วิทยานิพนธ์

การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว

STUDY ON MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOST BY CONCRETE BOX TECHNOLOGY OF PHLAP PHLA NARAI MUNICIPALITY AMPHOE MUEANG CHANGWAT CHANTHABURI AS GROWING MEDIA FOR CHINESE KALE AND CHINESE RADISH

นางสาวภัทรศยา แก้วมณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม | วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว

Study on Municipal Solid Waste Compost by Concrete Box Technology of Phlap Phla Narai Municipality Amphoe Mueang Changwat Chanthaburi as Growing Media for Chinese Kale and Chinese Radish

นามผู้วิจัย นางสาวภัทรศยา แก้วมณี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีต ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว

Study on Municipal Solid Waste Compost by Concrete Box Technology of Phlap Phla Narai Municipality Amphoe Mueang Changwat Chanthaburi as Growing Media for Chinese Kale and Chinese Radish

โดย

นางสาวภัทรศยา แก้วมณี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2551

ภัทรศยา แก้วมณี 2551: การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ, วท.ด. 159 หน้า

การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี ในการเพิ่มผลผลิตและการสะสมโลหะหนักของคะน้าและผักกาดหัว โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ ปุ๋ยหมักฯ อัตรา 0 1 และ 2 ตันต่อไร่ ปัจจัยที่สองคือ ปุ๋ยเคมี สูตร 15-5-20 อัตรา 0 30 และ 60 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาพบว่า

คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ทำให้ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในส่วนของน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความยาว และน้ำหนักสดของหัวผักกาด ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความเข้มข้นของโลหะหนักในคะน้าและผักกาดหัว มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนด จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีต เป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะ อีกทั้งมีส่วนช่วยในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักจากขยะยังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพดินให้เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืช จากการเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักสดของพืช พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักสด ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสด ของคะน้า ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) และหัวผักกาดสูงสุด

_____ _____ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Phattrasaya Kaewmanee 2008: Study on Municipal Solid Waste Compost by Concrete Box Technology of Phlap Phla Narai Municipality Amphoe Mueang Changwat Chanthaburi as Growing Media for Chinese Kale and Chinese Radish. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Assistant Professor Suthep Thongpae, Ph.D. 159 pages.

The use of Municipal Solid Waste Compost (MSWC) by Concrete Box Technology of Phlap Phla Narai Municipality Amphoe Mueang Changwat Chanthaburi was studied as growing media for Chinese Kale and Chinese Radish. The objective of this study is to determine the effect of MSWC and chemical fertilizer on the yield and heavy metal uptake by Chinese Kale and Chinese Radish. The experimental design was 3x3 factorial in CRD with two main factors and three replications. The first factor was MSWC at the rate of 0, 1 and 2 ton/rai and the second factor was chemical fertilizer (15-5-20) at the rates of 0, 30 and 60 kg/rai.

The results indicated that, at harvesting stage of Chinese Kale, all application rates of MSWC and chemical fertilizer showed highly significant increment of plant height, fresh weight and dry matter weight. The interaction of these two factors on fresh weight and dry matter weight were also highly significant, but not for plant height. For the above ground of Chinese Radish, all application rates of MSWC and chemical fertilizer showed highly significant increment of fresh weight and dry matter weight. However, the interaction of these two factors on the fresh weight and dry matter weight were not significant. As for the tuber of Chinese Radish at harvesting stage, the application of MSWC and chemical fertilizer showed also highly significant increment of length, fresh weight and dry matter weight. The interaction of these two factors on the length and fresh weight of tuber were also highly significant. As for the concentration of heavy metal in Chinese Kale and Chinese Radish were lower than the critical level. This experiment indicated that the MSWC by Concrete Box Technology is the way to reduce the quantity of municipal solid waste and its environmental problem. The MSWC can also improve soil properties for agriculture. The comparison of MSWC with chemical fertilizer, the results indicated that 2 ton/rai of MSWC and 30 kg/rai of chemical fertilizer gave the same fresh weight of plants. The application 2 ton/rai of MSWC incorporated with 60 kg/rai of chemical fertilizer gave the highest fresh weight of Chinese Kale , the above ground and the tuber of Chinese Radish.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความกรุณาเป็นอย่างยิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาชี้แนะแนวทางในการวิจัย ให้คำปรึกษา ประธานการสอบ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว ประธานโครงการฯ มูลนิธิชัยพัฒนา และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นพื้นฐานความสำเร็จแห่งการดำเนินการวิจัย และที่สำคัญขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณน้า คุณตา และคุณยาย ที่มอบทุกสิ่งทุกอย่างให้ ทั้งความรัก คำปรึกษา กำลังใจ และสิ่งอื่นอีกมากมายจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ คุณกอบกาญจน์ เผือกชอุ่ม และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ขอบคุณ พี่หม่อง พี่แข พี่ยอด พี่นอ พี่เอ็ม พี่โต หญิง พลอย แกก เหมี่ยว ฝน เมย์ เพลิน และครอบครัวพ่วงสุข ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นกำลังใจและแรงผลักดันให้กันเสมอมา

คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์นี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ คุณแม่ คุณน้า คุณตา คุณยาย คณาจารย์ผู้ให้ความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภัทรศยา แก้วมณี

เมษายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	30
ผล	30
วิจารณ์	100
สรุปและข้อเสนอแนะ	102
สรุป	102
ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	105
ภาคผนวก	111
ภาคผนวก ก ผลการเจริญเติบโตของคะน้าและผักกาดหัว	112
ภาคผนวก ข มาตรฐานต่างๆ	152
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	169

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดปี 2540 – 2546	19
2	ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก	20
3	คุณสมบัติบางประการของตัวอย่างดินที่ใช้ในการปลูกคะน้าและผักกาดหัว	29
4	คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยหมักฯ	30
5	ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	33
6	จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	34
7	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	35
8	น้ำหนักสด (กรัม) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	36
9	น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	37
10	ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	41
11	จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	42
12	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	43
13	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	44
14	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	45
15	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	47
16	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	48
17	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	50
18	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	51
19	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	53
20	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	54
21	แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	55
22	แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	56
23	แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	56
24	แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	57
25	ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	60
27	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	61
28	น้ำหนักสด (กรัม) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	62
29	น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน	63
30	ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาด (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	67
31	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	68
32	จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	69
33	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	70
34	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	71
35	ความยาว (เซนติเมตร) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	74
36	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	75
37	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	76
38	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	78
39	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	79
40	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	81
41	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	82
42	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	84
43	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
44	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	87
45	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	88
46	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	90
47	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	91
48	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	93
49	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว	94
50	แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	95
51	แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	96
52	แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	96
53	แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	97
54	แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	98
55	แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	98
56	แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	99
57	แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน	113
ก2	จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน	114
ก3	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าที่อายุ 30 วัน	115
ก4	น้ำหนักสด (กรัม) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน	116
ก5	น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน	117
ก6	ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	118
ก7	จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	119
ก8	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	120
ก9	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	121
ก10	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	122
ก11	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	123
ก12	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	124
ก13	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	125
ก14	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	126
ก15	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	127
ก16	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว	128
ก17	ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน	129
ก18	จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน	130
ก19	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน	131
ก20	น้ำหนักสด (กรัม) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน	132
ก21	น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน	133
ก22	ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	134
ก23	ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเกี่ยว	135
ก24	จำนวนของใบ (ใบ) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	136
ก25	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	137

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก26	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	138
ก27	ความยาว (เซนติเมตร) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	139
ก28	น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	140
ก29	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	141
ก30	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	142
ก31	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	143
ก32	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	144
ก33	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	145
ก34	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	146
ก35	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว	147
ก36	ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	148
ก37	ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	149
ก38	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	150
ก39	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	151
ก40	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	152
ก41	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว	153
ข1	ปริมาณธาตุอาหารที่พบในดินและพืชโดยทั่วไป	155
ข2	ระดับของธาตุที่ถือว่าเป็นค่าปกติที่พบได้ในดินและพืชทั่วๆไป และค่าวิกฤตในดินที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชและคน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข3	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	157
ข4	ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในอาหารและยอมรับให้บริโภคได้	158

การศึกษาการนำปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เพื่อเป็นวัสดุปลูกคะน้าและผักกาดหัว

Study on Municipal Solid Waste Compost by Concrete Box Technology of Phlap Phla Narai Municipality Amphoe Mueang Changwat Chanthaburi as Growing Media for Chinese Kale and Chinese Radish

คำนำ

ปัจจุบันการขยายตัวของชุมชนเมืองออกสู่ชนบท ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี การศึกษา อุตสาหกรรม และการคมนาคม ผลจากการพัฒนาดังกล่าว ก่อให้เกิดการอพยพย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยของประชาชนเข้าสู่เมืองเพื่อประกอบอาชีพมากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของประชากร มีความแออัดของที่อยู่อาศัย ส่งผลต่อการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น จึงก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ ปัญหาอาชญากรรม มลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง น้ำเสีย และขยะ

ขยะ เป็นปัญหาที่มีความสำคัญมาก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีผลต่อคุณภาพชีวิตทางด้านสุขภาพอนามัย และทำลายทัศนียภาพภายในสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วขยะอินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่ายทำให้เกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็น กลายเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์และเชื้อโรคชนิดต่างๆ ขยะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี เพราะสาเหตุจากการเพิ่มของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและทางอุตสาหกรรม นับเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนซึ่งต้องจัดการและแก้ไข ในการกำจัดขยะสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การนำไปเผา การฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล และการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยหมัก

การนำปุ๋ยหมักจากขยะมาปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะ อีกทั้งมีส่วนช่วยในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักจากขยะยังให้สารที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพดินให้เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืช แต่เนื่องจากวัสดุ

ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักอาจมีการปนเปื้อนสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น โลหะหนัก ดังนั้น ในการศึกษาการนำปุ๋ยหมักมาใช้ประโยชน์ ควรมีการศึกษาปริมาณธาตุอาหาร และการสะสมโลหะหนัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ในด้านการเกษตรกรรมต่อไป

เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มปริมาณขยะอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะช่วงฤดูการผลิตผลไม้เนื่องจากมีปริมาณผลไม้ที่เหลือจากการจำหน่ายเป็นจำนวนมาก และไม่สามารถกำจัดได้ทันท่วงที ทางเทศบาลจึงได้นำเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะเพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะที่มีอยู่ในพื้นที่ โดยการนำเศษผักและผลไม้ที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติมาทำปุ๋ยหมัก เมื่อเกิดการสลายตัวแล้วจะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช ปุ๋ยหมักที่ได้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมอื่นๆ อันก่อให้เกิดรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย และเกษตรกรสามารถซื้อปุ๋ยจากเศษผักและผลไม้ในราคาถูก

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรีและปุ๋ยเคมี ในการเพิ่มผลผลิตคะน้าและผักกาดหัว

2. ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรีและปุ๋ยเคมี ต่อการสะสมโลหะหนักในคะน้าและผักกาดหัว

การตรวจเอกสาร

1. ดิน

1.1 ส่วนประกอบของดิน

ความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1.1 อินทรียวัตถุ (Mineral matter) เป็นส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่าง ๆ ที่เกิดการสลายตัวทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี

1.1.2 อินทรียวัตถุ (Organic matter) เป็นส่วนที่เกิดการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของเศษเหลือของพืชและสัตว์ที่ทับถมกันอยู่บนดิน

1.1.3 น้ำ น้ำที่อยู่ในดินนั้น พบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน (Aggregate) หรืออนุภาคดิน (Particle) ที่เรียกช่องหรือที่ว่างนี้ว่า Pore space

1.1.4 อากาศ ที่ว่างในดินระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดินนั้นมีอากาศอยู่ก๊าซที่พบโดยทั่วไปในดินประกอบด้วยไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์

1.2 อินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆ ของดินทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ อันส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน รวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศ ของแต่ละสภาพแวดล้อมโดยตรง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

1.3 นิยามความหมายของอินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุในดิน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฮิวมัส (Humus) มีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ส่วนของซากพืชหรือสัตว์ที่กำลังสลายตัว เซลล์จุลินทรีย์ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และส่วนที่ตายแล้ว ตลอดจนสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลาย หรือส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ แต่ไม่รวมถึงรากพืช หรือเศษซากพืชหรือสัตว์ที่ยังไม่ย่อยสลาย อินทรียวัตถุในดิน คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1.3.1 สารฮิวมิก เป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนและคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มาก โครงสร้างหลักประกอบขึ้นมาด้วยสารประกอบ aromatic compound เป็นแกนทำให้สลายตัวได้ยาก บางส่วนมีสารประกอบพวก โปรตีน เพปไทด์ กรดอะมิโน และพอลิแซ็กคาไรด์ เข้ามาเกาะเป็นอีกส่วนหนึ่งของโมเลกุล

1.3.2 ส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก ได้แก่สารประกอบประเภทที่โครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อนย่อยสลายได้ง่ายกว่า เช่น พวก คาร์โบไฮเดรต ลิปิด โปรตีน กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น

1.4 บทบาทของอินทรียวัตถุในดิน

1.4.1 สี อินทรียวัตถุในดินมีสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงดำ ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมักมีสีคล้ำ สีที่เข้มขึ้นอาจไปมีส่วนทำให้อุณหภูมิของดินโดยรวมสูงขึ้น เนื่องจากดินสีคล้ำดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีกว่าดินสีจาง

1.4.2 การดูดซับน้ำ อินทรียวัตถุในดินมีความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก คือ 6-20 เท่าของน้ำหนักทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดเล็ก และมีลักษณะเป็นสารคอลลอย์ จึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำไว้ได้มากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นอนุภาคของอินทรียวัตถุยังประกอบกันเป็นโครงสร้างมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีช่องขนาดเล็กที่ดูดซับน้ำได้ดีอยู่มาก การใส่อินทรียวัตถุเข้าไปในดิน จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทราย หรือดินเนื้อหยาบ

1.4.3 การเป็นสารเชื่อมอนุภาคดิน อินทรียวัตถุในดินเป็นสารประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกาะยึดหรือรวมตัวกับอนุภาคต่างๆในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคดินเหนียวหรือเซลล์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การสร้างสารเชื่อมโดยจุลินทรีย์ทำให้ดินเหนียวเกาะยึดกันเป็นเม็ดดิน ก่อให้เกิดโครงสร้างของดินที่ดีสามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก ขณะเดียวกันก็ทำให้ดินมีสภาพร่วนซุย มีการซาบซึมน้ำและการระบายอากาศดี

1.4.4 การละลายน้ำ โดยปกติส่วนที่ละลายน้ำได้ของอินทรียวัตถุในดินมีน้อยมาก ปริมาณที่พบมักจะต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุส่วนใหญ่เป็นพวกไม่ละลายน้ำ เช่น เซลล์-จุลินทรีย์ เซลลูโลส ลิกนิน ไคติน สารฮิวมิก ตลอดจนสารอินทรีย์อื่นๆ ที่เกาะยึดกับดินเหนียว

1.4.5 ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนและแอนไอออน ความสามารถในการดูดซับ ไอออนของอินทรียวัตถุในดินนั้นสูงมาก โดยทั่วไปการดูดซับโดยอินทรียวัตถุในดินจะสูงกว่าคอลลอยด์อื่นๆ ตั้งแต่ 2-30 เท่า ในดินโดยทั่วไปปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุในดินจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-90 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนหรือแอนไอออนของอินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญมากในการป้องกันมิให้ธาตุอาหารพืชถูกชะละลายสูญหายไปกับน้ำได้โดยง่าย

1.4.6 ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน อินทรียวัตถุในดินมีประจุลบทำให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินได้ดี หรือมี buffering capacity สูงขึ้น โอกาสที่กรดหรือด่างจะสะสมอยู่ในสารละลายดินจึงน้อยมากและเป็นเหตุให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเท่านั้นถ้าในดินมีอินทรียวัตถุสะสมอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

1.4.7 แหล่งธาตุอาหาร การย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ ทำให้ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ ถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชสามารถนำไปใช้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินยังมีผลโดยทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช เพราะกรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอนิกที่เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จากการย่อยสลาย สามารถช่วยละลายสารประกอบของธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช และการเกิดสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารคีเลต จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่จะรวมตัวกับไอออนจุลธาตุซึ่งเป็นโลหะกลายเป็นคีเลต เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

1.4.8 แหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งพลังงานสำคัญที่สุดหรับจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในดินซึ่งเป็นพวก heterotroph ดังนั้นปริมาณหรือคุณภาพของสารอินทรีย์ จึงมีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์เหล่านี้โดยตรง เช่น การตรึงไนโตรเจน denitrification การเกิดแก๊สมีเทน

1.5 ปัจจัยที่ช่วยในการสลายตัวของพืช

ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในกระบวนการสลายตัวของพืชจนกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเกษตรนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลักๆ ที่สำคัญ ดังนี้คือ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; เกษมศรี, 2541)

1.5.1 อุณหภูมิ พบว่าในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ย่อมมีอัตราการสลายตัวของพืชได้เร็วกว่าในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งอุณหภูมินี้มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลายพืช

1.5.2 ความชื้น ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลายของพืชนั้นควรจะอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นมากหรือน้อยกว่านี้ อาจจะทำให้จุลินทรีย์บางชนิดหยุดชะงักหรือตายได้ หรืออาจจะทำให้มีกลิ่นเหม็นอย่างรุนแรงได้

1.5.3 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน ซึ่งอัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจนนั้น มีความสำคัญในการที่จะกำหนดว่าจำเป็นต้องใส่ปริมาณไนโตรเจนลงไปมากน้อยเพียงใด เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นในกระบวนการย่อยสลายของพืชนั้นควรจะมีค่าอยู่ในช่วงแคบกว่า 20-25

1.5.4 ความเป็นกรดด่าง ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายของพืชนั้น จะต้องทราบค่าของความเป็นกรดด่าง จากวัสดุที่นำมาใช้ย่อยสลายจนกลายเป็นอินทรียวัตถุซึ่งความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม คือ 6.5 เพราะในสภาพดินที่เป็นกรด การสลายตัวของเศษพืชเป็นไปได้อย่างช้าๆ

1.5.5 ชนิดของพืช เนื่องจากพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรท ไขมัน ลิกนิน และโปรตีน โดยเฉพาะฟางข้าว พบว่ามีปริมาณลิกนินค่อนข้างสูง คือประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การสลายตัวค่อนข้างจะเป็นไปได้ช้ากว่าพืชชนิดอื่นๆ

1.5.6 การระบายอากาศ กระบวนการหายใจโดยใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการสร้างพลังงานที่มีประสิทธิภาพที่สุดของจุลินทรีย์สภาพการระบายอากาศของดินจึงมีผลกระทบต่อกิจกรรมการย่อยสลายเศษพืชของจุลินทรีย์โดยตรง ในสภาพที่มีออกซิเจน การย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์กว่า ส่วนใหญ่จะสลายตัวจนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

1.5.7 ชนิดของจุลินทรีย์ในดิน บทบาทของจุลินทรีย์ในดิน ที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายของพืชนั้น จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน

1.6 ผลของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อคุณสมบัติต่างๆ ของดิน เกษมศรี (2541) ได้อธิบายไว้ดังนี้

1.6.1 ทำให้สีของดินคล้ำมากขึ้นกว่าปกติ คือดินจะมีสีน้ำตาลจนถึงสีดำ

1.6.2 ทำให้ความยืดหยุ่นและแรงดูดยึดของดินลดลง คือ ปรับปรุงให้ดินมีความร่วนซุยขึ้นการไถพรวนง่ายขึ้น

1.6.3 ทำให้ความจุในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น

1.6.4 ทำให้มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงมากขึ้น

1.6.5 เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืช หรือเพิ่มธาตุอาหารพืชให้กับดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน

1.6.6 สามารถสกัดธาตุอาหารพืชจากแร่ออกมาให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้โดยกรดที่มีอยู่ในฮิวมัส

2. ปุ๋ยหมัก

2.1 คำนิยามของปุ๋ยและปุ๋ยหมัก

ปุ๋ย คือ วัสดุใดก็ตามที่เราใส่ลงไปในดินไม่ว่าในทางใด โดยที่วัสดุนั้นมีธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืช และพืชนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ (กิตตินันท์, 2542)

ปุ๋ย คือ วัสดุหรือสารที่ใส่ลงไปในดินใส่ในวัสดุปลูกพืช พ่นบนส่วนเหนือดินของพืช หรือใส่ในต้นพืช โดยมีความประสงค์ที่โดยปุ๋ยอาจได้จากธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ขึ้นก็ได้ (มุกดา, 2543) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ มีต้นกำเนิดจากสารอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด เป็นต้น

2.2.2 ปุ๋ยอนินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารประกอบอนินทรีย์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการเน่าเปื่อยของพืชทุกชนิด เช่น เศษพืช ตอซังของพืช ฟางข้าว ขยะมูลฝอยต่างๆ ฯลฯ โดยจำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของพืช (เกษมศรี, 2541)

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผุพังตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านั้นมากองรวมกันรดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน (มุกดา, 2544)

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์โดยนำสารอินทรีย์เหล่านั้นมากองรวมกันแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตัวตามธรรมชาติโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (มุกดา, 2547)

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ทำขึ้นโดยเลียนแบบธรรมชาติในป่า ได้จากเศษพืช มูลสัตว์มากองรวมกันแล้วเกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย มีสีน้ำตาลดำ ที่เรียกว่า ฮิวมัส มีสมบัติในการปรับปรุงดิน ทำให้ดินโปร่งเพิ่มความพรุนให้แก่ดิน ทำให้เกิดการระบายน้ำและอากาศในดินดีขึ้น ช่วยให้ดินอุ้มน้ำและดูด

ซับธาตุอาหารพืชดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีพของพืช ช่วยทำให้พืชและจุลินทรีย์เจริญเติบโตและส่งเสริมกิจกรรมต่างๆ ได้ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547)

2.2 การทำปุ๋ยหมัก

เรียมสงวน (2544) กล่าวไว้ว่าการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีหมักเป็นการใช้ปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ย่อยสลายอินทรีย์ในมูลฝอยที่สามารถสลายตัวได้ เช่น พวกอินทรียสารจะมีสารประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ พวกไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เมื่อย่อยสลายตัวจนสมบูรณ์ดีแล้ว จะได้กากที่เหลือเป็นผลผลิตจะเรียกว่า ปุ๋ยหมัก สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินและเป็นอาหารของพืชได้ ล้ำศักดิ์ (2531) เสนอว่ามูลฝอยที่เหมาะสมกับกระบวนการทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ มูลฝอยจากตลาดสด และมูลฝอยจากการกสิกรรม ซึ่งกระบวนการหมัก แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

2.2.1 กระบวนการหมักแบบใช้อากาศ เป็นการหมักที่ใช้ Aerobic organisms เป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลาย ระบบนี้ต้องการออกซิเจนเพื่อช่วยในการทำปฏิกิริยาอย่างเพียงพอ (พิชิต, 2535) และให้ผลผลิตที่ต่างจากกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน และให้ผลผลิตสุดท้ายที่เสถียร ผลผลิตที่ได้เป็นสารอินทรีย์ที่สลายตัวแล้วเป็นผงหรือก้อนเล็ก ๆ สีน้ำตาล เรียกว่า ฮิวมัส และเมื่ออินทรีย์สารย่อยสลายจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำพร้อมทั้งให้แร่ธาตุซึ่งเป็นอาหารหลักสำหรับพืช เช่น ไนเตรตและซัลเฟต เมื่อมีธาตุฟอสฟอรัสอยู่ด้วยจะให้ฟอสเฟต การจะเกิดกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนได้นั้นจะต้องมีสภาวะที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นพอเหมาะ ปริมาณออกซิเจนเพียงพอ และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสม ในอุตสาหกรรมปุ๋ยหมักแบบใช้ออกซิเจนทำได้ 2 วิธี คือ

ก. หมักโดยอาศัยออกซิเจนตามธรรมชาติ เป็นการนำมูลฝอยที่ย่อยสลายได้กองบนพื้นโดยขั้นตอนการหมักให้เป็นกองเล็ก ๆ เพื่อให้มูลฝอยสัมผัสกับออกซิเจนให้มากที่สุดถ้ากองขนาดใหญ่จะทำให้มูลฝอยภายในรับออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนขึ้นได้วิธีนี้ใช้เวลาประมาณ 30 วันและจะต้องใช้พื้นที่มาก

ข. หมักโดยการเร่งอัตราการย่อยสลายโดยใช้เครื่องจักรกล เป็นการใช้เครื่องจักรช่วยให้ออกซิเจนในอากาศสัมผัสมูลฝอยได้มากที่สุด อาจใช้พัดลมหรือใบพัดให้อากาศหมุนเวียน

2.2.2 กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการที่ใช้ Anaerobic organisms เป็นจุลินทรีย์สำหรับกระบวนการย่อยสลาย ดังนั้นระบบนี้ไม่ต้องการออกซิเจนเข้าช่วยในการทำปฏิกิริยา (พิชิต, 2535) ลักษณะเฉพาะของการหมักด้วยวิธีนี้คือการย่อยสลายที่อุณหภูมิต่ำและได้ผลผลิตที่มีกลิ่น กระบวนการนี้เกิดขึ้นช้ากว่าการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมาก ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นก๊าซจะหายไปและส่งกลิ่นฟุ้งกระจายกวนชุมชนได้

ในการหมักทั้งสองแบบนี้จะให้ปุ๋ยที่มีคุณภาพต่างกันถ้านำขยะสดมาหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะให้สารที่เป็นอันตรายและการเปลี่ยนสารอาหารของพืชจะมีน้อยกว่ากระบวนการหมักแบบออกซิเจน

2.3 เทคโนโลยีฝังกลบในกล่องคอนกรีต

นอกจากแนวทางในการกำจัดขยะมูลฝอยข้างต้นแล้วยังมีการนำขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักในกล่องและบ่อคอนกรีตโดยการฝังกลบประยุกต์อาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ ขนาดกล่องคอนกรีตมีความกว้าง ยาว สูง เท่ากับ 2x3x1.5 เมตร สามารถกำจัดขยะได้ 2 ตัน ส่วนวิธีการหมักนั้นจะใส่ขยะสลับกับดินแดงหรือดินนาโดยใช้ขยะหนาประมาณ 30 เซนติเมตร ดินหนาประมาณ 5 เซนติเมตร เมื่อได้ขยะ 3 ชั้น ชั้นบนจะกลบทับด้วยดินหนาประมาณ 15-20 เซนติเมตร รดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กองขยะทุก 2 วัน ๆ ละประมาณ 10 ลิตร โดยขยะที่เป็นอินทรียวัตถุย่อยสลายได้ง่ายใช้เวลาหมัก 30 วัน ส่วนขยะชุมชนที่ไม่ได้ผ่านการคัดแยกใช้เวลาหมัก 90 วันจากนั้นจึงนำเอาปุ๋ยหมักที่ได้มาร่อนแยกเอาส่วนที่ไม่ย่อยออก และนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ประโยชน์ (มูลนิธิชัยพัฒนา, ม.ป.ป.)

2.3.1 ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมัก

การเกิดปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ จะต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนี้

ก. ขนาดของวัสดุที่ใช้หมัก JICA (1982) แนะว่าขนาดของมูลฝอยที่เหมาะสมต่อการหมัก อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 1.5 นิ้ว พัชรี (2529) ได้รายงานขนาดที่เหมาะสมของวัสดุหมักว่าควรมีขนาด 2.5 ถึง 7.5 เซนติเมตร และจากการศึกษาของจรูญและคณะ (2533) ที่ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา พบว่าขนาดของผักตบชวาเป็นปัจจัยสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลายว่าจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วหรือช้า พบว่าการบดผักตบชวาให้ละเอียดจะเกิดการย่อยได้มากกว่าร้อยละ 60 ภายใน 7 ถึง 10 วัน แต่ถ้ามีขนาด 2 ถึง 3 เซนติเมตร จะใช้เวลา 14 วัน เนื่องจากขนาดของวัสดุหมักที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ในการสัมผัสกับออกซิเจนได้มาก ทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้เร็วมากขึ้น ดังนั้นการย่อยสลายมูลฝอยจะเกิดได้รวดเร็วหรือช้าน่าจะขึ้นกับขนาดของวัสดุเช่นกัน

ข. สัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน Polprasert (1996) กล่าวว่า ค่า C/N ratio เป็นค่าที่มีความสำคัญมากที่สุดในส่วนของความสมดุลของธาตุอาหารในกองหมัก เนื่องจากเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเป็นตัวกำหนดอัตราการย่อยสลายในกระบวนการหมัก อดิศักดิ์และคณะ (2541) กำหนดให้สัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 ถึง 35 ต่อ 1 และ Gotass (1956) ได้รายงานค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมมีค่า 30 ต่อ1 ซึ่งค่านี้ถ้ามีค่าสูงกว่าจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนเป็นแหล่งอาหารอย่างรวดเร็วและจำเป็นต้องใช้ไนโตรเจนในเวลาเดียวกัน ถ้าหากไนโตรเจนมีน้อยจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ไม่ดีและใช้เวลาหมักนาน แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปจะเกิดกลิ่นจากกระบวนการหมักได้เนื่องจากไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย Gray (1971) กล่าวว่าค่า C/N ratio ที่เหมาะควรอยู่ระหว่าง 25/1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ JICA (1982) และ พัชรี (2529)

ค. ความชื้น เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากเป็นตัวกลางในการส่งผ่านอาหารและก๊าซออกซิเจนจากวัสดุหมักและอากาศไปยังจุลินทรีย์ อีกทั้งยังเป็นตัวกลางในการส่งผ่านเอนไซม์เข้าไปย่อยสลายวัสดุหมักด้วย (Tengerdy, 1985) ความชื้นยังเป็นตัวกำหนดปริมาณของก๊าซออกซิเจนในวัสดุหมัก ถ้าความชื้นมากปริมาณก๊าซจะลดลง การส่งผ่านออกซิเจนลดลงทำให้เกิดสภาพไร้อากาศได้ ในทางตรงกันข้าม ปริมาณความชื้นที่ต่ำเกินไปทำให้มีน้ำไม่เพียงพอสำหรับการเกิดปฏิกิริยาไปมีผลในการยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ได้

ง. อุณหภูมิ กล่าวว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาเคมี และชีวเคมีในกระบวนการเมทาบอลิซึมและอัตราการเติบโตของจุลินทรีย์ (Lardinois, 1993) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักอยู่ระหว่าง 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส จากการศึกษาของ Chang (1967) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายอยู่ในช่วง 45 ถึง 55 องศาเซลเซียส เนื่องจาก Eumycetes and

Actinomycetes ซึ่งมีความสำคัญในการย่อยสลายสารประกอบพวกเซลลูโลส และลิกนิน เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวและอุณหภูมิสูงไม่ควรเกิน 70 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิสูงไม่ควรเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานานเกินไปเพราะจะทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย

จ. การระบายอากาศ กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ต้องการอากาศจัดเป็นปฏิกิริยาประเภท Biological oxidation ปัจจัยสำคัญคือก๊าซออกซิเจนซึ่งใช้ในการรับอิเล็กตรอนที่ส่งถ่ายมาจากระบบ Respiratory chain ในเซลล์ของจุลินทรีย์ ดังนั้น การระบายอากาศจึงจำเป็นต่อการเพิ่มออกซิเจนให้เพียงพอต่อกระบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ ปริมาณอากาศที่ต้องการในการหมักมูลฝอยแบบใช้ออกซิเจนนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลฝอยหรือวัสดุที่นำมาหมัก ปริมาณออกซิเจนจะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 18

ฉ. ระดับความเป็นกรดด่างโดยทั่วไปค่าที่เหมาะสมจะมีค่าระหว่าง 6.0 ถึง 7.5 สำหรับแบคทีเรีย และค่าระหว่าง 5.5 ถึง 8.0 สำหรับเชื้อราในการย่อยสลายค่าความเป็นกรดด่างจะอยู่ที่ 5.0 ถึง 5.5 และ 8.0 ในระยะ Mesophilic และ Thermophilic ตามลำดับ (Robbani, 1983)

ช. ปัจจัยอื่น ได้แก่สารตัวเร่งประเภทต่าง ๆ เช่น สารตัวเร่งประเภทจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งจากถังหมักก๊าซชีวภาพเป็นต้น สุจินต์ (2530) ได้รายงานการศึกษาการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการหมักทำปุ๋ย ด้วยการใช้สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ไว้ว่า การใช้สารตัวเร่งในการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการหมักไม่มีผลในการร่นระยะเวลาในการหมักให้สั้นลงได้

2.4 การตกค้างของโลหะในปุ๋ยหมักฯและพืช

ทวีสิทธิ์ (2536) ได้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในปุ๋ยหมักจากขยะของเทศบาลเมืองเพชรบุรี พบว่า ค่าเฉลี่ยของตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ในปุ๋ยหมักขยะ 51.817, 0.362 และ 0.899 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานในปุ๋ยหมักจากขยะของประเทศเยอรมนีตะวันตก คือ 150, 3.2, 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารหนูมีค่าเฉลี่ย 3.824 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของในดินทั่วโลก คือ 8.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สุภาพร (2545) ศึกษาการสะสมตะกั่วและแคดเมียมในพืชผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนทั้ง 3 แหล่ง คือ ชุมชนบรมไตรโลกนารถ ชุมชนประชาอุทิศ และเทศบาลจังหวัดลำพูน ประเภทผักบริโภคใบ ได้แก่ ผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกาดเขียว ต้นหอม พบการสะสมตะกั่วอยู่ในราก 0.665-2.585 ลำต้น 0.742-2.576 และใบ 0.120-2.582 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการสะสมแคดเมียมในรากช่วง 0.079-1.350 ลำต้น

0.002-2.384 และใบ 0.005-0.668 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วรกาย (2541) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง มะเขือเปราะ และมันเทศ ในดินที่มีส่วนผสมของตะกอนน้ำเสียพบว่าพืชทั้ง 3 ชนิด มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและให้มวลชีวภาพสูงกว่าพืชที่ปลูกในดินเพียงอย่างเดียว โดยผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ในส่วนผสมของดิน:ตะกอน 1:3 มะเขือเปราะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอัตราส่วนของดินตะกอน 3:1 และมันเทศเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอัตราส่วนของดิน:ตะกอน 0:4 และโดยภาพรวมส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชทั้งสามชนิด คือ อัตราส่วนของดิน:ตะกอน 1:3 ผลการวิเคราะห์ตะกอนน้ำเสียก่อนปลูกพืชมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปริมาณ 0.35 0.21 และ 0.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งพอเพียงต่อความต้องการของพืช และมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียม 69.90 และ 2.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในเกณฑ์ของตะกอนน้ำเสียที่สามารถนำมาปลูกพืชได้ ปริมาณธาตุอาหารในพืชทั้ง 3 ชนิด อยู่ในระดับปกติที่พบในพืชทั่ว ๆ ไป แต่พบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในผักบุ้งเฉพาะส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) อยู่ในช่วง 1.00-1.896 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.584-1.979 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และในมันเทศเฉพาะส่วนใต้ดิน (รากและหัว) พบปริมาณตะกั่วและแคดเมียม 2.229-5.646 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.125-0.250มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณตะกั่วที่พบเป็นค่าที่เกินมาตรฐาน (ตะกั่วกำหนดไว้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทั้ง 2 ชนิดพืช ดังนั้นจึงยังไม่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค ส่วนในผลมะเขือเปราะพบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมน้อยมากจนไม่สามารถวัดค่าได้ เตือนใจ (2536) ศึกษาปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในน้ำที่ชะผ่านปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะของเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี พบว่าปริมาณตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมในน้ำที่ชะผ่านปุ๋ยหมักตลอดระยะเวลา 3 เดือน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.022-0.453 มิลลิกรัมต่อลิตร 0.025-25.580 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 0.003-0.036 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการหมัก ปริมาณสารหนูในน้ำที่ชะผ่านปุ๋ยหมักมีค่าอยู่ระหว่าง 0.005-0.097 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในน้ำชะผ่านปุ๋ยหมักรวมกันแล้วไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

2.5 มาตรฐานปุ๋ยหมัก

ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะแปรผันไปตามการหมักและความแตกต่างของวัสดุที่ใช้ในการหมักแต่ละครั้ง มีมาตรฐานของปุ๋ยหมัก ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548)

2.5.1 ขนาดเนื้อปุ๋ย ต้องไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร

2.5.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ ต้องมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

2.5.3 อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต้องไม่เกิน 20 ต่อ 1

2.5.4 ระดับค่าการนำไฟฟ้า ต้องไม่เกิน 3.5 เดซิซีเมน/เมตร

2.5.5 ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต้องอยู่ระหว่าง 5.5-8.5

2.5.6 ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0-0.5-0.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ

2.5.7 การย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

2.5.8 ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ ต้องไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก

2.5.9 เศษวัสดุอื่นๆที่ไม่ต้องการ ได้แก่ หิน กรวด ทราย เศษพลาสติก ฯลฯ ต้องไม่เกินร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก

2.5.10 ต้องไม่มีวัสดุอันตราย เช่น เศษแก้ว วัสดุแหลมคมและโลหะอื่นๆที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้เจือปน

2.5.11 ต้องปลอดภัยจากธาตุโลหะหนักและสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม

2.5.12 ปริมาณสารพิษและโลหะหนัก สารหนู ต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม ต้องน้อยกว่าร้อยละ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม ต้องน้อยกว่าร้อยละ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง ต้องน้อยกว่าร้อยละ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว ต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปรอท ต้องน้อยกว่าร้อยละ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.6 ประโยชน์ของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช

2.6.1 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ก. แหล่งของธาตุอาหารพืช ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนธรรมชาติที่สำคัญที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ และไนโตรเจนในรูปอินทรียสารจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปที่พืชนำไปใช้ได้โดยกระบวนการย่อยสลายจุลินทรีย์ของดินในรูปของแอมโมเนียม และไนเตรท ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัส และธาตุกำมะถัน รวมถึงธาตุอาหารอื่นๆ อย่างครบถ้วน ซึ่งแม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ อยู่ในปุ๋ยหมักน้อยแต่การย่อยสลายตัวของอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมัก ธาตุอาหารดังกล่าวจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างค่อยเป็นค่อยไป ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโต (สุภมาศ, 2527) ปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากปุ๋ยเคมีคือ ถึงแม้ว่าคุณค่าธาตุอาหารพืชในปุ๋ยเคมีอาจจะมากกว่าในปุ๋ยหมักอย่างมาก แต่ธาตุอาหารเหล่านี้มักถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืชได้ง่าย ส่วนปุ๋ยหมักนั้นมีคุณสมบัติยึดธาตุอาหารพืชในรูปคอลลอยด์ ซึ่งจะเป็นรูปที่ถูกปลดปล่อยออกมาได้อย่างช้าๆ เมื่อวัสดุอินทรีย์ย่อยสลายในดินธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากปุ๋ยหมักที่มักจะอยู่ในปริมาณต่ำนั้นอยู่ในรูปที่ควบคุมได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์หรือปุ๋ยคอกแล้ว ปุ๋ยหมักที่ได้จากขยะมูลฝอยจะมีปริมาณเกลือต่ำซึ่งเป็นผลดีต่อระบบรากพืช เพราะปริมาณเกลือสูงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรากพืชได้

ข. ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปุ๋ยหมักเมื่อสลายตัวแล้วจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งเป็นประจุลบเช่นเดียวกับอนุภาคของดินเหนียว แต่ปริมาณประจุลบหรือความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกของฮิวมัสมีค่าสูงกว่าอนุภาคดินเหนียวประมาณ 5-10 เท่า การใส่ปุ๋ยหมักจึงทำให้ดินดูดซับธาตุอาหารประเภทประจุบวก เช่น แอมโมเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ได้มากขึ้น

ค. ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนไปทางด่างเล็กน้อย และมีความสามารถในการต้านทางความเป็นกรด-ด่างของดิน ซึ่งคุณสมบัตินี้มีประโยชน์ในการใช้ปรับปรุงดินกรด Scanlon et al. (1973) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนจะทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก 2.8 เป็น 5.8 ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปในดินจะเป็นประโยชน์มาก เนื่องจากมีความจุบัฟเฟอร์ต่ำ สภาพบัฟเฟอร์จะช่วยต่อต้านความเป็นกรด ความเป็นด่าง ความเค็ม สารกำจัดศัตรูพืช และพิษจากโลหะหนัก (ยงยุทธ, 2528; ปรีดี, 2534)

2.6.2 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

ก. อิทธิพลต่อสีของดิน ปุ๋ยหมักทำให้สีของดินเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำทั้งนี้เนื่องจากฮิวมัสที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักมีสีน้ำตาลเข้ม และมีขนาดอนุภาคละเอียดจึงสามารถคลุกเคล้ากับส่วนอื่นๆ ของดินได้ดีมาก โดยทั่วไปเมื่อดินมีสีดังกล่าวถือได้ว่าเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ยกเว้นดินที่มีธาตุแมงกานีสในปริมาณค่อนข้างสูง

ข. อิทธิพลต่อการเกิดเม็ดดิน อินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักเมื่อสลายตัวทำให้เกิดสารเชื่อม เช่น levans dextrans และสารเหนี่ยวจากจุลินทรีย์บางชนิด รวมทั้งพวกออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินั่ม นอกจากนี้ยังมีสารประกอบพวกซิลิคแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมซัลเฟต โดยสารเชื่อมดังกล่าวจะยึดอนุภาคดินที่อยู่ใกล้กันให้เกิดเป็นเม็ดดินประการหนึ่งจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เช่น เชื้อราซึ่งมีรูปร่างเป็นเส้นใย จะเจริญเติบโตคล้ายร่างแหรัดอนุภาคดินซึ่งก่อให้เกิดเม็ดดินอันเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มช่องว่างในดิน ทำให้ดินเหนียวเกิดช่องว่างขนาดโตและเพิ่มช่องว่างขนาดเล็กในดินทราย ซึ่งจะส่งผลให้การระบายอากาศในดินเหนียวหรือดินเนื้อละเอียดดีขึ้น และการอุ้มน้ำในดินทรายหรือดินเนื้อหยาบดีขึ้น ทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นได้เป็นระยะเวลานานกว่าดินที่ขาดอินทรียวัตถุ

ค. อิทธิพลต่อความหนาแน่นรวม ดินที่มีความหนาแน่นตัวสูง ทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ช้า จำกัดบริเวณหาอาหารของรากพืช การไถพรวนทำไม่สะดวก การระบายน้ำและอากาศไม่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นดานแข็งจากการไถพรวน บางครั้งอาจมีความหนาแน่นรวมสูงถึง 2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อาจเกิดการอัดแน่นของอนุภาคดินซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเจริญเติบโตของรากพืช Duggan and Wiles (1976) แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากที่ได้มีการใส่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ดังนั้นการไถชั้นดานแข็งร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักอาจลดความหนาแน่นรวมปกติของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและทำให้การไถพรวนกระทำได้ง่ายขึ้น

ง. อิทธิพลต่อกษัยการของดิน กษัยการของดินเกิดจากแรงปะทะของเม็ดฝนหรือลมที่มีต่อดินทำให้หน้าดินสูญหายไป รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดินก็สูญเสียไปด้วย เนื่องจากการเกิดเม็ดดินโดยอินทรียวัตถุจากปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มความคงทนของเม็ดดินต่อแรงปะทะของเม็ดฝนและแรงลมได้มากยิ่งขึ้น และไม่เกิดสภาพเปลือกดินแข็งบนผิวดิน ซึ่งเป็นปัจจัยเพิ่มปริมาณและอัตราการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ดังนั้นเมื่อเม็ดดินมีความคงทนต่อแรงปะทะของเม็ดฝนและลม ย่อมทำให้อัตราการซาบซึมลงของน้ำดีขึ้นจึงลดการกษัยการ โดยอิทธิพลของน้ำไหลบ่า

2.6.3 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน

ก. ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน ดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงจะทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์สูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์พวก heterothrophic microorganism ซึ่งเป็นผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในดินเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุเมื่อละลายน้ำ จะได้กรดคาร์บอนิคซึ่งเป็นกรดอ่อนจึงสามารถเพิ่มการละลายของธาตุอาหารพืชได้อีกประการหนึ่งปุ๋ยหมักมีอิทธิพลต่อการแลกเปลี่ยนปริมาณจุลินทรีย์ในดิน โดยมีผลทำให้ปริมาณจุลิทรีย์ในดินเพิ่มจำนวนมากขึ้นเนื่องจากมีสารจุลินทรีย์หรือธาตุอาหารบางชนิดกระตุ้นให้จุลินทรีย์ดังกล่าวเจริญได้ และกิจกรรมต่างๆ อันเกิดจากกระบวนการย่อยสลายจุลินทรีย์ในดินมีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินถูกพืชนำมาใช้ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นแหล่งอาหารธาตุคาร์บอนในปุ๋ยหมัก มีความสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อบักเตรีที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ได้แก่ เชื้อ *Asotobacter* sp. ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมตรึงไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น

ข. ปุ๋ยหมักกับความอยู่รอดของเชื้อโรคและไข่แมลง เนื่องจากกระบวนการผลผลิตปุ๋ยหมักจะเกิดความร้อนสูง 60-70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 วัน กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีผลทำให้ไข่แมลงต่างๆ ในดินอาจจะติดมากับเศษพืช หรือมูลสัตว์ที่ใช้เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักถูกความร้อนทำลายไปได้ นอกจากนั้นจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจะขับสารปฏิชีวนะออกมายับยั้งเชื้อโรคที่ติดมากับเศษพืช ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคพืชได้ นอกจากานี้สารปฏิชีวนะที่เชื้อจุลินทรีย์พวกแอคติโนมัยซีสสร้างขึ้น มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคพืชได้ สำหรับโรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอยหลายชนิดลดความรุนแรงลงได้เมื่อใช้ปุ๋ยหมักเช่นกัน ทั้งนี้เพราะเมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวจะเกิดสารอัลคาลอยด์ หรือกรดไขมันซึ่งเป็นพิษต่อไส้เดือน

3. พื้นที่ศึกษา

ลักษณะทั่วไปเทศบาลตำบลพลับพลารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ได้เปลี่ยนแปลงฐานะจากสุขาภิบาลเป็นเทศบาลเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2542 ตามพระราชบัญญัติเปลี่ยนแปลงฐานะสุขาภิบาลเป็นเทศบาล พ.ศ. 2542 โดยเทศบาลตำบลพลับพลารายณ์ ได้จัดตั้งเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2530 ตามประกาศ ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 104 ตอนที่ 271 ลงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2530

เขตท้องที่ของเทศบาลมีอยู่ 2 ตำบล คือ ตำบลพลับพลาและตำบลคลองนารายณ์รวม 15 หมู่บ้าน (สำนักงานเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์, 2545)

3.1 อาณาเขตและสถานที่ตั้ง

เทศบาลตำบลพลับพลารายณ์ (สำนักงานเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์, 2545) ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอเมืองจันทบุรี ห่างจากที่ว่าการอำเภอเมืองจันทบุรี ประมาณ 6 กิโลเมตร มีอาณาเขต ดังนี้

ทิศเหนือ	จรดอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
ทิศใต้	จรดลำคลองนารายณ์ ตำบลคลองนารายณ์
ทิศตะวันออก	จรดหมู่ที่ 6 7 8 9 10 ตำบลพลับพลา และหมู่ที่ 1 2 ตำบลคลอง-นารายณ์
ทิศตะวันตก	จรดแม่น้ำจันทบุรี และเทศบาลตำบลจันทนิมิต

3.2 ลักษณะของดิน

เทศบาลพลับพลานารายณ์ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินที่ 6 และ 26 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

กลุ่มชุดดินที่ 6 ลักษณะโดยทั่วไปเนื้อดินบนมีสีเทาแก่ ดินล่างมีสีน้ำตาลปนทรายหรือสีเทา มีจุดประสีน้ำตาลหรือสีแดงตลอดชั้นดิน บางแห่งมีศิลาแลงอ่อนหรือก้อนแร่ที่มีองค์ประกอบของเหล็ก และแมงกานีสปะปนอยู่ด้วย กลุ่มดินนี้เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเลว พบตามที่ราบตั้งแต่ที่ราบน้ำท่วมถึงลานตะพักลำน้ำระดับต่ำน้ำแช่ขัง 30-50 เซนติเมตร นาน 3-5 เดือน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมี pH 4.5-5.5

กลุ่มชุดดินที่ 26 ลักษณะโดยทั่วไปมีเนื้อดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวหรือเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวพบในเขตที่มีฝนตกชุกสีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดงส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งหินอัคนีหินตะกอนและหินแปรพบบริเวณพื้นที่ดอนซึ่งมีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงพื้นที่เนินเขาเป็นดินลึกมีการระบายน้ำดีมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ มีค่า pH 4.5-5.5

3.3 ลักษณะภูมิอากาศจังหวัดจันทบุรี

3.3.1 อุณหภูมิ ในช่วงปี 2540–2544 จังหวัดจันทบุรีมีอุณหภูมิต่ำสุด วัดได้ 13.1 องศาเซลเซียส เมื่อปี 2542 และอุณหภูมิสูงสุดวัดได้ 36.7 องศาเซลเซียส เมื่อปี 2541 อุณหภูมิเฉลี่ย 24.7 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดปี 2540 – 2546

พ.ศ.	**อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)**	**อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)**	**อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)**
2540	15.0	35.6	25.3
2541	18.5	36.7	27.6
2542	13.1	36.3	24.7
2543	21.0	34.3	27.1
2544	17.0	35.5	27.5
2545	18.0	35.8	26.9
2546	17.4	36.6	27.0

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดจันทบุรี (2546)

3.3.2 ปริมาณฝน ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดจันทบุรี ระหว่างปี 2540–2546 มีปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดในปี พ.ศ. 2542 วัดได้ 3,509.70 มิลลิเมตร จำนวนฝนตก 185 วัน ส่วนฝนตกน้อยที่สุดในปี 2540 วัดได้ 2,322.40 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 134 วัน

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก

พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	วันที่ฝนตก (วัน)
2540	2,322.40	134
2541	3,158.20	161
2542	3,509.70	185
2543	3,030.50	192
2544	2,528.60	201
2545	2649.00	174
2546	2472.90	163

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดจันทบุรี (2546)

4. ผักคะน้า

4.1 พันธุ์คะน้า

ผักคะน้าเป็นพืชในตระกูล Cruciferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabar* (สมภพ, 2537) เป็นผักที่นิยมบริโภคกันเป็นอย่างแพร่หลาย ผักคะน้าเป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น ปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฮ่องกง ไต้หวัน จีน และไทย เป็นต้น พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้น โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์

4.2 สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม

คะน้าเป็นผักที่สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ คะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 20 องศาเซลเซียส แต่คะน้าก็สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี คะน้าเป็นผักอายุสั้นเริ่มตั้งแต่หว่านหรือปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง

ประมาณ 45-55 วัน และให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

4.3 การเพาะกล้า

แปลงเพาะกล้าควรมีขนาดกว้าง 1 เมตร ส่วนความยาวตามความเหมาะสม การเตรียมดินบนแปลงเพาะกล้าควรขุดไถพรวนดินอย่างดี ตากดินไว้ประมาณ 5-7 วัน ย่อยหน้าดินให้ละเอียด แล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วให้มาก คลุกเคล้าให้เข้ากับดินให้ทั่ว จากนั้นจึงหว่านเมล็ดให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลง กลบเมล็ดด้วยดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้วให้หนาประมาณ 0.6-1 เซนติเมตร คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งบางๆ รดน้ำให้ชุ่มด้วยบัวฝอยละเอียด ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน ดูแลต้นกล้า ถอนต้นอ่อนแอหรือเบียดกันแน่นทิ้งไป ควรใส่สารละลายสตาร์ทเตอร์โซลูชั่นรด เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงสมบูรณ์ดูแลป้องกันโรคแมลงที่เกิดขึ้น เมื่อกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วัน จึงทำการย้ายไปปลูกในแปลงปลูกต่อไป (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

4.4 ระบบปลูก

ระบบการปลูกคะน้านิยมปลูกแบบหว่านกระจายทั่วแปลงมากที่สุดและแบบแถวเดียว กรณีที่ย้ายกล้าหรือหยอดเมล็ดเป็นแถว การหว่านเมล็ดกระจายทั่วแปลงเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดใหญ่เป็นการค้า เช่น แปลงยกร่องแถบภาคกลางที่นิยมเตรียมดินโดยใช้แรงงานเครื่องจักรและให้น้ำแบบลากเรือพ่นรด ส่วนแบบแถวเดียวเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดเล็กหรือผักสวนครัว เตรียมดินโดยการใช้แรงงานคนและให้น้ำแบบใช้บัวรดน้ำหรือลากสายยางติดฝักบัวพ่นรด

4.5 ระยะปลูก

ระยะที่ปลูกที่เหมาะสม โดยหลังจากถอนแยกจัดระยะครั้งสุดท้าย ควรให้มีระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 20x20 เซนติเมตร (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

4.6 การเตรียมดินปลูก

เนื่องจากคะน้าเป็นผักรากตื้นจึงควรขุดดินให้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน แล้วนำปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วมาใส่ คลุกเคล้าให้เข้ากับดิน ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงสภาพทางกายภาพและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน พรวนย่อยหน้าดินให้มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะการปลูกแบบหว่านโดยตรงลงในแปลง เพื่อมิให้เมล็ดตกลึกลงไปในดิน เพราะจะไม่งอกหรืองอกยากมาก ถ้าดินเป็นกรดควรใส่ปูนขาวเพื่อปรับปรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

4.7 วิธีการปลูก

หลังจากเตรียมดินโดยย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้วนิยมหว่านเมล็ดลงบนแปลงปลูกโดยตรงมากกว่าการย้ายกล้าหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งผิวแปลง ให้เมล็ดห่างกันประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใช้ดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้วหว่านกลบเมล็ดให้หนาประมาณ 0.6-1 เซนติเมตร เพื่อเก็บรักษาความชื้นให้เมล็ดและป้องกันเมล็ดถูกน้ำกระแทกกระจาย คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งสะอาดบางๆ รดน้ำให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน หลังจากคะน้างอกแล้วประมาณ 20 วัน หรือต้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ให้เริ่มทำการถอนแยกครั้งแรก โดยเลือกถอนต้นที่ไม่สมบูรณ์ออก ให้เหลือระยะห่างระหว่างต้นไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งต้นอ่อนของคะน้าในวัยนี้เมื่อเด็ดรากออกแล้วสามารถนำไปขายได้ และเมื่อคะน้ามีอายุได้ประมาณ 30 วัน จึงทำการถอนแยกครั้งที่ 2 โดยให้เหลือระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และต้นคะน้าที่ถอนแยกออกมาในวัยนี้ตัดรากออกแล้วส่งขายตลาดเป็นยอดผักได้เช่นกัน ซึ่งผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นยอดผักเพราะอ่อนและอร่อย ในการถอนแยกคะน้าแต่ละครั้งควรทำการกำจัดวัชพืชไปในตัวด้วย โดยใช้แรงงานคนในการถอนและตัดรากนำไปขายซึ่งสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น สรุปแล้วการปลูกคะน้าในแต่ละฤดูปลูกสามารถขายได้ 3 ครั้ง คือ เมื่อถอนแยกครั้งแรก ถอนแยกครั้งที่ 2 และตอนตัดต้นขาย (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

4.8 การปฏิบัติดูแลรักษา

4.8.1 การให้น้ำ คะน้าเป็นพืชที่ต้องการน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอเพราะต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการปลูกคะน้าจึงต้องปลูกในแหล่งที่มีน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก หากคะน้าขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตและคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เมล็ดเริ่มงอกยิ่งขาดน้ำไม่ได้เลย วิธีการให้น้ำคะน้าโดยใช้บัวฝอย หรือใช้เครื่องฉีดฝอยฉีดให้

ทั่วและชุ่ม ให้น้ำคะน้าวันละ 2 เวลาคือ เช้าและเย็น (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

4.8.2 การใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ใส่หลังการถอนแยกครั้งแรกเมื่อคะน้าอายุ 20 วัน และการถอนแยกครั้งที่สองเมื่อคะน้าอายุ 30 วัน (วสันต์, 2544) เนื่องจากคะน้าเป็นผักกินใบและลำต้นจึงควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง สัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใช้คือ N:P:K เท่ากับ 2:1:1 เช่น ปุ๋ยสูตร 12-8-8 หรือ 20-11-11 ในอัตราประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่าๆ กัน คือ ใส่หลังจากการถอนแยกครั้งแรกและหลังจากถอนแยกครั้งที่สอง

4.9 การเก็บเกี่ยว

คะน้าที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน หลังจากปลูก ซึ่งเป็นระยะที่คะน้าโตเต็มที่ คะน้าอายุ 45 วันเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่คะน้าที่มีอายุ 50-55 วันเป็นระยะที่เก็บเกี่ยวได้น้ำหนักมาก

5. ผักกาดหัว

5.1 พันธุ์ผักกาดหัว

ผักกาดหัวเป็นพืชตระกูล Cruciferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Raphanus sativas* (สมภพ , 2537) เป็นผักประเภทล้มลุก มีอายุสั้นพืชใบเลี้ยงคู่ อายุ 1 หรือ 2 ฤดู แต่ส่วนมากจะปลูกเป็นพืชฤดูเดียว ตั้งแต่หยอดเมล็ดถึงการเก็บเกี่ยวประมาณ 42-60 วัน มีส่วนของรากขยายเป็นหัวสีขาวเจริญเติบโตเหนือพื้นดินเล็กน้อย ส่วนที่เหลือเจริญเติบโตในดิน ลักษณะของหัวมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ ดินที่ปลูกควรมี pH 5.8-6.8 ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน (สุทธิชัย, 2543)

5.2 การปลูกและการดูแลรักษา

5.2.1 ผักกาดหัวควรปลูกในดินร่วนปนทราย ไม่ควรปลูกในดินเหนียวจัด จะลงหัวได้ลำบาก ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18-25 องศาเซลเซียส ผักกาดหัวเป็นพืชที่มีระบบรากลึก ควรพรวนดินอย่างดี ใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก เพื่อบำรุงดินประมาณ 3 ตันต่อไร่ ยกแปลงปลูกขนาดกว้างประมาณ 1 เมตร ใช้ระยะปลูก 20-30 x30-45 เซนติเมตร โดยใช้เมล็ดหยอดเป็นแถว แต่ละแถวห่างกัน 30-45 เซนติเมตร กลบเมล็ดลึก 1-1.5 เซนติเมตร ด้วยดินร่วนผสมปุ๋ยคอกอย่างละเอียด รดน้ำให้ชุ่มแล้วคลุมด้วยหญ้าแห้งหรือฟาง เมื่อต้นกล้างอกและมีใบจริงแล้ว 2-3 ใบ ให้ถอนแยกเหลือต้นที่แข็งแรงไว้ในระยะห่างแต่ละต้นประมาณ 20-30 เซนติเมตร(ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

5.2.2 การให้น้ำ จะต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ ถ้าผักกาดหัวขาดน้ำหัวจะไม่เจริญเติบโตและจะมีเส้นใยมาก (วสันต์, 2537)

5.2.3 การใส่ปุ๋ย ในระยะต้นกล้าเริ่มตั้งตัวให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ประมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 20-25 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ประมาณ 100-150 กิโลกรัมต่อไร่ (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่สองครั้งคือครั้งแรกตอนปลูกแบบปุ๋ยรองพื้นแล้วพรวนดินกลบลงไปในดิน ครั้งที่สองใส่เมื่อต้นกล้าอายุ 20-25 วัน โดยใส่แบบโรยข้างต้นแล้วพรวนดินกลบ (สุนทร, 2539)

5.4 การเก็บเกี่ยว

ผักกาดหัวจะแก่เพียงพอที่จะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 40-50 วัน สำหรับพันธุ์เบา ถ้าเป็นพันธุ์หนักจะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 70-90 วัน (ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีการฝังกลบในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

2. ปุ๋ยเคมี สูตร 15-5-20

3. เมล็ดคะน้าและผักกาดหัว

4. แปลงทดลองขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร

5. อุปกรณ์ในการปลูกและดูแลรักษาพืช เก็บตัวอย่างดินและพืช ได้แก่ จอบ เสียม พลั่ว บัวรดน้ำ ถุงพลาสติก ป้ายพลาสติก และอื่น ๆ

6. เครื่องชั่ง

วิธีการ

1 แผนการทดลอง

1.1 แผนการทดลองปลูกคะน้าและผักกาดหัว

ปลูกพืชในการทดลองกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร (หนึ่งหน่วยทดลอง) จำนวน 27 แปลง โดยทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (replication) 3x3 factorial in CRD โดยมีการกำหนดปัจจัย ดังนี้

1.1.1 ปุ๋ยหมักฯ 3 อัตรา คือ

ก. ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

ข. ใส่ปุ๋ยหมัก 1 ตัน/ไร่

ค. ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่

1.1.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-5-20 3 อัตรา คือ

ก. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ข. ใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัม/ไร่

ค. ใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัม/ไร่

1.1.3 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วย

ก. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมี

ข. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯแต่ใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัม/ไร่

ค. ไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯแต่ใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัม/ไร่

ง. ปุ๋ยหมักฯ 1 ตัน/ไร่ แต่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

จ. ปุ๋ยหมักฯ 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัม/ไร่

ฉ. ปุ๋ยหมักฯ 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัม/ไร่

ช. ปุ๋ยหมักฯ 2 ตัน/ไร่ แต่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ซ. ปุ๋ยหมักฯ 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัม/ไร่

ฌ. ปุ๋ยหมักฯ 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัม/ไร่

2. การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 ก่อนการทดลอง เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักฯ และดินในพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์สมบัติที่สำคัญบางประการและปริมาณธาตุอาหาร

2.2 เมื่อคะน้าและผักกาดหัว อายุ 30 วันศึกษาความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

2.3 ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต สุ่มในแปลงทดลอง คะน้าเก็บส่วนที่อยู่เหนือดิน ผักกาดหัวเก็บทั้งส่วนใต้ดินและเหนือดินจากนั้นวัดความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การสะสมโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนู

3. วิธีการปลูก

เตรียมแปลงทดลองโดยพรวนดินและตากแปลงไว้ 7 วัน ก่อนทำการปลูกใส่ปุ๋ยหมักฯในอัตราที่กำหนด เพาะเมล็ดคะน้าในหลุมระยะห่าง 20x20 เซนติเมตร และผักกาดหัวในหลุมระยะห่าง 15x20 เซนติเมตร หลุมละ 3 เมล็ด เมื่ออายุครบ 14 วัน ทำการถอนแยก เมื่ออายุครบ 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-5-20 ในอัตราส่วนที่กำหนด โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่าๆกัน ครั้งที่ 1 ใส่เมื่ออายุครบ 20 วัน และครั้งที่ 2 ใส่เมื่ออายุครบ 30 วัน ตามลำดับ

4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลโดย ANOVA มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

5. สถานที่ทำการทดลอง

เรือนทดลอง และแปลงทดลอง ณ บริเวณพื้นที่ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีภาคตะวันออก เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

6. ระยะเวลาในการทดลอง

ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 เดือน

ผลและวิจารณ์

ผล

1. สมบัติของดินที่ใช้ในการปลูกคะน้าและผักกาดหัว

จากการศึกษาสมบัติบางประการของดินที่ใช้ในการทดลอง พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) มีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน 3.1 cmol kg^{-1} มี pH 5.2 มีสภาพการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.01 dSm^{-1} ปริมาณอินทรียวัตถุ 5.7 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 290 7 และ 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 40 และ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณกำมะถัน 175 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กแมงกานีสและสังกะสี 3.11 1.16 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู 0.9 25.7 3.1 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

2. สมบัติของปุ๋ยหมักฯ

จากการศึกษาสมบัติของปุ๋ยหมักฯ พบว่าปุ๋ยหมักฯมี pH 5.2 สัดส่วนไนโตรเจนต่อคาร์บอนเท่ากับ 4.7 ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 3.57 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 2.07 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 4,400 4,500 และ 900มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันเท่ากับ 1,500 1,200 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส 70,827 99 และ 651 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคดเมียม ปรอท และสารหนู ไม่พบ แต่มีปริมาณตะกั่ว 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 คุณสมบัติบางประการของตัวอย่างดินที่ใช้ในการปลูกคะน้าและผักกาดหัว

คุณลักษณะ	ค่าที่วิเคราะห์ได้
Sand (%)	5.80
Silt (%)	30.20
Clay (%)	64.00
CEC (cmol/kg)	3.1
pH	5.2
EC (dS/m)	0.01
Organic Matter (%)	0.57
Total-N (%)	0.029
Available-P (mg/kg)	7
Exchangcable K (mg/kg)	18
Exchangcable Ca (mg/kg)	40
Exchangcable Mg (mg/kg)	12
Extraction Fe (mg/kg)	3.11
Extraction Mn (mg/kg)	1.16
Extraction Zn (mg/kg)	0.01
S (mg/kg)	175
Total-Cd (mg/kg)	1.6
Total-Hg (mg/kg)	0.9
Total-Pb (mg/kg)	25.7
Total-As (mg/kg)	3.1

ตารางที่ 4 คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยหมักฯ

คุณลักษณะ	ปุ๋ยหมักที่ใช้
pH	5.2
C/N ratio	4.7
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	3.57
ปริมาณอินทรียคาร์บอน (%)	2.07
Total-N (%)	0.44
Total-P (%)	0.45
Total-K (%)	0.09
Total-Ca (mg/kg)	1,500
Total-Mg (mg/kg)	1,200
Total-S (mg/kg)	600
Total-Fe (mg/kg)	70,827
Total-Zn (mg/kg)	99
Total-Mn (mg/kg)	651
Total-Cd (mg/kg)	ND
Total-Hg (mg/kg)	ND
Total-Pb (mg/kg)	2
Total-As (mg/kg)	ND

หมายเหตุ ปุ๋ยหมักฯ ที่ใช้ในการทดลองในระหว่างกระบวนการหมักเกิดน้ำท่วมทำให้ปริมาณธาตุอาหารถูกชะล้างออกไป

3. ผลของปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีต่อคะน้า

3.1 คะน้าที่อายุ 30 วัน

3.1.1 ความสูงของคะน้าที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความสูงของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ไม่ทำให้ความสูงของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความสูงของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความสูงของคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5

3.1.2 จำนวนใบของคะน้าที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ให้จำนวนใบของคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างๆ ให้จำนวนใบของคะน้าสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อจำนวนใบคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6

3.1.3 ความกว้างของใบคะน้าที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความกว้างของใบคะน้าแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ให้ความกว้างของใบคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 7

3.1.4 น้ำหนักสดของคะน้าที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้น้ำหนักสดของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ไม่ทำให้น้ำหนักสดของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของคะน้าสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 8

3.1.5 น้ำหนักแห้งของคะน้าที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้น้ำหนักแห้งของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 3 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของคะน้าสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้งของคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 5 ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6.5	9.7	11.1	9.1A
1	7.5	10.5	12.4	10.1B
2	8.5	11.0	12.7	10.7B
F-เฉลี่ย	7.5a	10.4b	12.1c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				8.6

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	3	4	4	4
1	3	4	5	4
2	3	4	5	4
F-เฉลี่ย	3a	4b	5c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				9.9

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	2.4	3.5	4.4	3.5A
1	3.0	3.9	4.7	3.9B
2	3.2	4.1	5.1	4.1B
F-เฉลี่ย	2.9a	3.8b	4.8c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				8.9

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 น้ำหนักสด (กรัม) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.19	0.31	0.50	0.33A
1	0.23	0.39	0.59	0.40B
2	0.24	0.43	0.68	0.45B
F-เฉลี่ย	0.22a	0.38b	0.59c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				14.5

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของคะน้าเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.11	0.18	0.29	0.19A
1	0.13	0.22	0.34	0.23B
2	0.14	0.24	0.39	0.26B
F-เฉลี่ย	0.13a	0.21b	0.34c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				14.1

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.2 คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

3.2.1 ความสูงของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความสูงของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ไม่ทำให้ความสูงของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความสูงของคะน้าสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความสูงของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 10

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อความสูงของคะน้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้ความสูงของคะน้าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มความสูงของคะน้ามากขึ้น

3.2.2 จำนวนใบของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้จำนวนใบของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้จำนวนใบของคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนใบของคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 60 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ให้จำนวนใบไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อจำนวนใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 11

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อจำนวนใบของคะน้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้จำนวนใบของคะน้าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 และ 60 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบของคะน้ามากขึ้น

3.2.3 ความกว้างของใบคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความกว้างของใบคะน้าแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้ความกว้างของใบคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบคะน้าสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 12

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อความกว้างของใบคะน้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้ความกว้างของใบคะน้าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 และ 60 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราฯ มีผลต่อการเพิ่มความกว้างของใบคะน้ามากขึ้น

3.2.4 น้ำหนักสดของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของคะน้าเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 13

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักสดของคะน้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักสดของคะน้าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดของคะน้าสูงสุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดของคะน้ามากขึ้น

3.2.5 น้ำหนักแห้งของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของคะน้าเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้งของคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 14

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักแห้งของคะน้า พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งของคะน้าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งของคะน้าสูงสุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของคะน้ามากขึ้น

ตารางที่ 10 ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	14	31	40	28A
1	22	34	43	33B
2	24	37	47	36B
F-เฉลี่ย	20a	34b	43c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				15.1

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 จำนวนใบ (ใบ) คะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6	7	8	7A
1	6	8	9	8AB
2	7	8	12	9B
F-เฉลี่ย	6a	7a	10b	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				14.5

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 12 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	5.8	14.0	18.0	12.6A
1	9.3	14.7	19.3	14.4AB
2	13.0	16.7	21.0	16.9B
F-เฉลี่ย	9.4a	15.1b	19.4c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				12.8

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 13 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	156a	1139c	2069e	1121A
1	488b	1408d	2667f	1521B
2	1101c	1623d	3541g	2088C
F-เฉลี่ย	582a	1390b	2759c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				8.1

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	26.7a	174.7d	294.7f	165.3A
1	85.3b	183.0d	375.9g	214.4B
2	146.3c	227.0e	579.0h	317.4C
F-เฉลี่ย	86.1a	194.9b	416.2c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				4.5

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.2.6 ธาตุอาหารในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ไนโตรเจน

1) ความเข้มข้นของไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในคะน้าลดต่ำลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 15

2) ปริมาณการสะสมไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในคะน้าเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใช้ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 15 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	4.62	4.08	3.48	4.06C
1	4.45	3.81	3.28	3.85B
2	4.17	3.72	3.10	3.66A
F-เฉลี่ย	4.41c	3.87b	3.29a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				3.6

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1.23a	7.12d	10.26f	6.21A
1	3.80b	6.98d	12.30g	7.69B
2	6.10c	8.43e	17.91h	10.81C
F-เฉลี่ย	3.71a	7.51b	13.49c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				5.2

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ข. ฟอสฟอรัส

1) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในคะน้าลดต่ำลงแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติแต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 17

2) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และการใส่ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 17 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.30	0.23	0.17	0.23B
1	0.30	0.21	0.12	0.21AB
2	0.27	0.19	0.11	0.19A
F-เฉลี่ย	0.29b	0.21ab	0.13a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				12.8

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 18 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.08a	0.40cd	0.49d	0.32A
1	0.25b	0.39c	0.47cd	0.37A
2	0.39c	0.42cd	0.64e	0.48B
F-เฉลี่ย	0.24a	0.40b	0.53c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				13.4

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ค. โพแทสเซียม

1) ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในคะน้าลดต่ำลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในคะน้าลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 19

2) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และการใส่ปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ ทำให้ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 19 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	5.48	4.85	3.34	4.56
1	5.17	4.56	2.96	4.23
2	4.99	4.53	2.70	4.07
F-เฉลี่ย	5.21c	4.65b	3.00a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				9.4

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 20 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1.46	8.48	9.84	6.59A
1	4.41	8.36	11.14	7.97A
2	7.30	10.28	15.70	11.09B
F-เฉลี่ย	4.39a	9.04b	12.22c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				17.9

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3.2.7 โลหะหนักในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ตะกั่ว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของตะกั่วในคะน้าไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของตะกั่วได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของตะกั่วต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของตะกั่วสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	**ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)**		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.930	0.360	0.165
1	0.795	0.285	0.060
2	0.555	0.225	<0.015

ข. แคดเมียม

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของแคดเมียมในคะน้าไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของแคดเมียมได้ไม่เกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของแคดเมียมสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.780	0.645	0.390
1	0.750	0.570	0.270
2	0.690	0.525	<0.015

ค. ปรอท

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของปรอทในคะน้าไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของปรอทได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของปรอทต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของปรอทสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.00085	0.00076	0.00040
1	0.00090	0.00051	0.00028
2	0.00084	0.00048	<0.00001

ง. สารหนู

จากการศึกษา พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของสารหนูในคะน้าไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60

กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของสารหนูต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของสารหนูสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.54	0.45	0.40
1	0.54	0.43	0.39
2	0.46	0.40	0.36

4. ผลของปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีต่อผักกาดหัว

4.1 ผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

4.1.1 ความสูงของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความสูงของผักกาดหัวแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้ความสูงของผักกาดหัวสูงขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความสูงของผักกาดหัวเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความสูงของผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 25

4.1.2 จำนวนใบของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ให้จำนวนใบของผักกาดหัวแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ให้จำนวนใบของผักกาดหัวแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 26

4.1.3 ความกว้างของใบผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัวแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 27

4.1.4 น้ำหนักสดของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของผักกาดหัวเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสดของผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 28

4.1.5 น้ำหนักแห้งของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหัวเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 25 ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6.8	8.1	9.8	8.2A
1	7.1	8.4	10.8	8.8AB
2	7.6	9.3	11.6	9.5B
F-เฉลี่ย	7.1a	8.6b	10.7c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				8.6

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 26 จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	4a	5b	6c	5A
1	4a	5b	6c	5A
2	5b	5b	8d	6B
F-เฉลี่ย	4a	5b	6c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				*
CV (%)				9.2

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 27 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1.9	2.6	3.3	2.6A
1	2.1	2.9	3.4	2.8AB
2	2.5	3.2	3.9	3.2B
F-เฉลี่ย	2.2a	2.9b	3.5c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				14.9

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 28 น้ำหนักสด (กรัม) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.26	0.39	0.52	0.39A
1	0.30	0.43	0.55	0.43B
2	0.35	0.47	0.59	0.47C
F-เฉลี่ย	0.30a	0.43b	0.55c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				1.7

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 29 น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักกาดหัวเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.19a	0.29d	0.39g	0.29A
1	0.23b	0.32e	0.41h	0.32B
2	0.26c	0.36f	0.43i	0.35C
F-เฉลี่ย	0.23a	0.32b	0.41c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				1.8

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.2 ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

4.2.1 ความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ให้ความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้ความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 30

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้ความสูงไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มความสูงของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.2.2 ความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 31

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้ความกว้างของใบไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความกว้างของใบมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มความกว้างของใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.2.3 จำนวนใบของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ให้จำนวนใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้จำนวนใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อจำนวนใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 32

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อจำนวนใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้จำนวนใบไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนใบมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.2.4 น้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 33

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักสดไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.2.5 น้ำหนักแห้งของผักกาด (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของ

การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 34

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

ตารางที่ 30 ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	22	28	31	27A
1	24	29	33	29AB
2	25	31	34	30B
F-เฉลี่ย	24a	29b	33c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				7.3

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 31 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6	8	10	8
1	7	9	11	9
2	8	9	11	9
F-เฉลี่ย	7a	9b	11c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				11.7

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 32 จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	13	15	18	15
1	13	16	18	16
2	14	17	20	17
F-เฉลี่ย	13a	16b	19c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				9.9

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 33 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	629	992	1376	999A
1	779	1248	1472	1166B
2	885	1301	1653	1280C
F-เฉลี่ย	764a	1180b	1500c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				7.2

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 34 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	42.4	62.2	77.0	60.5A
1	52.4	65.9	83.6	67.3B
2	56.6	71.1	92.1	73.3C
F-เฉลี่ย	50.5a	66.4b	84.2c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				6.0

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.3 หัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

4.3.1 ความยาวของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความยาวของหัวผักกาดเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความยาวของหัวผักกาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 35

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อความยาวของหัวผักกาด พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 และ 2 ตันต่อไร่ ให้ความยาวไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความยาวมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มความยาวของหัวผักกาด (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.3.2 น้ำหนักสดของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักสดของหัวผักกาดเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสดของหัวผักกาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 36

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักสดของหัวผักกาด พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักสดไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักสดของหัวผักกาด (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

4.3.3 น้ำหนักแห้งของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้น้ำหนักแห้งของหัวผักกาดเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้งของหัวผักกาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 37

การเปรียบเทียบผลของปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีต่อน้ำหนักแห้งของหัวผักกาด พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของหัวผักกาด (ส่วนเหนือดิน) มากขึ้น

ตารางที่ 35 ความยาว (เซนติเมตร) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	15a	22c	29d	22A
1	17ab	24c	34e	25B
2	19b	24c	42f	29C
F-เฉลี่ย	17a	23b	35c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				6.4

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 36 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1184a	1856c	3648f	2229A
1	1555b	2357d	4192g	2702B
2	1653b	3392e	5493h	3513C
F-เฉลี่ย	1464a	2535b	4444c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				**
CV (%)				2.3

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 37 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	49.0a	80.7b	143.3d	91.0A
1	66.7ab	91.0bc	164.3d	107.3B
2	73.0b	112.0c	211.3e	132.1C
F-เฉลี่ย	62.9a	94.6b	173.0c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				12.3

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.4 ธาตุอาหารในผักกาดหัว ที่ระยะเก็บเกี่ยว

4.4.1 ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ไนโตรเจน

1) ความเข้มข้นของไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 38

2) ปริมาณการสะสมไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 38 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	4.05	3.68	3.19	3.64B
1	3.87	3.54	3.00	3.47AB
2	3.83	3.39	2.89	3.37A
F-เฉลี่ย	3.91c	3.54b	3.03a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				5.6

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 39 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1.71	2.29	2.46	2.15A
1	2.03	2.34	2.51	2.29AB
2	2.16	2.41	2.66	2.41B
F-เฉลี่ย	1.97a	2.35b	2.55c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				8.7

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ข. ฟอสฟอรัส

1) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ย หมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และ การใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี กับการใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ และ การใส่ปุ๋ยเคมี 30 กิโลกรัมต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผักกาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 40

2) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 41

ตารางที่ 40 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.59	0.44	0.33	0.45B
1	0.47	0.40	0.27	0.38AB
2	0.45	0.35	0.22	0.34A
F-เฉลี่ย	0.50b	0.39ab	0.27a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				14.5

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 41 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.25	0.27	0.25	0.26
1	0.24	0.26	0.23	0.24
2	0.25	0.25	0.20	0.23
F-เฉลี่ย	0.25	0.26	0.23	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				ns
F-test (CxF)				ns
CV (%)				15.4

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ค. โพแทสเซียม

1) ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

จากการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 42

2) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 43

ตารางที่ 42 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6.76	5.41	4.32	5.50C
1	6.43	5.06	3.65	5.04B
2	5.99	4.64	3.25	4.63A
F-เฉลี่ย	6.39c	5.04b	3.74a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				8

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 43 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	2.87	3.37	3.33	3.19
1	3.36	3.33	3.04	3.24
2	3.09	3.31	3.00	3.23
F-เฉลี่ย	3.21	3.33	3.12	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				ns
F-test (CxF)				ns
CV (%)				9.3

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.4.2 หัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ไนโตรเจน

1) ความเข้มข้นของไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวผักกาดไม่แตกต่างของอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 44

2) ปริมาณการสะสมไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในหัวผักกาดเพิ่มสูงขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 45

ตารางที่ 44 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.60	0.47	0.34	0.47B
1	0.55	0.44	0.28	0.42AB
2	0.50	0.40	0.25	0.38A
F-เฉลี่ย	0.55c	0.44b	0.29a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				15.1

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 45 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	0.29	0.38	0.49	0.39
1	0.37	0.40	0.45	0.41
2	0.36	0.45	0.53	0.45
F-เฉลี่ย	0.34a	0.41b	0.49c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				16.5

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ข. ฟอสฟอรัส

1) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหัวผักกาดแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหัวผักกาดลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 46

2) ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 47

ตารางที่ 46 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	3.83	3.21	2.63	3.22B
1	3.43	3.28	2.24	2.99AB
2	3.39	3.09	1.91	2.80A
F-เฉลี่ย	3.55c	3.19b	2.26a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				**
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				7.8

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 47 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	1.64	2.59	3.83	2.68
1	2.29	2.98	3.71	2.99
2	2.46	3.46	4.03	3.32
F-เฉลี่ย	2.13a	3.01b	3.86c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				ns
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				18.2

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ค. โพแทสเซียม

1) ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวผักกาดลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 48

2) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม

จากการศึกษาพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักฯ 1 ตันต่อไร่กับการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีปริมาณการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อปริมาณการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 49

ตารางที่ 48 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	6.21	4.98	4.12	5.10B
1	5.83	4.80	3.81	4.81AB
2	5.52	4.51	3.36	4.46A
F-เฉลี่ย	5.85c	4.77b	3.76a	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				9.4

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 49 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)			C-เฉลี่ย
	0	30	60	
0	3.03	4.01	5.92	4.32A
1	3.88	4.36	6.28	4.84AB
2	4.00	5.06	7.13	5.40B
F-เฉลี่ย	3.64a	4.48b	6.44c	
F-test อัตราปุ๋ยหมัก (C)				*
F-test อัตราปุ๋ยเคมี (F)				**
F-test (CxF)				ns
CV (%)				15.0

หมายเหตุ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในสดมภ์เดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวเล็กที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิธี DMRT

ในแถวเดียวกันตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันจะมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.5 โลหะหนักในผักกาดหัวที่ระยะเก็บเกี่ยว

4.5.1 ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ตะกั่ว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของตะกั่วในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของตะกั่วได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของตะกั่วต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของตะกั่วสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 50

ตารางที่ 50 แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	**ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)**		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.862	0.735	0.375
1	0.840	0.645	0.255
2	0.780	0.487	<0.015

ข. แคดเมียม

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของแคดเมียมในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของแคดเมียมได้ไม่เกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของแคดเมียมสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 51

ตารางที่ 51 แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.810	0.427	0.270
1	0.510	0.345	0.270
2	0.480	0.292	0.240

ค. ปรอท

จากการศึกษา การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของปรอทในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของปรอทได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของปรอทต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของปรอทสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 52

ตารางที่ 52 แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.00018	<0.00001	<0.00001
1	<0.00001	<0.00001	<0.00001
2	<0.00001	<0.00001	<0.00001

ง. สารหนู

จากการศึกษา การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของสารหนูในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของสารหนูต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของสารหนูสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 53

ตารางที่ 53 แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	**ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)**		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.49	0.37	0.36
1	0.39	0.37	0.36
2	0.37	0.37	0.33

4.3.2 หัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ก. ตะกั่ว

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของตะกั่วในหัวผักกาด ไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของตะกั่วได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของตะกั่วต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของตะกั่วสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่. 54

ตารางที่ 54 แนวโน้มความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	0	30	60
0	0.975	0.870	0.675
1	0.937	0.712	0.592
2	0.817	0.705	0.435

ข. แคดเมียม

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของแคดเมียมในหัวผักกาดไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของแคดเมียมได้ไม่เกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของแคดเมียมสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 55

ตารางที่ 55 แนวโน้มความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)		
(ตัน/ไร่)	0	30	60
0	0.765	0.457	0.367
1	0.645	0.420	0.337
2	0.510	0.397	0.307

ค. ปรอท

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของปรอทในหัวผักกาดไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของปรอทได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60

กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของปรอทต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีความเข้มข้นของปรอทสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 56

ตารางที่ 56 แนวโน้มความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	**ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)**		
(ตัน/ไร่)	0	30	60
0	0.02710	0.00682	<0.00001
1	0.01347	0.00448	<0.00001
2	0.00840	0.00229	<0.00001

ง. สารหนู

จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของสารหนูในหัวผักกาดไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดให้มีความเข้มข้นของสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นของสารหนูต่ำที่สุด และในส่วนของการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมีมีความเข้มข้นของสารหนูสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 57

ตารางที่ 57 แนวโน้มความเข้มข้นของสารหนู (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ	**ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)**		
(ตัน/ไร่)	**0**	**30**	**60**
0	0.735	0.630	0.570
1	0.705	0.630	0.570
2	0.675	0.615	0.555

วิจารณ์

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่มีสภาพเป็นกรดรุนแรงเกินไป เนื่องจากดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชควรมี pH ในช่วง 5.5-7.0 (Sample and Kamprath, 1980) ดินมีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมาก ทำให้มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารน้อย เมื่อใส่ปุ๋ยหรือเพิ่มธาตุอาหารลงไปในดินจะถูกชะล้างออกจากดินได้ง่าย ดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำมากเนื่องจากมีปริมาณธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ แคลเซียม และแมกนีเซียมต่ำ กำมะถันปานกลาง เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีต่ำมาก (ชัยฤกษ์, 2536)

ปุ๋ยหมักฯ ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก โดยทั่วไปปุ๋ยหมักควรมีอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) นอกจากนี้ปุ๋ยหมักฯยังมีสภาพค่อนข้างเป็นกรดมากเกินไป ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมของปุ๋ยหมักควรอยู่ในช่วง 5.5-8.5 (Hernando *et al*., 1989; Maynard, 1995; Zhang *et al*., 2006) C/N ratio อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไม่เกิน 20 (Davidson *et al*., 1994) เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการใช้ดินผสมลงไปในปริมาณมาก ทำให้ปุ๋ยหมักฯ มีปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2544) และสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปุ๋ยหมักฯ ที่ใช้ในการทดลองจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ใช้ในการทดลอง ปุ๋ยหมักฯ ก็ยังมีปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารสูงกว่า

ในส่วนของการทดลอง พบว่า ทั้งการใส่ปุ๋ยหมักฯ และปุ๋ยเคมี มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าและผักกาดหัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากดินที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักฯ ซึ่งมีธาตุอาหารมากกว่าดินที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งมีธาตุอาหารอื่นๆ ครบถ้วน ทำให้การใส่ปุ๋ยหมักฯ มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าและผักกาดหัวดีขึ้น ในส่วนของปุ๋ยเคมีก็เช่นกัน เนื่องจากดินนี้มีธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมธาตุอาหารเหล่านี้มีผลทำให้คะน้าและผักกาดหัวมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีที่ชัดเจน สำหรับปฏิสัมพันธ์การใส่ปุ๋ยหมักฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมี เนื่องจากว่าการใส่ปุ๋ยหมักฯ โดยเฉพาะเมื่อใส่ในอัตราที่สูงขึ้นน่าจะส่งเสริมให้ดินมีสภาพที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มธาตุอาหารหลักก็ยิ่งจะทำให้พืชมีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีดีขึ้น

ในส่วนของความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช พบว่า พืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชสูง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้าและมีผลผลิตต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักฯ หรือปุ๋ยเคมี พืชมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการดูดกินธาตุอาหารทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชลดลง

สำหรับความเข้มข้นของโลหะหนัก พบว่า พืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีความเข้มข้นของโลหะหนักในพืชสูง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้าและผลผลิตต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักฯ หรือปุ๋ยเคมี พืชมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราการดูดกินโลหะหนักทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักในพืชลดลง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ผลของการใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของคะน้าและผักกาดหัว จากการศึกษาพบว่า

คะน้าที่อายุ 30 วัน การใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ทำให้ ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของคะน้าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ ทำให้ความกว้างของใบ ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของคะน้าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนจำนวนใบคะน้าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ทำให้จำนวนใบ ความกว้างของใบ ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของคะน้าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดของคะน้าสูงสุด

สำหรับผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน การใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ จะให้ ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของผักกาดหัวเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด

ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯในอัตราต่างๆ ให้ความสูงเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความกว้างของใบ และจำนวนใบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างของใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา

ต่างๆ ต่อ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างของใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) สูงสุด

หัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ให้ความยาวน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของหัวผักกาดเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อ ความยาว และน้ำหนักสด ของหัวผักกาดแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักฯ 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดของหัวผักกาดสูงสุด

2. ผลของการใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีต่อธาตุอาหารในคะน้าและผักกาดหัว จากการศึกษาพบว่า

คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในคะน้าลดต่ำลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในคะน้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่า การ การใส่ปุ๋ยหมักฯ ในอัตราต่างๆ มีความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียม ในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา

ต่างๆ ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในหัวผักกาดลดต่ำลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ของการใส่ปุ๋ยหมักฯร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในหัวผักกาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลของการใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมี ต่อโลหะหนักในคะน้าและผักกาดหัว จากการศึกษาพบว่า

คะน้า ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) และหัวผักกาด ที่ระยะเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักฯและปุ๋ยเคมีในอัตราสูงขึ้น มีความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม ปรอท และสารหนูลดลงตามอัตราการใส่ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น คะน้าและผักกาดหัว มีความเข้มข้นของโลหะหนักไม่เกินมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1 0.8 0.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการปรับใช้กับพืชชนิดอื่นเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาปุ๋ยหมักฯต่อไป

2. เนื่องจากปุ๋ยหมักฯที่นำมาใช้ในการทดลอง อาจจะมีการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช ดังนั้น การใช้ปุ๋ยหมักฯเพื่อการปรับปรุงดินควรมีการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษเหล่านี้ในพืชด้วย

3. เนื่องจากปุ๋ยหมักฯที่นำมาทดลอง มีการใช้ดินผสมลงไปในปริมาณมาก ทำให้ปุ๋ยหมักฯมีปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ควรมีการศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยหมักฯที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. **คำแนะนำมาตรฐานทางวิชาการของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยแร่ธรรมชาติ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. **เอกสารชุดดินในประเทศไทย.** กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

กิตตินันท์ ธีระวรรณวิไล. 2542. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปุ๋ยและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย.** ครั้งที่ 6. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เกษมศรี ซับซ้อน. 2541. **ปฐพีวิทยา.** ครั้งที่ 3. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร บางพูน กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เตือนใจ ศรีจันทร์. 2536. **ปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในน้ำที่ชะผ่านปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะของเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวีสิทธิ์ อิศรเดช. 2536. **ปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะของเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2547. **ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยหมักชีวภาพ.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529). 2550. **มาตรฐานที่มีสารปนเปื้อน.** สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. แหล่งที่มา: http://www.qmaker.com/fda/new/m images/cms/ top_upload/1143275203_ntf98-2529.pdf, 21 มกราคม 2551.

ประสิทธิ์ โนรี. 2529. **หลักการผลิตผักเบื้องต้น.** สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.

ปรีดี รักษา. 2534. **การปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิชิต สกุลพราหมณ์. 2535. **การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม.** มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

พัชรี หอวิจิตร. 2529. **การจัดการมูลฝอย.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ฝ่ายประมวลผลข้อมูล กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. **คะน้า.** ห้องสมุดความรู้การเกษตร พืชผัก สมุนไพร. แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/ kana/index.htm, 3 กันยายน 2550.

_____. 2550. **ผักกาดหัว.** ห้องสมุดความรู้การเกษตร พืชผัก สมุนไพร. แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/ kana/index.htm, 3 กันยายน 2550.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility).** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ.

_____. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สายธุรกิจโรงพิมพ์ บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). กรุงเทพฯ.

มูลนิธิชัยพัฒนา. ม.ป.ป.. **การทำปุ๋ยหมักจากขยะโดยการฝังกลบในกล่องคอนกรีต.** โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้มแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. **หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย.** ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

เรียมสงวน วรรณยะลา. 2544. **ประสิทธิภาพการหมักมูลฝอยเป็นปุ๋ยโดยวิธีเติมอากาศจากมูลฝอยเทศบาลเมืองเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ล้ำศักดิ์ ชวนิชย์. 2531. **เอกสารการสอนชุดวิชา อนามัยสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 8-15.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.

วรกาย อุสาห์. 2541. **ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วสันต์ กฤษฎารักษ์. 2537. **หลักการผลิตผัก.** พิมพ์ครั้งที่ 2. รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. **การปลูกผัก.** เกษตรสาส์น, กรุงเทพฯ.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2527. ปุ๋ยอินทรีย์กับดินและพืช. **ดินและปุ๋ย** 2527 (6): 155-166.

_____. 2540. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.** ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมภพ ฐิตะวสันต. 2537 . **หลักการผลิตผัก.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สถานีอุตุนิยมวิทยา. 2546. **รายงานสภาพอากาศจังหวัดจันทบุรี.** สถานีอุตุนิยทวิทยา, จังหวัดจันทบุรี.

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์. 2545. **การสะสมตะกั่วและแคดเมียมในพืชผัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุจินต์ เกตสา. 2530. **การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการหมักทำปุ๋ยด้วยการใช้สารตัวเร่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2543. **ผักปลอดสารพิษ.** ธารบัวแก้ว, กรุงเทพฯ.

สุนทร เรืองเกษม. 2539. **คู่มือการปลูกผัก.** ม.ป.พ., กรุงเทพฯ.

สำนักงานเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์. 2545. **ลักษณะพื้นที่ทั่วไปและรายงานปริมาณขยะมูลค่าในการกำจัดขยะ.** เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์. อำเภอเมือง, จันทบุรี.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, สุณี ปิยะพันธุ์พงศ์ม, นภวัส บัวสรวง และอิมราม หะยีบากา. 2541. **การจัดการมูลฝอยและสิ่งแวดล้อม.** ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

Chang, Y. and H. J. Hudson. 1967. The fungi of wheat straw compost. I. **Ecological Studies.** Trans. Brit. Mycol. Soc. 50(4): 649-666.

Davidson, H., R. Mecklenburg and C. Peterson. 1994. **Nursery Management: Administration and Culture**, third ed. Prentice Hall, Englewood CliVs,NJ.

Duggan, J.C. and C.C., Wiles. 1976. Effect of Municipal and Nitrogen Fertilizer on Selected Soils and Plants. **Compost Sci.** (17): 24-31.

Gotaas, H.B. 1956. **Composting. Dept. of Engineering.** Univ. of California, Berkeley.

Gray, K.R., K. Sherman and A.J. Biddlestone. 1971. **A Review of Compostingpart.** Process Biochem. 6: 32-36.

Hernando, S., M. Lobo and A. Polo. 1989. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of soil. **Sci. Total Environ.** 81/82: 589–596.

JICA. 1982. **The Bangkok Solid Waste Management Study in Thailand Draft final Report.** Bangkok. Thailand.

Lardinois, I., Klundert, A. van. D. 1993. **Organic Waste.** Amsterdam and Waste Consultants, Gouda.

Maynard, A.A.. 1995. Cumulative effect of annual additions of MSW compost on the yield of field grown tomato. **Comp. Sci. Util.** 3(2): 47-54.

Polprasert, C. 1996. **Organic Waste Recycling.** 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, New York.

Rabbani, K.R., R. Jindal, H. Kubata and L. Obeng. 1983. **Environmental Sanitation Reviews.** Report No. 10/11: 107.

Sample, F.E. and E.C. Kamprath. 1980. **The Role of Phosphorus Agriculture.** American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Scanlon,D.H.,C., Duggan and S.D., Bean. 1973. Evaluation of municipal compost for strip mine reclamation. **Compost Sci. (14): 4-8.**

Tengerdy. R.P. 1985. **Solid Substrate Fermentation.** Trends in Biotech. 3(4): 96-99.

Zhang, M., D. Heaney, B. Henriquez, E. Solberg and E. Bittner. 2006. A fouryear study on Influence of biosolids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. **Compost Sci. Util.** 14 (1): 68–80.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการเจริญเติบโตของคะน้าและผักกาดหัว

ตารางผนวกที่ ก1 ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	7.5	6.0	6.0
0	**30**	9.0	11.0	9.0
	60	11.0	11.3	11.0
	ค่าเฉลี่ย	**9.2**	**9.4**	**8.7**
	0	8.0	7.5	7.0
1	**30**	10.7	11.0	9.8
	60	11.2	12.0	14.0
	ค่าเฉลี่ย	**10.0**	**10.2**	**10.3**
	0	8.5	8.5	8.5
2	**30**	11.0	11.3	10.8
	60	11.7	12.2	14.2
	ค่าเฉลี่ย	**10.4**	**10.7**	**11.2**

ตารางผนวกที่ ก2 จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	3	3	3
0	**30**	4	4	3
	60	4	5	4
	ค่าเฉลี่ย	**4**	**4**	**3**
	0	3	3	3
1	**30**	4	4	4
	60	4	5	5
	ค่าเฉลี่ย	**4**	**4**	**4**
	0	3	4	3
2	**30**	4	4	4
	60	5	5	5
	ค่าเฉลี่ย	**4**	**4**	**4**

ตารางผนวกที่ ก3 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	2.5	2.5	2.3
0	**30**	3.3	4.0	3.3
	60	4.0	4.7	4.5
	ค่าเฉลี่ย	**3.3**	**3.7**	**3.4**
	0	3.0	3.2	2.7
1	**30**	4.0	4.0	3.6
	60	4.2	5.0	5.0
	ค่าเฉลี่ย	**3.7**	**4.1**	**3.8**
	0	3.0	3.6	3.0
2	**30**	4.0	4.3	4.0
	60	4.7	5.7	5.0
	ค่าเฉลี่ย	**3.9**	**4.5**	**4**

ตารางผนวกที่ ก4 น้ำหนักสด (กรัม) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.17	0.24	0.16
0	**30**	0.28	0.32	0.34
	60	0.45	0.52	0.52
	ค่าเฉลี่ย	**0.30**	**0.36**	**0.34**
	0	0.26	0.26	0.16
1	**30**	0.34	0.48	0.34
	60	0.63	0.54	0.61
	ค่าเฉลี่ย	**0.41**	**0.43**	**0.37**
	0	0.28	0.26	0.18
2	**30**	0.42	0.49	0.38
	60	0.68	0.60	0.77
	ค่าเฉลี่ย	**0.46**	**0.45**	**0.44**

ตารางผนวกที่ ก5 น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของคะน้าที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.10	0.14	0.10
0	**30**	0.16	0.18	0.19
	60	0.26	0.30	0.30
	ค่าเฉลี่ย	**0.17**	**0.21**	**0.20**
	0	0.15	0.15	0.1
1	**30**	0.20	0.27	0.19
	60	0.36	0.31	0.35
	ค่าเฉลี่ย	**0.24**	**0.2**	**0.21**
	0	0.16	0.15	0.11
2	**30**	0.24	0.28	0.21
	60	0.39	0.34	0.44
	ค่าเฉลี่ย	**0.26**	**0.26**	**0.25**

ตารางผนวกที่ ก6 ความสูง (เซนติเมตร) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	12	20	11
0	**30**	30	31	31
	60	38	44	37
	ค่าเฉลี่ย	**27**	**32**	**26**
	0	27	21	17
1	**30**	32	39	32
	60	38	50	42
	ค่าเฉลี่ย	**32**	**37**	**30**
	0	30	25	18
2	**30**	36	41	34
	60	41	55	46
	ค่าเฉลี่ย	**36**	**40**	**33**

ตารางผนวกที่ ก7 จำนวนใบ (ใบ) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	6	6	6
0	**30**	7	7	7
	60	8	10	7
	ค่าเฉลี่ย	**7**	**8**	**7**
	0	6	6	6
1	**30**	8	8	7
	60	9	11	8
	ค่าเฉลี่ย	**8**	**8**	**7**
	0	7	7	7
2	**30**	8	8	7
	60	12	14	9
	ค่าเฉลี่ย	**9**	**10**	**8**

ตารางผนวกที่ ก8 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) คะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	4.0	7.5	6.0
0	**30**	16.0	13.0	13.0
	60	17.0	19.0	18.0
	ค่าเฉลี่ย	**12.0**	**13.2**	**12.3**
	0	11.0	9.0	8.0
1	**30**	16.0	13.0	15.0
	60	18.0	21.0	19.0
	ค่าเฉลี่ย	**15**	**14.3**	**14.0**
	0	15.0	11.0	13.0
2	**30**	17.0	17.0	16.0
	60	18.0	25.0	20.0
	ค่าเฉลี่ย	**16.7**	**17.7**	**16.3**

ตารางผนวกที่ ก9 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	128	192	147
0	**30**	1203	1120	1094
	60	2240	1984	1984
	ค่าเฉลี่ย	**1190**	**1099**	**1075**
	0	518	461	486
1	**30**	1344	1408	1472
	60	2496	2880	2624
	ค่าเฉลี่ย	**1453**	**1583**	**1527**
	0	1152	1062	1088
2	**30**	1664	1414	1792
	60	3584	3712	3328
	ค่าเฉลี่ย	**2133**	**2063**	**2069**

ตารางผนวกที่ ก10 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	25	29	26
0	**30**	172	179	173
	60	293	296	295
	ค่าเฉลี่ย	**163**	**168**	**165**
	0	89	81	86
1	**30**	176	188	185
	60	365	397	363
	ค่าเฉลี่ย	**210**	**222**	**211**
	0	150	146	143
2	**30**	238	228	215
	60	555	589	593
	ค่าเฉลี่ย	**314**	**321**	**317**

ตารางผนวกที่ ก11 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	4.75	4.42	4.70
0	**30**	4.05	4.18	4.00
	60	3.63	3.63	3.19
	ค่าเฉลี่ย	**4.14**	**4.08**	**3.96**
	0	4.53	4.31	4.51
1	**30**	3.72	3.85	3.87
	60	3.43	3.26	3.15
	ค่าเฉลี่ย	**3.89**	**3.81**	**3.84**
	0	4.18	4.13	4.20
2	**30**	3.63	3.78	3.74
	60	3.26	3.06	2.97
	ค่าเฉลี่ย	**3.69**	**3.66**	**3.64**

ตารางผนวกที่ ก12 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	1.19	1.28	1.22
0	**30**	6.97	7.48	6.92
	60	10.64	10.74	9.41
	ค่าเฉลี่ย	**6.27**	**6.50**	**5.75**
	0	4.03	3.49	3.88
1	**30**	6.55	7.24	7.16
	60	12.52	12.94	11.43
	ค่าเฉลี่ย	**7.70**	**7.89**	**7.49**
	0	6.27	6.03	6.01
2	**30**	8.64	8.62	8.04
	60	18.09	18.02	17.61
	ค่าเฉลี่ย	**11.00**	**10.89**	**10.55**

ตารางผนวกที่ ก13 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.25	0.33	0.32
0	**30**	0.24	0.23	0.22
	60	0.19	0.15	0.16
	ค่าเฉลี่ย	**0.23**	**0.24**	**0.23**
	0	0.25	0.32	0.32
1	**30**	0.22	0.22	0.20
	60	0.11	0.14	0.12
	ค่าเฉลี่ย	**0.19**	**0.23**	**0.21**
	0	0.24	0.25	0.31
2	**30**	0.20	0.16	0.20
	60	0.10	0.12	0.11
	ค่าเฉลี่ย	**0.18**	**0.18**	**0.21**

ตารางผนวกที่ ก14 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.06	0.10	0.08
0	**30**	0.41	0.41	0.38
	60	0.56	0.44	0.47
	ค่าเฉลี่ย	**0.34**	**0.32**	**0.31**
	0	0.22	0.26	0.27
1	**30**	0.39	0.41	0.37
	60	0.40	0.56	0.44
	ค่าเฉลี่ย	**0.34**	**0.41**	**0.36**
	0	0.36	0.36	0.44
2	**30**	0.48	0.36	0.43
	60	0.55	0.71	0.65
	ค่าเฉลี่ย	**0.46**	**0.48**	**0.51**

ตารางผนวกที่ ก15 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	5.43	5.51	5.50
0	**30**	4.64	5.15	4.76
	60	2.58	4.21	3.22
	ค่าเฉลี่ย	**4.23**	**4.96**	**4.49**
	0	5.02	5.28	5.22
1	**30**	4.50	5.03	4.16
	60	2.57	3.30	3.01
	ค่าเฉลี่ย	**4.03**	**4.54**	**4.13**
	0	4.84	5.15	4.98
2	**30**	4.29	4.93	4.37
	60	2.30	3.20	2.61
	ค่าเฉลี่ย	**3.81**	**4.43**	**3.99**

ตารางผนวกที่ ก16 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	1.36	1.60	1.43
0	**30**	7.98	9.22	8.23
	60	7.56	12.46	9.50
	ค่าเฉลี่ย	**5.63**	**7.76**	**6.39**
	0	4.47	4.28	4.49
1	**30**	7.92	9.46	7.70
	60	9.38	13.10	10.93
	ค่าเฉลี่ย	**7.26**	**8.95**	**7.71**
	0	7.26	7.52	7.12
2	**30**	10.21	11.24	9.39
	60	12.76	18.85	15.48
	ค่าเฉลี่ย	**10.08**	**12.54**	**10.66**

ตารางผนวกที่ ก17 ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	7.8	5.5	7.0
0	**30**	9.0	7.7	7.5
	60	10.0	9.7	9.7
	ค่าเฉลี่ย	**89**	**7.6**	**8.1**
	0	8.3	6.0	7.0
1	**30**	9.0	8.2	8.0
	60	11.5	11.0	10.0
	ค่าเฉลี่ย	**9.6**	**8.4**	**8.3**
	0	8.5	7.0	7.2
2	**30**	9.5	9.5	9.0
	60	12.0	11.3	11.4
	ค่าเฉลี่ย	**10**	**9.3**	**9.2**

ตารางผนวกที่ ก18 จำนวนใบ (ใบ) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	4	4	3
0	**30**	5	5	4
	60	6	6	5
	ค่าเฉลี่ย	**5**	**5**	**4**
	0	4	4	4
1	**30**	5	5	4
	60	6	6	5
	ค่าเฉลี่ย	**5**	**5**	**4**
	0	5	5	4
2	**30**	5	5	5
	60	7	8	8
	ค่าเฉลี่ย	**6**	**6**	**6**

ตารางผนวกที่ ก19 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	2.5	1.5	1.7
0	**30**	3.1	2.0	2.7
	60	3.7	3.3	3.0
	ค่าเฉลี่ย	**3.1**	**2.3**	**1.7**
	0	2.7	1.8	1.7
1	**30**	3.2	2.5	3.0
	60	3.8	3.4	3.0
	ค่าเฉลี่ย	**3.2**	**2.6**	**2.6**
	0	2.8	2.0	2.7
2	**30**	3.5	3.0	3.0
	60	4.0	4.0	3.6
	ค่าเฉลี่ย	**3.4**	**3**	**3.1**

ตารางผนวกที่ ก20 น้ำหนักสด (กรัม) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.25	0.26	0.26
0	**30**	0.39	0.38	0.39
	60	0.52	0.51	0.52
	ค่าเฉลี่ย	**0.39**	**0.38**	**0.39**
	0	0.30	0.29	0.31
1	**30**	0.42	0.43	0.44
	60	0.55	0.56	0.55
	ค่าเฉลี่ย	**0.42**	**0.43**	**0.43**
	0	0.35	0.34	0.35
2	**30**	0.47	0.46	0.48
	60	0.58	0.59	0.59
	ค่าเฉลี่ย	**0.47**	**0.46**	**0.47**

ตารางผนวกที่ ก21 น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของผักกาดหัวที่อายุ 30 วัน

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.19	0.19	0.20
0	**30**	0.29	0.28	0.29
	60	0.39	0.38	0.39
	ค่าเฉลี่ย	**0.29**	**0.28**	**0.29**
	0	0.23	0.22	0.23
1	**30**	0.32	0.32	0.33
	60	0.41	0.42	0.41
	ค่าเฉลี่ย	**0.32**	**0.32**	**0.32**
	0	0.26	0.25	0.26
2	**30**	0.35	0.36	0.36
	60	0.43	0.43	0.42
	ค่าเฉลี่ย	**0.31**	**0.35**	**0.35**

ตารางผนวกที่ ก22 ความสูง (เซนติเมตร) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	22	23	22
0	**30**	26	31	26
	60	32	32	30
	ค่าเฉลี่ย	**27**	**29**	**26**
	0	24	26	22
1	**30**	28	32	28
	60	33	34	31
	ค่าเฉลี่ย	**28**	**31**	**27**
	0	25	29	22
2	**30**	30	32	30
	60	36	34	32
	ค่าเฉลี่ย	**30**	**32**	**28**

ตารางผนวกที่ ก23 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	7	6	6
0	**30**	8	9	7
	60	9	12	9
	ค่าเฉลี่ย	**8**	**9**	**7**
	0	7	7	6
1	**30**	9	10	8
	60	10	12	10
	ค่าเฉลี่ย	**9**	**10**	**8**
	0	8	8	7
2	**30**	9	10	8
	60	11	12	10
	ค่าเฉลี่ย	**9**	**10**	**8**

ตารางผนวกที่ ก24 จำนวนของใบ (ใบ) ผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	13	13	12
0	**30**	14	15	15
	60	19	16	19
	ค่าเฉลี่ย	**15**	**15**	**15**
	0	13	14	13
1	**30**	16	15	16
	60	19	16	20
	ค่าเฉลี่ย	**16**	**15**	**16**
	0	14	14	15
2	**30**	19	15	16
	60	20	17	23
	ค่าเฉลี่ย	**18**	**15**	**18**

ตารางผนวกที่ ก25 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	640	544	704
0	**30**	1024	992	960
	60	1440	1344	1344
	ค่าเฉลี่ย	**1035**	**960**	**1003**
	0	736	864	736
1	**30**	1312	1344	1088
	60	1536	1408	1472
	ค่าเฉลี่ย	**1195**	**1205**	**1099**
	0	928	896	832
2	**30**	1408	1344	1152
	60	1696	1664	1600
	ค่าเฉลี่ย	**1344**	**1301**	**1195**

ตารางผนวกที่ ก26 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	43.7	37.5	45.9
0	**30**	63.2	60.0	63.5
	60	76.3	72.9	81.7
	ค่าเฉลี่ย	**61.1**	**56.8**	**63.7**
	0	50.7	51.9	54.5
1	**30**	63.3	65.6	68.7
	60	82.6	76.3	92.0
	ค่าเฉลี่ย	**65.5**	**64.6**	**71.7**
	0	60.2	54.0	55.7
2	**30**	71.7	72.0	69.7
	60	90.7	88.5	97.0
	ค่าเฉลี่ย	**74.2**	**71.5**	**74.1**

ตารางผนวกที่ ก27 ความยาว (เซนติเมตร) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	15	15	15
0	**30**	21	22	22
	60	28	26	32
	ค่าเฉลี่ย	**21**	**21**	**23**
	0	16	17	17
1	**30**	23	25	24
	60	36	34	32
	ค่าเฉลี่ย	**25**	**25**	**25**
	0	20	19	19
2	**30**	23	25	25
	60	40	45	42
	ค่าเฉลี่ย	**28**	**30**	**29**

ตารางผนวกที่ ก28 น้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	1184	1152	1216
0	**30**	1856	1952	1760
	60	3584	3712	3648
	ค่าเฉลี่ย	**2208**	**2272**	**2208**
	0	1536	1568	1562
1	**30**	2400	2304	2368
	60	4224	4192	4160
	ค่าเฉลี่ย	**2720**	**2688**	**2697**
	0	1664	1664	1632
2	**30**	3488	3264	3424
	60	5568	5440	5472
	ค่าเฉลี่ย	**3573**	**3456**	**3509**

ตารางผนวกที่ ก29 น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	47	52	48
0	**30**	71	84	87
	60	137	122	171
	ค่าเฉลี่ย	**85**	**86**	**102**
	0	64	65	71
1	**30**	89	90	94
	60	170	146	177
	ค่าเฉลี่ย	**108**	**100**	**114**
	0	65	73	81
2	**30**	110	118	108
	60	184	226	224
	ค่าเฉลี่ย	**120**	**139**	**138**

ตารางผนวกที่ ก30 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	3.83	4.26	4.05
0	**30**	3.48	3.70	3.87
	60	3.26	3.13	3.19
	ค่าเฉลี่ย	**3.52**	**3.70**	**3.70**
	0	3.59	4.05	3.96
1	**30**	3.43	3.61	3.59
	60	3.17	2.76	3.06
	ค่าเฉลี่ย	**3.40**	**3.47**	**3.54**
	0	3.56	3.98	3.94
2	**30**	3.30	3.52	3.35
	60	3.17	2.62	2.89
	ค่าเฉลี่ย	**3.34**	**3.37**	**3.39**

ตารางผนวกที่ ก31 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	1.67	1.60	1.86
0	**30**	2.20	2.22	2.46
	60	2.49	2.28	2.61
	ค่าเฉลี่ย	**2.12**	**2.03**	**2.31**
	0	1.82	2.10	2.16
1	**30**	2.17	2.37	2.47
	60	2.62	2.11	2.81
	ค่าเฉลี่ย	**2.20**	**2.19**	**2.48**
	0	2.14	2.15	2.19
2	**30**	2.37	2.53	2.33
	60	2.87	2.32	2.80
	ค่าเฉลี่ย	**2.46**	**2.33**	**2.44**

ตารางผนวกที่ ก32 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.55	0.53	0.69
0	**30**	0.42	0.51	0.38
	60	0.29	0.40	0.29
	ค่าเฉลี่ย	**0.42**	**0.48**	**0.45**
	0	0.48	0.51	0.41
1	**30**	0.41	0.42	0.36
	60	0.25	0.27	0.28
	ค่าเฉลี่ย	**0.38**	**0.40**	**0.35**
	0	0.46	0.51	0.38
2	**30**	0.38	0.38	0.29
	60	0.21	0.18	0.26
	ค่าเฉลี่ย	**0.35**	**0.35**	**0.31**

ตารางผนวกที่ ก33 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.24	0.20	0.32
0	**30**	0.26	0.31	0.24
	60	0.22	0.29	0.24
	ค่าเฉลี่ย	**0.24**	**0.27**	**0.27**
	0	0.24	0.26	0.22
1	**30**	0.26	0.27	0.25
	60	0.21	0.21	0.26
	ค่าเฉลี่ย	**0.24**	**0.25**	**0.24**
	0	0.28	0.27	0.21
2	**30**	0.27	0.27	0.20
	60	0.19	0.16	0.25
	ค่าเฉลี่ย	**0.25**	**0.23**	**0.22**

ตารางผนวกที่ ก34 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	7.64	6.24	6.39
0	**30**	5.55	5.35	5.34
	60	4.04	4.28	4.65
	ค่าเฉลี่ย	**5.74**	**5.29**	**5.46**
	0	7.25	5.81	6.22
1	**30**	5.40	5.03	4.74
	60	3.65	3.72	3.57
	ค่าเฉลี่ย	**5.43**	**4.85**	**4.84**
	0	6.15	5.78	6.04
2	**30**	4.64	4.59	4.70
	60	2.98	3.31	3.46
	ค่าเฉลี่ย	**4.59**	**4.56**	**4.73**

ตารางผนวกที่ ก35 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในผักกาดหัว (ส่วนเหนือดิน) ที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	3.34	2.34	2.93
0	**30**	3.51	3.21	3.39
	60	3.08	3.12	3.80
	ค่าเฉลี่ย	**3.31**	**2.89**	**3.37**
	0	3.68	3.01	3.39
1	**30**	3.42	3.30	3.26
	60	3.01	2.84	3.28
	ค่าเฉลี่ย	**3.37**	**3.05**	**3.31**
	0	3.70	3.12	3.36
2	**30**	3.33	3.31	3.28
	60	2.70	2.93	3.36
	ค่าเฉลี่ย	**3.24**	**3.12**	**3.33**

ตารางผนวกที่ ก36 ความเข้มข้นของไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.63	0.59	0.57
0	**30**	0.53	0.51	0.37
	60	0.30	0.40	0.33
	ค่าเฉลี่ย	**0.49**	**0.50**	**0.42**
	0	0.59	0.57	0.49
1	**30**	0.51	0.44	0.36
	60	0.25	0.33	0.26
	ค่าเฉลี่ย	**0.45**	**0.45**	**0.37**
	0	0.57	0.55	0.38
2	**30**	0.42	0.44	0.34
	60	0.20	0.29	0.25
	ค่าเฉลี่ย	**0.40**	**0.43**	**0.32**

ตารางผนวกที่ ก37 ปริมาณการสะสมไนโตรเจน (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	0.30	0.31	0.27
0	**30**	0.38	0.43	0.32
	60	0.41	0.49	0.56
	ค่าเฉลี่ย	**0.36**	**0.41**	**0.38**
	0	0.38	0.37	0.35
1	**30**	0.45	0.40	0.34
	60	0.42	0.48	0.46
	ค่าเฉลี่ย	**0.42**	**0.42**	**0.38**
	0	0.37	0.40	0.31
2	**30**	0.46	0.52	0.37
	60	0.37	0.65	0.56
	ค่าเฉลี่ย	**0.40**	**0.52**	**0.41**

ตารางผนวกที่ ก38 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	4.07	3.94	3.48
0	**30**	3.25	3.32	3.06
	60	2.54	2.36	3.00
	ค่าเฉลี่ย	**3.29**	**3.21**	**3.18**
	0	3.63	3.35	3.32
1	**30**	3.54	3.28	3.02
	60	2.47	1.92	2.34
	ค่าเฉลี่ย	**3.21**	**2.85**	**2.89**
	0	3.61	3.32	3.24
2	**30**	3.15	3.13	3.00
	60	1.95	1.68	2.10
	ค่าเฉลี่ย	**2.90**	**2.71**	**2.78**

ตารางผนวกที่ ก39 ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	1.91	2.05	1.67
0	**30**	2.31	2.79	2.66
	60	3.48	2.88	5.13
	ค่าเฉลี่ย	**2.57**	**2.57**	**3.15**
	0	2.32	2.18	2.36
1	**30**	3.15	2.95	2.84
	60	4.20	2.80	4.14
	ค่าเฉลี่ย	**3.22**	**2.64**	**3.11**
	0	2.35	2.42	2.62
2	**30**	3.46	3.69	3.24
	60	3.59	3.80	4.70
	ค่าเฉลี่ย	**3.13**	**3.30**	**3.52**

ตารางผนวกที่ ก40 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	6.25	5.31	7.08
0	**30**	5.10	5.04	4.81
	60	3.83	4.22	4.30
	ค่าเฉลี่ย	**5.06**	**4.86**	**5.40**
	0	6.33	5.25	5.90
1	**30**	4.98	5.02	4.41
	60	3.76	3.58	4.08
	ค่าเฉลี่ย	**5.02**	**4.62**	**4.80**
	0	6.21	5.23	5.12
2	**30**	4.48	4.66	4.39
	60	3.13	3.25	3.70
	ค่าเฉลี่ย	**4.61**	**4.38**	**4.40**

ตารางผนวกที่ ก41 ปริมาณการสะสมโพแทสเซียม (กิโลกรัม/ไร่) ในหัวผักกาดที่ระยะเก็บเกี่ยว

ปุ๋ยหมักฯ (ตัน/ไร่)	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัม/ไร่)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
	0	2.94	2.76	3.40
0	**30**	3.62	4.23	4.18
	60	5.25	5.15	7.35
	ค่าเฉลี่ย	**3.94**	**4.05**	**4.98**
	0	4.05	3.41	4.19
1	**30**	4.43	4.52	4.14
	60	6.39	5.23	7.22
	ค่าเฉลี่ย	**4.96**	**4.39**	**5.18**
	0	4.04	3.82	4.15
2	**30**	4.93	5.50	4.74
	60	5.76	7.34	8.29
	ค่าเฉลี่ย	**4.91**	**5.55**	**5.73**

ภาคผนวก ข

มาตรฐานต่างๆ

ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณธาตุอาหารที่พบในดินและพืชโดยทั่วไป

ชนิดธาตุอาหาร	ปริมาธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง)	
	ในดิน	ในพืช
มหาธาตุ :		
ไนโตรเจน (N)	0.03-0.3	0.5-5.0
ฟอสฟอรัส (P)	0.01-0.1	0.1-0.5
โพแทสเซียม (K)	0.2-3.0	0.5-5.0
แคลเซียม (Ca)	0.2-1.5	0.05-5.0
แมกนีเซียม (Mg)	0.1-1.0	0.1-1.0
กำมะถัน (S)	0.01-0.1	0.05-0.5
จุลธาตุ :		
เหล็ก (Fe)	0.5-4.0	0.005-0.1
แมงกานีส (Mn)	0.02-0.4	0.002-0.02
สังกะสี (Zn)	0.01-0.03	0.001-0.01
ทองแดง (Cu)	0.0005-0.01	0.0002-0.002
โบรอน (B)	0.005-0.01	0.0002-0.01
โมลิบดินัม (Mo)	0.00005-0.0005	0.00002-0.001
คลอรีน (Cl)	0.005-0.1	0.02-1.0

ที่มา: ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ (2536)

ตารางผนวกที่ ข2 ระดับของธาตุที่ถือว่าเป็นค่าปกติที่พบได้ในดินและพืชทั่วๆไป และค่าวิกฤตในดินที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชและคน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

ธาตุ	ความเข้มข้นในระดับปกติ		ค่าวิกฤตในดิน	ค่าที่เริ่มอาการเป็นพิษต่อพืช	เป็นพิษต่อ
	ดิน	พืช			
สารหนู	0.1-50	0.1-5	20-40	15-50	คน พืช
แคดเมียม	0.1-2	0.2-0.8	1-3	3.5	คน
ทองแดง	2-100	4-15	-	60-100	-
ตะกั่ว	0.1-30	0.1-10	70-300	100-400	คน สัตว์
ปรอท	0.1-1	n.a.	2	2-5	คน
แมงกานีส	100-4000	15-100	-	-	-
นิเกิล	2.50	1	50-100	100	พืช คน
สังกะสี	3-50	15-200	300-500	250-400	พืช

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

ตารางผนวกที่ ข3 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 1.2 x 12.5
ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร
	ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ต้องไม่มี
ปริมาณอินทรียวัตถุ	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไม่เกิน 20 : 1
ค่าการนำไฟฟ้า	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร
ปริมาณธาตุอาหารหลัก	
ไนโตรเจน (Total N)	ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5)	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
โพแทสเซียม (Total K_2O)	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
สารหนู	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
แคดเมียม	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
โครเมียม	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ทองแดง	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ตะกั่ว	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ปรอท	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2544) :สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548)

ตารางผนวกที่ ข4 ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในอาหารและยอมให้บริโภคได้

ชนิดของโลหะหนัก	มาตรฐานที่กำหนด
ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
สารหนู (As)	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ที่มา: ค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวภัทรศยา แก้วมณี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	12 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	กำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ