีย	5.6 กิโลกรัม	60
3. กากน้ำตาล	200 ลิตร	1,000
4. น้ำ	200 ลิตร	200
5. พด.2	20 ซอง	แจกฟรี

เมื่อพิจารณาต้นทุนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 750 – 800 ลิตร ที่ผลิตขึ้นเอง เป็นจำนวนเงิน 1,460 บาท เฉลี่ยราคาปุ๋ยอินทรีย์น้ำเท่ากับ 1.95 ถึง 1.83 บาทต่อลิตร (ตาราง 43)

เมื่อพิจารณาต้นทุนปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เป็นการค้า จากการสอบถามราคาปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เป็นการค้าตามท้องตลาด เฉลี่ยลิตรละ 30 บาท ฉะนั้นปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเองจึงมีต้นทุนเฉลี่ยต่ำกว่าท้องตลาดและเมื่อพิจารณาจากการศึกษา ต้นทุนกำไรเฉลี่ยในการเพาะปลูกต่อแปลง ดังนี้

ตาราง 44 แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ

ตำรับ	ต้นทุน	อินทนนท์ฯ		อ่างขาง ฯ		หนองหอย ฯ	
ดลอง	บาท	ผลผลิต	รายได้	ผลผลิต	รายได้	ผลผลิต	รายได้
	/แปลง	กก./แปลง	บาท/แปลง	กก./แปลง	บาท/แปลง	กก./แปลง	บาท/แปลง
15-15-15,46-0-0	10.19	15.22	152.2 (+142.01)	2.52	15.01 (+15.01)	11.23	112.3 (+102.11)
โพธิ์กรุณา	32.4	18.64	186.4 (+154)	4.89	48.9 (+16.5)	14.94	149.4 (+117)
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	49.02	23.18	278.16 (+229.14)	2.59	25.9 (23.12)	12.96	155.52 (+106.5)

ที่มา : ราคาจากฝ่ายคัดบรรจุโครงการหลวง

จากการเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจด้วยตำรับทดลอง คือ ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 –15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา) และปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง นั้น พบว่า ต้นทุนในการเพาะปลูกเท่ากับ 10.19, 32.4 และ 49.02 บาทต่อแปลง แม้ต้นทุนเฉลี่ยในการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะต่ำกว่าท้องตลาดแต่พบว่าต้นทุนในการเพาะปลูกสูงกว่าปุ๋ยตำรับทดลองอื่น ๆ

แต่อย่างไรก็ตามผลกำไรจากเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์พบว่าให้กำไรสูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์และสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ส่วนศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอยปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าให้ผลกำไรสูงสุด โดยราคากะหล่ำปลีรูปหัวใจจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกเท่ากับ 10 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 12 บาทต่อกิโลกรัม (ตาราง 44)

ตาราง 45 แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำที่โครงการหลวงอินทนนท์ฯและสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ตำรับทดลอง	ต้นทุน บาท/แปลง	อินทนนท์ ฯ		อ่างขาง ฯ	
		ผลผลิต กก./แปลง	รายได้ บาท/แปลง	ผลผลิต กก./แปลง	รายได้ บาท/แปลง
15-15-15,46-0-0	10.19	1.11	66.6 (+56.41)	0.86	51.6 (+41.41)
โพธิ์กรุณา	32.4	1.47	88.2 (+55.8)	1.36	81.6 (+49.2)
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	49.02	2.19	157.68 (+108.66)	1.29	92.88 (+43.86)

ที่มา : ราคาจากฝ่ายคัดบรรจุโครงการหลวง

ตาราง 46 แสดงต้นทุนกำไรในการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำที่โครงการหลวงหนองหอยและมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตำรับทดลอง	ต้นทุน บาท/แปลง	หนองหอย ฯ		มหาวิทยาลัยแม่โจ้	
		ผลผลิต กก./แปลง	รายได้ บาท/แปลง	ผลผลิต กก./แปลง	รายได้ บาท/แปลง
15-15-15,46-0-0	10.19	1.54	92.4 (+81.49)	1.72	103.2 (+93.01)
โพธิ์กรุณา	32.4	2.44	146.4 (+114)	2.12	127.2 (+94.8)
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	49.02	3.02	217.44 (+168.4)	3.31	238.3 (+189.3)

ที่มา : ราคาจากฝ่ายคัดบรรจุโครงการหลวง

จากการเพาะปลูกคะน้ายอดคอยคำด้วยตำรับทดลอง คือ ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 –15 ร่วมกับ 46 – 0 – 0 ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าชนิดที่ 1 (โพธิ์กรุณา) และปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตขึ้นเอง นั้น พบว่า ต้นทุนในการเพาะปลูกเท่ากับ 10.19, 32.4 และ 49.02 บาทต่อแปลง แม้ต้นทุนเฉลี่ยในการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะต่ำกว่าท้องตลาดแต่พบว่าต้นทุนในการเพาะปลูกสูงกว่าปุ๋ยตำรับทดลองอื่น ๆ

แต่อย่างไรก็ตามผลกำไรจากเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์พบว่าให้กำไรสูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ศูนย์พัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอย และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปุ๋ยชีวภาพที่เป็นการค้าให้ผลกำไรสูงสุดที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยราคายอดคะน้าดอยคำใช้ปุ๋ยเคมี 60 บาทต่อกิโลกรัม ปุ๋ยอินทรีย์ 72 บาทต่อกิโลกรัม (ตาราง 45)

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชเพื่อออกจำหน่ายนั้นพบว่ามีแนวโน้มของความเหมาะสมที่ควรมีการเน้นส่งเสริมต่อไป แม้ในปัจจุบันอาจจะไม่ได้เต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ในการเปลี่ยนรูปแบบการผลิต ให้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เพราะว่า

- เป็นการลดอัตราการสั่ง นำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศ และยังช่วยรักษาระดับเงินตราต่างประเทศอีกด้วย
- เป็นการเน้นรูปแบบของเกษตรยั่งยืนที่ให้ชาวบ้านพึ่งพาตนเอง
- ในระยะยาวเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม เป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน
- เป็นการส่งเสริมเทคโนโลยีการหมักที่มีการนำเศษผักที่ได้จากการตัดแต่งนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
- ก่อเกิดกำไรจากการจำหน่ายพืชที่ผลิตด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เนื่องจากได้พืชผักที่สะอาดและปลอดภัย
- ส่งเสริมการเลือกใช้วัตถุดิบที่ปลอดสารพิษในการปรุงอาหาร (safety food)

บรรณานุกรม

(Bibliography)

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. **คู่มือปฏิบัติงานหมดดินอาสาเรื่องปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** กรุงเทพ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 52-56 หน้า.

----------. 2545. **ปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** เชียงใหม่: สำนักงานพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 6 หน้า. (จุลสาร).

กรมวิชาการเกษตร. 2544. **เทคโนโลยีด้านดินปุ๋ย เอกสารประกอบการสัมมนาเนื่องในโอกาสฉลองครบรอบ 10 ปี ของการจัดตั้งสถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยผลิต วันที่ 23 มกราคม 2544.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต. 121 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. **การจัดการหอยเชอรี่.** กรงุเทพ : สถาบันส่งเสริมการเกษตรชีวภาพและโรงเรียนเกษตรกร. 59 หน้า

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. **คำแนะนำมาตรฐานทางวิชาการของปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยแร่ธาตุธรรมชาติ.** กรุงเทพ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 64 หน้า.

กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. 2539. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่อง การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ.** กรุงเทพ : กรมพัฒนาที่ดิน. 55 หน้า.

กาญจนา. 2543. น้ำสกัดชีวภาพ-ปุ๋ยน้ำชีวภาพคืออะไรและได้ผลคุ้มค่าเพียงใด. **เคหะการเกษตร.** 24(3): 173-181.

โครงการหลวง. 2533. **การปลูกผักบนที่สูงในประเทศไทย.** เชียงใหม่ : โครงการหลวง. 349 หน้า.

ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย. 2542. **เกษตรกรรมธรรมชาติ ปลูกพืชผักผลไม้โดยไม่ใช้สารเคมี ดีเด่นประจำปี 2541 – 2542 จาก สยช.** กรุงเทพมหานคร: ชมรม.

----------. 2544. เกษตรธรรมชาติด้วยเทคนิคจุลินทรีย์. **เกษตรกรรมธรรมชาติ.** 2(60): 9 – 11.

----------. 2545. **ผลสำเร็จงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดินพ.ศ. 2537-2541.** กรุงเทพ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 107 หน้า.

นงลักษณ์ ปูรณะพงษ์. 2537. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและปุ๋ยเบื้องต้น.** เชียงใหม่ : สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 110 หน้า.

นันทกร บุญเกิด. 2543. ปุ๋ยชีวภาพคืออะไร. **เคหะการเกษตร.** 24(10): 194-197.

บริษัทโพธิ์กรุณาจำกัด. 2547. **ปุ๋ยชีวภาพโพธิ์กรุณา**. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา www.phokaruna.com. (1 กุมภาพันธ์ 2547).

บริษัทฟอเวิร์ดประเทศไทย. มปป. **ปุ๋ยชีวภาพนิวตริสมาร์ท**. กรุงเทพมหานครฯ : บริษัทฟอเวิร์ดประเทศไทย. 160 หน้า

บริษัท วี.เอส.เยนแอนรัล เคมี จำกัด. 2543. **ข้อบ่งใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพไบโอเนเจอร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท วี.เอส.เยนเอนรัล เคมี จำกัด. (แผ่นพับ)

เปรมปรี ณ สงขลา. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำชีวภาพและหัวเชื้อผสมปุ๋ย. **เคหะการเกษตร**. 24(9): 25-28.

พงศ์เทพ อินตะริกานนท์. 2543. เสวนาเกษตรเรื่องทิศทางการวิจัยและการใช้ปุ๋ยในอนาคต. **เคหะการเกษตร**. 23(9): 152-156.

พาร์ดี จิตนุยานนท์. 2537. **การทำปุ๋ยหมักจากขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่**. เชียงใหม่ : ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 81 หน้า.

พูนศักดิ์ จันทร์จำปี. 2541. **การหมักปุ๋ยจากเศษอาหารและวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรแบบเทอร์โมฟิลิคโดยใช้ถังหมุน**. เชียงใหม่ : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 151 หน้า.

ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2545. **เอกสารการแปลผลธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน**. เชียงใหม่ : คณะผลิตกรรมการเกษตร. (เอกสารอัดสำเนา)

วรรณอนงค์ วงศ์กาสิทธิ์. 2543. ปุ๋ยชีวภาพอีกก้าวหนึ่งของการพัฒนาแบบยั่งยืน. **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์**. 138(9): 62-72.

วิทยา มะเสนา. 2530. **จุลชีววิทยาทางดิน**. ขอนแก่น : ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 521 หน้า.

ศุภมาส พนิชยศักดิ์พัฒน์. 2529. **จุลชีววิทยาทางดินเพื่อผลผลิตทางการเกษตร**. กรุงเทพ : ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 335 หน้า.

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง. 2545. **รายงานประจำปี 2545**. เชียงใหม่ : ฝ่ายพัฒนา มูลนิธิโครงการหลวง. 362 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ. **จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 5(4): 2.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. **จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน**. กรุงเทพ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 หน้า .

สมศักดิ์ วังใน, ภาวนา ลิกขานนท์ และเย็นใจ วสุวัต. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้อีเอ็มและจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ผลิตปุ๋ยหมัก. **วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** 30(5): 110 – 120.

สันต์ สิริภักดิ์. 2531. **ผลกระทบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินในเขตเกษตรน้ำฝน**. เชียงใหม่ : วิทยานิพนธ์สาขาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . 89 หน้า .

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1. 2547. **สถานการณ์สิ่งแวดล้อม**. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา www.reo10.in.th. (1 กุมภาพันธ์ 2547).

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์. 2530. **เทคโนโลยีการหมัก**. กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 393 หน้า.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. ปุ๋ยชีวภาพ. **เมืองเกษตร**. 1(122): 73-77.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2542. ปุ๋ยน้ำชีวภาพกับการจัดการดินปุ๋ย. **วารสารดินและปุ๋ย**. 21(3): 113-131.

Bertoldi, M. D., G. Vallini and A. Pera. 1983. The biology of composting : A review. **Waste Management and Research**. 1(4): 157 – 176.

Bertoldi, M. D., G. Vallini and A. Pera and F. Zucconi. 1982. Comparison of three windrow compost systems. **Biocycle.** 23(2): 45 – 50.

Brinton, W. F. 1979. The effect of different fertilizer treatment on humus quality. **Compost Science Land Utilization.** 20(5): 38 – 41.

Brown, D. E. 1983. Lignocellulose hydrolysis . **Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** 135(6): 305 – 322.

Chang, Y. 1967. The fungi of wheat straw compost .II. Biochemical and physilogical Studies. **Transations of The British Mycological Society**. 50(4): 667 – 677.

Chang, Y. and H. J. Hudson . 1967 . The fungi of wheat straw compost . I . Ecological studies. **Transations of the British Mycological Society**. 50(4): 649 – 666.

Crawford, J. H. 1983. Composting of agricultural wastes : A review. **Process Biochemistry**. 18(2): 14 –18.

Elfving, D. C. , C. A. Bache , W. H. Gutenmann and D. J. Lisk . 1981. Analyzing crops grown on waste – amended soils. **Biocycle** . 22(6): 44 – 47.

Finstein, M. S. and M. L. Morris . 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. **Advances in Applied Microbiology.** 19(8): 113 – 151.

Finstein, M. S. , J. Cirello , S. T. Macgregor and F. C. Miller . 1980 . Engineering principles of sludge composting. **Journal of the Water Pollution Control Federation.** 52: 2037 – 2047.

Garg, S. K. and S. Neelakantan . 1982. Effect of nutritional factors on cellulase enzymes and microbial protein production by Aspergillus terreus and its evaluation. **Biotechnology and Bioengineering.** 24: 109 – 125.

Gaur , A. C. 1980. **Fundamentals of Composting** . (Compost Technology Project Field Document). Berlin : Springer. อ้างโดย ฉวีวรรณ เหลือวุฒิวิโรจน์. 2531. **การประเมินประสิทธิภาพการย่อยสลายเศษพืชขจองเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก.** กรุงเทพ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Gaur, A. C. , K. V. Sadasivam , R. S. Mathur and S. P. Magu. 1982 . Role of mesophilic fungi in composting. **Agricultural Waste** . 4(6): 453 – 468.

Golueke, C. G. 1982 . Selection and adaptation of a compost system , pp . 36 – 58 . In **The Staff of Compost Science and Land Utilization (eds.) Composting.** The Emmaus, Pennsylvania : JP Press. 85 p.

Gray, K. R. 1971. A Review of Composting, Part 1. **Process Biochemistry**. 7: 32-36.

Hang, R. T. 1993. **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Boca Raton, U.S.A : Lewis. 717 p.

Hay, J. C. and R. D. Kuchfenrither. 1990. Fundamental and Application of Windrow Composting. **Journal of Environmental Engineering.** 4: 746-763.

Holland, K. T. , J. S. Knapp and J. G. Shoesmith .1987. **Anerobic bacteria.** London : Chapman and Hall. อ้างโดย พูนศักดิ์ จันทร์จำปี. 2541. **การหมักปุ๋ยจากเศษอาหารและวัสดุเหลือใช้การเกษตรแบบเทอร์โมฟิลิคโดยใช้ถังหมุน.** เชียงใหม่ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Kapetanios, E. G., M. Loizidou and G.Valcanas. 1993. Compost production from greek domestic refuse. **Bioresource Technology.** 44: 13-16.

Kundu, B. S. and A. C. Gaur. 1980. Establishment of nitrogen-fixing and phosphate–solubilising bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. **Plant and Soil**. 57: 223-230.

Leemaharoungruangs, S. 1988. **Composting of Municiple Solid Waste by Forced Aeration**. Bangkok : M.S. Thesis, Asian Institute of Technology.

Liao, P. H., A. T. Vizcarra and K. V. Lo. 1994. Composting of Salmon-farm Mortalites. **Bioresource Technology**. 47: 67-71.

Liao, P. H., A. C. May and S. T. Chieng. 1995 . Monitoring process efficiency of a full-scale in Vessel system for composting fisheries wastes. **Bioresource Technology**. 54: 159-163.

Logsdon, G. 1976. **The Gardenner's Guide to Better Soil**. Pennsylvania: Rodald Press. 246 p.

Mathur, R. S. 1980. Use of indigenous materials for accelerating composting. (Compost Technolology Project Field Document). อ้างโดย ฉวีวรรณ เหลือวุฒิวิโรจน์. 2531. **การประเมินประสิทธิภาพการย่อยสลายเศษพืชขจองเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก**. กรุงเทพ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Nishio, N., H. Kurisu and S. Nagai. 1981. Thermophilic cellulase production by *Taralomyces sp*. in solidstate cultivation. **Journal of Fermentation Technology**. 59(5) : 407-410.

Pathak, A. N. and T. K. Ghose. 1973. Cellulase 1: Sources technology. **Process Biochemistry**. 63(5): 591-607.

Poincelot, R. P. 1975. The biochemistry and methodology of composting. New Haven Bull: The Connecticut Agricultural Experiment Station. อ้างโดย ฉวีวรรณ เหลือวุฒิวิโรจน์. 2531. **การประเมินประสิทธิภาพการย่อยสลายเศษพืชขจองเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก**. กรุงเทพ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Rao -Bhamidimarri, S. H. and A. Pandey . 1996 . Aerobic thermophilic composting of piggery solid wastes. **Water Science and Technology**. 8 : 89-94.

Rao, M. N. A., B. M. Mithal, R. N. Thakhur and K. S. M. Sastry. 1983 . Solid state fermentation for cellulase production by Pestalotiopsis versicolor. **Biotechnology and Bioengineering**. 25: 869-872.

Scott, J. C. 1949. Studies on the control of faecalborne diseases No.19 Field tests with composts in corporating. Journal of Experimental Agriculture. 17: 73-82.

Singh, N. and R. S. Singh. 1981. Lysis of mycelium of Fusarium oxysporum soil amended with organic matter. **Plant and Soil.** 59: 9-15.

Stefen, R. 1979. The value of composted organic matter in building soil fertility. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. 20(5): 34-37.

Tchobanoglous, G., H. Theisen and S. A.Vigal. 1993. **Biological and Chemical Conversion Technologies: Integrated Solid Waste Management**. New York: McGraw-Hill. 864 p.

Tengerdy, R. P. 1985. Solid substrate fermentation. **Trends in Biotechnology**. 3(4): 96-99.

Wilde, S. A. 1958. Preparation of sawdust compost. **Forest Products Journal**. 8: 323-326.

Zadrazil, F. and H. Brunnert. 1981. Investigation of physical parameters important for the solid state fermentation of straw by white rot fungi. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**. 11: 183-188 .

----------. 1982. Solid state fermentation of lignocellulose containing plant residues with Sjporotrichum pulverulentum Nov. and Dichotomitus squalens (Kart) Reid. **European Journal of Applied Microbiology**. 16: 45-51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินต่อพืชผักชนิดต่างๆ

ตารางภาคผนวก ก. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน โครงการหลวงอินทนนท์ ฯ

ฤดูการเพาะปลูก	ชนิดพืช	ผลการวิเคราะห์ (mg/l)							
		pH	(%) OM	(%) N	P	K	Ca	Mg	(%) Mois
ที่ 1	KN_T1	6.2	4.59	0.23	134	182	1200	152	25.53
	KN_T2	6.4	4	0.2	199	193	1280	172	25.71
	KN_T3	6.3	4.96	0.24	168	269	1216	164	26.55
	KN_T4	6.4	4.81	0.24	178	205	1296	180	23.51
	HT_T1	5.7	5.66	0.28	146.4	208.9	1198.8	110.9	15.49
	HT_T2	5.5	6.31	0.32	106.9	99.8	996.8	89.7	14.82
	HT_T3	6.2	5.83	0.3	107	118.1	1384.6	99.6	14.09
	HT_T4	5.5	6.05	0.3	101	144	1068.8	96.8	15.59
ที่ 2	KN_T1	6.1	3.62	0.18	1091	441	1573	140	
	KN_T2	5.6	4.25	0.21	951	385	1208	139	
	KN_T3	6.8	4.03	0.2	724	340	1438	139	
	KN_T4	7.2	3.66	0.18	839	310	1652	150	
	CL_T1	6.3	3.11	0.15	709	509	1214	144	
	CL_T2	5.9	3.6	0.18	984	502	1283	147	
	CL_T3	6.4	3.06	0.15	1016	408	1410	146	
	CL_T4	6.3	2.57	0.12	908	337	1270	139	
ที่ 3	KN_T1	6.2	3.63	0.18	142	289	1243	138	22.83
	KN_T2	6.2	4.18	0.2	244	313	1314	157	20.92
	KN_T3	6.2	4.29	0.21	217	349	1196	123	17.72
	KN_T4	5.9	4.91	0.24	173	417	1234	117	19.25
	CL_T1	6.1	4.57	0.22	307	277	1218	119	16.08
	CL_T2	6.1	4.57	0.22	207	256	1004	110	16.75
	CL_T3	6.3	4.52	0.22	228	843	2034	244	18.96
	CL_T4	6.2	4.29	0.21	188	267	1371	125	16.47
ที่ 4	KN_1	5.3	4.28	0.214	34	175	604	74	
	KN_2	5.5	6.73	0.337	12.33	192	516	56	
	KN_3	5.5	6.36	0.32	19	203	540	54	

KN = คะน้ายอดคอยคำ, HT = ฮ่องเต้ญี่ปุ่น, CL = เซเลอรี่, T = ตำรับทดลอง, Mois = ความชื้น

ตารางภาคผนวก ก. 2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ฤดูการเพาะปลูก	ชนิดพืช	ผลการวิเคราะห์ (mg/l)							
		pH	(%) OM	(%)N	P	K	Ca	Mg	(%) Mois
ที่ 1	KN_T1	5.2	4.32	0.21	67.65	606	1816	200	21.31
	KN_T2	5.6	4.53	0.22	67.01	595	1916	216	21.5
	KN_T3	6	4.54	0.22	63.72	426	1316	168	23.97
	KN_T4	6	5.04	0.25	69.12	526	1916	212	22.95
	PS_T1	5.9	3.75	0.18	32.46	423	1472	188	27.99
	PS_T2	5.2	2.92	0.14	42.15	491	1492	192	26.01
	PS_T3	5.9	3.95	0.19	29.12	336	1540	184	27.43
	PS_T4	6.1	2.86	0.14	26.4	378	1544	188	28.12
ที่ 2	KN_T1	7.2	4.26	0.21	1326	240	2718	114	
	KN_T2	7	4.51	0.22	1605	270	2782	135	
	KN_T3	7.4	4.74	0.23	1368	175	3198	119	
	KN_T4	7.1	4.57	0.22	1320	372	2912	91	
	HH_T1	7.3	4.61	0.23	1468	207	2907	99	
	HH_T2	3.9	4.26	0.21	1296	242	2296	96	
	HH_T3	7.5	3.34	0.16	949	160	3127	68	
	HH_T4	7.5	4.06	0.2	1080	153	2739	91	
ที่ 3	KN_T1	5.8	3.74	0.18	208	889	1716	198	31.84
	KN_T2	6	3.4	0.17	190	897	1881	238	33.03
	KN_T3	6	3.29	0.16	216	718	1752	205	33.79
	KN_T4	6.2	3.74	0.18	170	634	1774	217	33.73
	PS_T1	5.6	2.84	0.14	116	581	2099	219	30.17
	PS_T2	5.9	3.4	0.17	116	669	1581	200	30.77
	PS_T3	6.1	3.24	0.16	151	584	1907	231	32.03
	PS_T4	6.4	2.51	0.12	771	561	2082	176	29.17
ที่ 4ห	KN_1	5.5	2.46	0.12	79.16	341	1256	162	
	KN_2	5.3	3.03	0.15	66.4	740	1232	180	
	KN_3	5.7	3.7	0.19	69.16	368	1364	165	

KN = คะน้ายอดดอยคำ , PS = ผักกาดหวาน , HH = ผักกาดหางหงษ์, T = ตำรับทดลอง, Mois = ความชื้น

ตารางภาคผนวก ก. 3 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินโครงการหลวงหนองหอย ฯ

ฤดูการเพาะปลูก	ชนิดพืช	ผลการวิเคราะห์(mg/l)							
		pH	(%)OM	(%) N	P	K	Ca	Mg	(%) Mois
ที่ 1	HH_T1	5.55	5.09	0.25	76.08	255	1048	114	27.73
	HH_T2	5.95	4.16	0.2	109.17	208	1080	126	28.33
	HH_T3	5.95	5.34	0.26	85.66	254.5	1148	132	29.13
	HH_T4	6	5.03	0.25	91.79	191.5	1232	142	27.65
	PK_T1	5.25	5.7	0.18	87.65	252.29	1125.1	91.6	19.18
	PK_T2	5.6	5.58	0.27	67.83	260.6	1034.7	95.36	18.04
	PK_T3	6	5.58	0.27	66.67	144.71	1223.8	47.23	18.22
	PK_T4	5.5	4.1	0.2	53.23	196.75	1119.2	85.52	18.61
ที่ 2	HH_T1	6	5.22	0.26	1058	413	2635	90	
	HH_T2	6.2	4.53	0.22	950	453	2327	94	
	HH_T3	7.2	4.92	0.24	617	62	3191	75	
	HH_T4	7	5.11	0.25	672	225	2543	79	
	PK_T1	6.7	4.53	0.22	438	220	2559	74	
	PK_T2	7.2	3.5	0.17	385	405	2727	164	
	PK_T3	7.1	3.1	0.15	210	273	2019	57	
	PK_T4	7.4	4.12	0.2	487	273	2435	55	
ที่ 3	PL_T1	5.4	2.52	0.15	267	319	958	108	25.12
	PL_T2	6.5	3.1	0.15	308	370	1428	201	24.89
	PL_T3	6.2	2.07	0.1	151	332	857	106	25.07
	PL_T4	6.8	3.36	0.16	267	451	1721	185	21.99
	PK_T1	5.1	3.57	0.17	546	550	428	35	23.13
	PK_T2	6.5	3.56	0.17	540	743	978	112	20.66
	PK_T3	6.5	3.08	0.15	604	701	1895	282	23.11
	PK_T4	5.3	2.88	0.14	246	594	1338	90	22.44
ที่ 4	KN_1	5.3	4.28	0.214	34	175	604	74	
	KN_2	5.5	6.73	0.337	12.33	192	516	56	
	KN_3	5.5	6.36	0.32	19	203	540	54	

HH = ผักกาดหางหงษ์ , PK = ผักกาดขาวปลี , PL = ปวยเหล็ง , KN = คะน้ายอดดอยคำ, T = ตำรับทดลอง, Moi s = ความชื้น

ภาคผนวก ข.

การแปลผลธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน

การแปลผลธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน

ตารางภาคผนวก ข. 1 การประเมินความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ช่วง pH	ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง	ระดับความต้องการปูน
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด	สูงมาก
3.5 - 4.4	กรดรุนแรงมาก	
4.5 - 5.0	กรดจัดมาก	สูง
5.1 – 5.5	กรดจัด	
5.6 – 6.0	กรดปานกลาง	ปานกลาง
6.1 – 6.5	กรดเล็กน้อย	
6.6 – 7.3	เป็นกลาง	ต่ำ
7.4 – 7.8	ด่างอ่าน	ต่ำมาก
7.9 – 8.4	ด่างปานกลาง	
8.5 – 9.0	ด่างจัด	
> 9.0	ด่างจัดมาก	

ที่มา : ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2547)

ตารางภาคผนวก ข. 2 การประเมินธาตุอาหารในดิน

ธาตุอาหาร	Very Low (ต่ำมาก)	Low (ต่ำ)	Moderate (ปานกลาง)	High (สูง)	Very High (สูงมาก)
อินทรียวัตถุ, %(OM)	<0.5	0.5 – 1.5	1.5 – 2.5	2.5 – 4.5	> 4.5
ไนโตรเจน, %(N)	<0.02	0.02 – 0.08	0.08 – 0.12	0.12 –0.18	>0.18
ฟอสฟอรัส, ppm(P)	<10	10 – 20	20 - 40	40 – 50	>50
โปตัสเซียม, ppm(K)	<40	40 - 100	100 - 200	200 - 300	>300
แคลเซียม, ppm(Ca)	400	400-1,000	1,000-2,000	2,000-4,000	>4,000
แมกนีเซียม, ppm(Mg)	<30	30 – 60	60 – 500	500 – 800	> 850

ที่มา : ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2547)

ภาคผนวก ค.

การคำนวณปริมาณธาตุอาหารในการทดลอง

การคำนวณหาปริมาณปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักที่เพียงพอต่อการเพาะปลูก

เริ่มคำนวณโดยใช้ฐานของ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ในปุ๋ยเคมีจากการทดลองที่ 2

ปุ๋ยเคมีสูตร 46 – 0 – 0	อัตราการใช้	520	กรัมต่อแปลง
ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 –15	อัตราการใช้	530	กรัมต่อแปลง

(15/100) × 530 กรัม	=	79.5	กรัมไนโตรเจน
(46/100) × 520 กรัม	=	239.2	กรัมไนโตรเจน
รวมปุ๋ยทั้งสองชนิด	=	318.7	กรัมไนโตรเจนต่อแปลง
	=	127,480	กรัมไนโตรเจนต่อไร่
	=	127	กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

จากกรมพัฒนาที่ดิน วิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเศษผัก เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เท่ากับ 0.14

1 ลิตร มีไนโตรเจน	=	1.4	กรัม
พื้นที่ปลูก 48 แปลง × $4m^2$	=	192	ตารางเมตร
(1 ไร่) 1600 m^2 ใช้ไนโตรเจน	=	127	กิโลกรัม
192 m^2 ใช้ไนโตรเจน	=	15.24	กิโลกรัม

เนื้อไนโตรเจน 1.4 กรัม	มาจาก	1 ลิตร	
15.24 × 10^3 กรัม	=	(1 × 15.24 × 10^3) / 1.4	
	=	10,885.71	ลิตร
× 1.5 เท่า	=	16,328.57	ลิตร

เพราะฉะนั้นต้องผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ จำนวน 16,328.57 ลิตร

การคำนวณหาปริมาณ ยูเรียในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก

จากเนื้อไนโตรเจน	จำนวน 48 แปลง	=	15.24	กิโลกรัม
ยูเรีย 46 – 0 – 0	(100/46) × 15.24	=	33.13	กิโลกรัม

ต้องผลิตปุ๋ยน้ำปริมาณ	8165 ลิตร (16330/2)	=	16.56	กิโลกรัม
ถ้าผลิตปุ๋ยน้ำปริมาณ	4000 ลิตร	=	16.56 + 5.831	กิโลกรัม
		=	22.391	กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก จำนวน 2,000 ลิตร ต้องใช้ยูเรีย เท่ากับ 22.391 กิโลกรัม

การคำนวณหาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก

จากผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักเท่ากับ 0.52

เพราะฉะนั้น	100 มิลลิลิตร มีเนื้อไนโตรเจน	=	0.52	มิลลิลิตร
	1000 มิลลิลิตร มีเนื้อไนโตรเจน	=	5.2	มิลลิลิตร

ดังนั้น	5.2 กรัมไนโตรเจน มาจาก	=	1	ลิตร
	1 แปลง ใช้ 318.7 กรัมไนโตรเจน	=	(1×318.7)/5.2	
		=	612.8	ลิตรต่อแปลง

อัตราการใช้แบ่งออกเป็น ราดลงแปลงก่อนปลูก 70 เปอร์เซ็นต์ พ่นเสริม 30

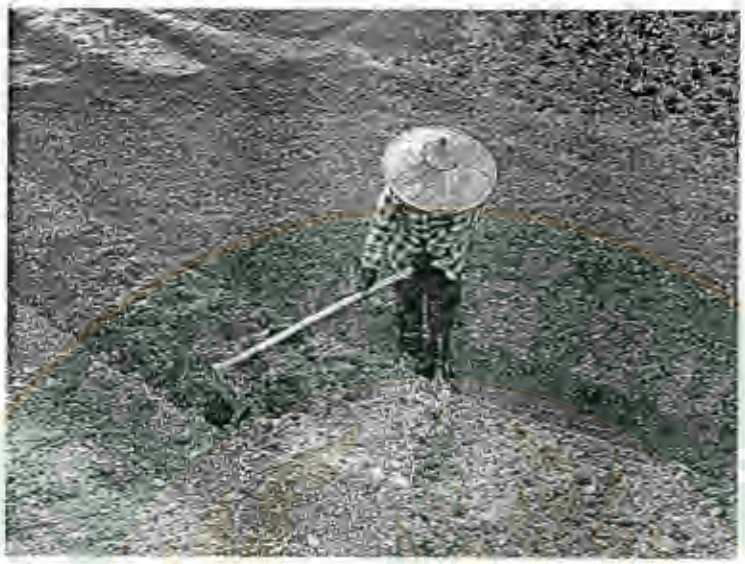
เปอร์เซ็นต์เพราะฉะนั้น	ราดแปลง	=	(70×61.28)/100	
		=	42.89	ลิตร
	พ่นเสริม	=	61.28 – 42.89	
		=	18.39	ลิตร

เพราะฉะนั้น อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำผัก ราดลงแปลงก่อนปลูก 7 วัน เท่ากับ 45.89 ลิตร ใช้พ่นเสริมระหว่างเพาะปลูก 18.39 ลิตร โดยเจือจาง 1 : 1

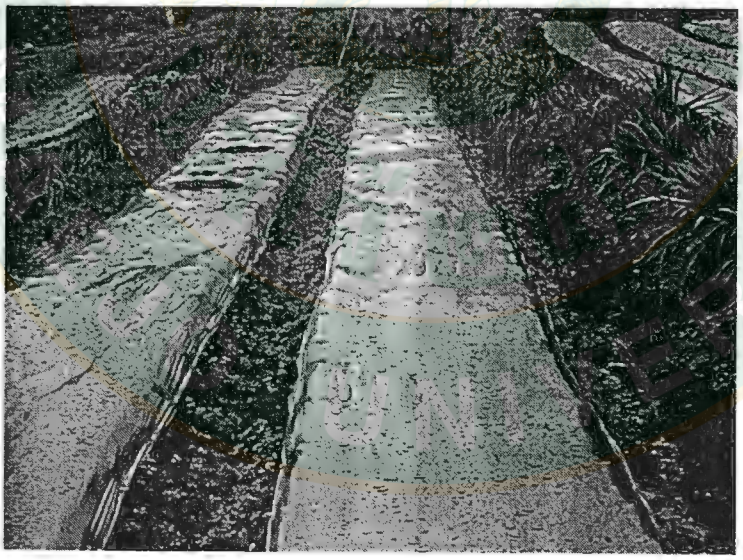
ภาคผนวก ง.

ภาพการศึกษาทดลอง

ภาพการศึกษาทดลอง



ภาพ 1 การพรวนดินเพื่อขึ้นแปลงทดลอง



ภาพ 2 แปลงทดลองคลุมด้วยพลาสติก

ภาพ 3 การเพาะกล้าทดลอง

ภาพ 4 การเพาะปลูกคะน้ายอดดอยคำ

ภาพ 5 การเพาะปลูกกะหล่ำปลีรูปหัวใจ

ภาพ 6 การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด

ภาพ 7 ป้ายแปลงทดลอง

ภาพ 8 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ภาพ 9 กะหล่ำปลีรูปหัวใจหลังการตัดแต่ง

ภาคผนวก จ.

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นายวิทยา ตันอารีย์

วัน เดือน ปีเกิด 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2520

ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2538 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสรรพวิทยาคม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก
- พ.ศ. 2542 วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) จากสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ. 2542 นักวิชาการสิ่งแวดล้อม อุทยานแห่งชาติน้ำตกพาเจริญ จังหวัดตาก
- พ.ศ. 2543 ผู้จัดการฝ่ายการตลาด บริษัทศรีวิชัยผลิตภัณฑ์ จังหวัดเชียงใหม่
- พ.ศ. 2544 – ปัจจุบัน ผู้จัดการธุรกิจบ้านพักอาศัย จังหวัดเชียงใหม่