วิทยานิพนธ์

ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบล
พลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
คะน้าและผักกาดหอม

EFFECTS OF PLUBPLANARAI MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOST FROM CHANTHABURI PROVINCE ON GROWTH DEVELOPMENT AND YIELD OF CHINESE KALE (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) AND LETTUCE (*Lactuca sativa* L.)

นางสาวธัญพรรณพร พัฒนเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า และผักกาดหอม

Effects of Plubplanarai Municipal Solid Waste Compost from Chanthaburi Province on Growth Development and Yield of Chinese Kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) and Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

นามผู้วิจัย นางสาวธัญพรรณพร พัฒนเจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....

(รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา ....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า และผักกาดหอม

Effects of Plubplanarai Municipal Solid Waste Compost from Chanthaburi Province on Growth Development and Yield of Chinese Kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) and Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

โดย

นางสาวธัญพรรณพร พัฒนเจริญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2551

ธัญพรรณพร พัฒนเจริญ 2551: ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า และผักกาดหอม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D. 173 หน้า

ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ด้วยเทคโนโลยีกล่องคอนกรีต ถูกนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนัก เพื่อนำมาใช้ลดหรือทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม พบว่า มีไนโตรเจน 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีจุลธาตุสูง (สังกะสี 109.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 925.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 104,613.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีตะกั่ว (2.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำกว่ามาตรฐาน เมื่อนำปุ๋ยหมักดังกล่าวมาใช้ 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตของผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) (55.03 กรัมต่อต้น) มีค่าใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (56.65 กรัมต่อต้น) แต่เมื่อนำปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดนี้มาใช้ร่วมกันในระดับต่างๆ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด กล่าวคือ มีความสูง 47.07 เซนติเมตร จำนวนใบ 9.2 ใบต่อต้น พื้นที่ใบ 35.02 ตารางเซนติเมตรต่อใบ น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) 86.48 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) 8.975 กรัมต่อต้น รวมทั้งทำให้มีการสะสมธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี แมงกานีส และเหล็ก สูงสุดเช่นกัน ส่วนในการปลูกผักกาดหอม พบว่า หากใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ จะทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 42 วัน) มีผลผลิต (45.75 กรัมต่อต้น) ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (46.08 กรัมต่อต้น) แต่เมื่อนำปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดนี้มาใช้ร่วมกันในระดับต่างๆ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด กล่าวคือ มีความสูง 24.26 เซนติเมตร จำนวนใบ 13.5 ใบต่อต้น พื้นที่ใบ 9.97 ตารางเซนติเมตรต่อใบ น้ำหนักสด 78.47 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง 4.157 กรัมต่อต้น และทำให้ผักกาดหอมมีการสะสมธาตุอาหารสูงสุด อีกทั้งยังมีความเข้มข้นของตะกั่ว (5.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำสุดด้วย จึงกล่าวได้ว่าปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ที่นำมาใช้ทดลองนี้ สามารถนำมาใช้ปลูกผักกินใบได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง

________________ ____________________________ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Thunyapunporn Pattanachareon 2008: Effects of Plubplanarai Municipal Solid Waste Compost from Chanthaburi Province on Growth Development and Yield of Chinese Kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) and Lettuce (*Lactuca sativa* L.). Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Associate Professor Sombun Techapinyawat, Ph.D. 173 pages.

The municipal solid waste compost of vegetables and fruits residual from Plubplanarai, Chanthaburi province, were fermented using concrete block technology. This compost contained 0.44%nitrogen, 0.60%phosphorus, 0.14%potassium and high levels of micronutrients (i.e., 109.50 mg/kg zinc, 925.50 mg/kg manganese and 104,613.50 mg/kg iron), but only low level of heavy metal (2.05 mg/kg lead). The compost was tested for its potential used as fertilizer on Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). It is interesting to find that applying this waste compost at 6 tons/rai gave similar yield of Chinese kale at harvest (50 days) (55.03 g/plant) as compared to using 50 kg/rai of chemical fertilizer (56.65 g/plant). Using the combination formula of 9 tons/rai compost with 100 kg/rai chemical fertilizer gave the best growth and yield of Chinese kale, i.e., 47.07 cm in height, 9.2 leaves/plant, 35.02 cm^2 of leaf areas, 86.48 g/plant of fresh weight and 8.975 g/plant in dry weight. The essential elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, zinc, manganese and iron were also found at highest level. For the lettuce, application of this waste compost at 3 tons/rai gave similar yield of lettuce at harvest (42 days) (45.75 g/plant) as compared to using 25 kg/rai of chemical fertilizer (46.08 g/plant). Upon using the combination formula of 9 tons/rai compost with 50 kg/rai chemical fertilizer the best growth and yield of lettuce were achieved giving 24.26 cm in height, 13.5 leaves/plant, 9.97 cm^2 of leaf areas, 78.47 g/plant of fresh weight and 4.157 g/plant in dry weight. The essential elements were also found at highest level but the lowest content of lead (5.35 mg/kg). Our results indicated the feasible use of this compost as a potential fertilizer for vegetables growth.

____________________ ____________________ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนคำปรึกษาต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์อัมรา ทองปาน ที่ช่วยแก้ไขบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และนักวิชาการสิ่งแวดล้อม ประจำวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่านที่มีส่วนร่วม และให้การสนับสนุน พร้อมทั้งคำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆ ขอขอบคุณ คุณผ่องศรี อินทรานนท์ เจ้าของแปลงผักที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและดูแลจนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังและให้ความช่วยเหลือเสมอมา และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ธัญพรรณพร พัฒนเจริญ
สิงหาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	155
สรุป	155
ข้อเสนอแนะ	157
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	158
ภาคผนวก	168
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	173

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าผลผลิตของคะน้าในปี พ.ศ. 2544 – 2548	17
2	ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 30 วันที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	31
3	ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 40 วันที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	32
4	ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 50 วันที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	33
5	จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	38
6	จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	39
7	จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	40
8	พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	42
9	พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	44
11	น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	46
12	น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	47
13	น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	48
14	น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	50
15	น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	51
16	น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	52
17	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	54
18	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่		หน้า
19	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	64
20	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	66
21	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	67
22	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	69
23	ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	70
24	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	78
25	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	79
26	ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	81
27	ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	84
29	ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	85
30	ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	88
31	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	89
32	ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	97
33	ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	98
34	ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	99
35	จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	104
36	จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

37 จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 106

38 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 108

39 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 109

40 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 110

41 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 112

42 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 113

43 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 114

44 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 116

45 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ 117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่		หน้า
46	น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	118
47	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	125
48	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	126
49	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	128
50	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	129
51	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	131
52	ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	132
53	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	138
54	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

55	ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	141
56	ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	142
57	ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	144
58	ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	145
59	ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	148
60	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	149

ตารางผนวกที่

1	คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี	169
2	คุณสมบัติของดินในพื้นที่ที่ทำการทดลอง	170

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	34
2	การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	35
3	การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	36
4	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียมในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	71
5	ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก ในส่วนใบ + ต้นของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	86
6	ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่ว ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	90
7	การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 28 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	100
8	การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 35 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	101
9	การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ	102

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า

ภาพที่		หน้า
10	เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม ในใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	133
11	ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส และความเข้มข้นและปริมาณเหล็กในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	146
12	ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่ว ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	150

ภาพผนวกที่

1	การเตรียมแปลงปลูกผัก	170
2	ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	171
3	ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ	172

ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า และผักกาดหอม

Effects of Plubplanarai Municipal Solid Waste Compost from Chanthaburi Province on Growth Development and Yield of Chinese Kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey) and Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจหรือสังคม จึงมีการใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการเพิ่มมากขึ้น ผลจากการใช้ทรัพยากรดังกล่าว ก่อให้เกิดของเสียและมลพิษมากมาย ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ และนับวันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมีเพียง 37 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาล และ 6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นนอกเขตเทศบาล ส่วนที่เหลือยังคงใช้วิธีการกำจัดที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเทกองบนพื้น การเผากลางแจ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ก่อให้เกิดผลกระทบทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น เกิดการปนเปื้อนของสารต่างๆ สู่แหล่งน้ำและดิน ทำให้เกิดโรคติดต่อ ทำลายทัศนียภาพ เป็นต้น

เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เป็นเทศบาลที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว มีพื้นที่ทั้งหมด 12.90 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลคลองนารายณ์และตำบลพลับพลา รวมทั้งสิ้น 15 หมู่บ้าน ในปัจจุบันพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับขยะมูลฝอยที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์เป็นแหล่งตลาดกลางในการค้าขายผลไม้ของจังหวัดจันทบุรี โดยเฉพาะในช่วงฤดูผลไม้มีพ่อค้าแม่ค้าจากทั่วประเทศรวมทั้งนักท่องเที่ยวมาซื้อผลไม้นำไปจำหน่ายและบริโภค ทำให้มีมูลฝอยจากผลไม้เหลือตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก ในแต่ละวันพบว่ามีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 10 – 12 ตัน สำหรับในช่วงฤดูผลไม้จะเพิ่มขึ้นเป็นวันละ 15 – 20 ตัน เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบขยะสูงถึงตันละ 200 บาท ในหนึ่งวันจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบทั้งสิ้นประมาณ 2,000 – 3,000 บาท โดยไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2548) ในปัจจุบันเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ได้ดำเนินการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ คือ การทำปุ๋ยหมักโดยใช้กล่องคอนกรีต ซึ่งเป็นการนำเศษผักและผลไม้ผ่านกระบวนการหมัก อาศัยกระบวนการย่อย

สลายทางธรรมชาติ เนื่องจากขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นเป็นสารอินทรีย์ สามารถย่อยสลายได้ง่าย และเมื่อเกิดการสลายตัวแล้ว สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช และยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย ซึ่งโครงการนี้จะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัด ช่วยลดงบประมาณและค่ากำจัดขยะมูลฝอย อีกทั้งได้ผลิตภัณฑ์ คือ ปุ๋ยหมัก ทำให้เกษตรกรสามารถซื้อปุ๋ยหมักได้ในราคาถูกอีกด้วย ผักคะน้าและผักกาดหอม เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมปลูกและบริโภคทั่วภูมิภาคของประเทศไทย นอกจากนี้ ผักคะน้า เป็นผักที่รับประทานส่วนใบ มีความต้องการไนโตรเจนสูงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (สมบุญ, 2548) หากมีปริมาณไนโตรเจนในดินไม่เพียงพอจะแคระแกรน ดังนั้นผักคะน้าจึงเป็นพืชที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดปริมาณไนโตรเจนในดินได้ดี ส่วนผักกาดหอม เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดการตกค้างของโลหะหนักที่ดี (สุภาพร, 2545)

ด้วยเหตุนี้ผู้ศึกษา ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวและมีความสนใจในเรื่องปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ เพื่อนำไปใช้เพิ่มการเจริญเติบโตของพืชผัก จึงทำการศึกษาความเหมาะสมของปุ๋ยหมักจากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า และผักกาดหอม เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี และสร้างองค์ความรู้เพื่อเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่ทางการเกษตรต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า และผักกาดหอม เพื่อลดหรือทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี

การตรวจเอกสาร

1. สถานการณ์และแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย

จากการสำรวจของกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยและกากของเสีย 16.44 ล้านตัน โดย 67 เปอร์เซ็นต์ เป็นขยะมูลฝอยจากครัวเรือน ซึ่งขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลทั่วประเทศส่วนใหญ่เป็นขยะมูลฝอยประเภทเศษอาหารมีค่าเฉลี่ยของอินทรีย์สารประมาณ 66.66 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณขยะมูลฝอยพบว่ามีอัตราเพิ่มขึ้น 3 – 7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

การฝังกลบในกล่องคอนกรีต เป็นแนวทางในการกำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีการหมักขยะมูลฝอยในกล่องและบ่อคอนกรีต การฝังกลบเป็นการประยุกต์โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยเพื่อให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ กล่องคอนกรีตซึ่งมีขนาดความกว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 2 × 3 × 1.5 เมตร ใช้ในการกำจัดขยะประมาณ 2 ตัน ส่วนวิธีการหมักนั้นจะใส่กองขยะสลับกับดินแดงหรือดินนา โดยถมขยะให้หนาประมาณ 30 เซนติเมตร สลับกับการถมดินหนาประมาณ 5 เซนติเมตร เมื่อถมสลับกันได้ 3 ชั้น กลบทับด้วยดินหนาประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร จากนั้นรดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กองขยะทุก 2 วัน เฉลี่ยวันละประมาณ 10 ลิตร ในระหว่างการย่อยสลาย อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะสูงขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการย่อยสลายเศษวัสดุต่างๆ โดยจุลินทรีย์จะปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา จึงต้องทำการกลับกองปุ๋ย เพื่อให้มีการระบายความร้อนลดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก และอาจจะพบเส้นใยสีขาวของเชื้อราเป็นจำนวนมากที่บริเวณรอบนอกของกองปุ๋ยหมัก (มุกดา, 2547) สำหรับขยะที่เป็นอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายได้ง่ายจะใช้เวลาในการหมักประมาณ 30 วัน ส่วนขยะชุมชนที่ไม่ได้มีการคัดแยกใช้เวลาหมักประมาณ 90 วัน จากนั้นนำเอาปุ๋ยหมักที่ได้มาร่อนแยกเอาส่วนที่ย่อยสลายได้ยากออก จึงนำปุ๋ยหมักที่ผ่านการร่อนไปใช้ประโยชน์ต่อไป (มูลนิธิชัยพัฒนา, ม.ป.ป.)

2. ปุ๋ยและปุ๋ยหมัก

ปุ๋ย คือ วัสดุใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินไม่ว่าในทางใด วัสดุนั้นมีธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืช และพืชนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ปุ๋ยอาจได้จากธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ขึ้นก็ได้ (มุกดา, 2547) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ มีต้นกำเนิดจากสารอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด เป็นต้น

ข. ปุ๋ยอนินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอนินทรีย์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ โดยนำสารอินทรีย์เหล่านั้นมากองรวมกันแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (มุกดา, 2547) เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ได้มีการใช้เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยโดยกระบวนการหมักในกล่องและบ่อคอนกรีต ด้วยวิธีการฝังกลบประยุกต์ เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2548) ปุ๋ยหมักสามารถใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงดินและพืชที่จะปลูกด้วย และเมื่อพิจารณาตามสมบัติของปุ๋ยหมักสามารถแบ่งความสำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติดินได้ดังนี้ (ปรีดี, 2534)

2.1 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน

2.1.1 แหล่งธาตุอาหารของพืช ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งของอินทรีย์ไนโตรเจนที่สำคัญ โดยจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้แก่ต้นพืชอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ และการเปลี่ยนธาตุอาหารพืชจากรูปอินทรีย์สารเป็นรูปอนินทรีย์สาร (Chen and Avnimelech, 1986) ให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารอื่นๆ อีก คุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่แตกต่างจากปุ๋ยเคมีคือ ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยเคมีมีมากกว่าในปุ๋ยหมัก แต่ธาตุอาหารเหล่านี้มักถูกชะล้างไปจากบริเวณรากพืชได้ง่าย ส่วนปุ๋ยหมักนั้นมีคุณสมบัติยึดธาตุอาหารพืชในรูปอินทรีย์คอลลอยด์ ซึ่งจะเป็นรูปที่ถูกปลดปล่อยออกมาได้อย่างช้าๆ โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีธาตุไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 0.4 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณ 0.2 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ประมาณ 0.5 – 1.8 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งการใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มฮิวมัสในดิน ดินจึงมีโอกาสที่จะดูดยึดธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีได้มากขึ้น (สกล, 2549)

2.1.2 ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange capacity หรือ CEC) ปุ๋ยหมักเมื่อสลายตัวแล้วจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุแลกเปลี่ยนไอออนสูง ฮิวมัสมีประจุลบมาก

เช่นเดียวกับอนุภาคดินเหนียว ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารประเภทประจุบวก เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+) โพแทสเซียม (K^+) แคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ได้มากขึ้น

2.1.3 ต้านทานความเป็นกรดด่างของดิน (buffer capacity) ความเค็ม สารกำจัดศัตรูพืช และพิษจากโลหะหนัก การใช้ปุ๋ยหมักไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพีเอช (pH) ในดินในช่วงระหว่างการเพาะปลูกพืช

2.2 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

2.2.1 อิทธิพลต่อสีของดิน ปุ๋ยหมักทำให้สีของดินเป็นสีน้ำตาลถึงดำ ทั้งนี้เนื่องจากฮิวมัสที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักมีสีน้ำตาลเข้ม และมีขนาดอนุภาคละเอียดจึงสามารถคลุกเคล้ากับส่วนอื่นๆ ของดินได้ดี ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูง

2.2.2 อิทธิพลต่อการเกิดเม็ดดิน (soil aggregation) อินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักเมื่อสลายตัวทำให้เกิดสารเชื่อม (cementing agent) และสารเมือกจากจุลินทรีย์บางชนิด รวมทั้งออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัม (Fe_2O_3 และ Al_2O_3) สารประกอบพวกซิลิเคตแคลเซียมคาร์บอเนต ($Si(CaCO_3)_4$) และแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) โดยสารเชื่อมดังกล่าวจะยึดอนุภาคดินที่อยู่ใกล้กันทำให้เกิดเป็นเม็ดดิน อีกทั้งจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เส้นใยของเชื้อราจะเจริญเติบโตคล้ายกับร่างแหรัดอนุภาคดิน ก่อให้เกิดเป็นเม็ดดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มช่องว่างในดิน (Giusquiani *et al.*, 1995) มีผลให้การระบายอากาศในดินเหนียวดีขึ้น และการอุ้มน้ำในดินทรายเพิ่มมากขึ้น

2.2.3 อิทธิพลต่อความหนาแน่นรวม (bulk density) ดินที่มีความแน่นตัวสูงทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ช้า จำกัดบริเวณหาอาหารของรากพืช การระบายน้ำและอากาศไม่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นดานแข็งจากการไถพรวน (tillage pan) อาจเกิดการอัดแน่นของอนุภาคดินซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเจริญเติบโตของรากพืช การใช้ปุ๋ยหมักจะช่วยลดความหนาแน่นรวมของดินและช่วยเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำของดินอีกด้วย (Khaleel *et al.*, 1981)

2.2.4 อิทธิพลต่อการสึกกร่อนของดิน (soil erosion) การสึกกร่อนของดินอาจเกิดจากแรงปะทะของเม็ดฝนหรือลมที่มีต่อดินทำให้หน้าดินสูญหายไป รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดินก็สูญเสียไปด้วย การเกิดเม็ดดินโดยอินทรียวัตถุจากปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มความคงทนของดินต่อแรง

ปะทะของเม็ดฝนและลมได้มากยิ่งขึ้น ลดอัตราการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน และทำให้อัตราการซึมซับน้ำ (infiltration rate) ดีขึ้น (Khaleel *et al*., 1981)

2.3 บทบาทของปุ๋ยหมักในการปรังปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน

2.3.1 ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ในดิน ส่งผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในดินเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกันธาตุอาหารจากปุ๋ยหมักจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และทำให้การย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตได้

2.3.2 ปุ๋ยหมักลดความสามารถในการอยู่รอดของเชื้อโรคและไข่แมลง เนื่องจากขบวนการหมักปุ๋ยหมักเกิดความร้อนสูงในช่วง 60 – 70 องศาเซลเซียส กิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ไข่แมลงต่างๆ ที่อาจจะติดมากับเศษพืชถูกทำลาย

ปุ๋ยหมักช่วยปรับปรุงดินในด้านต่างๆ ให้ดีขึ้น ส่งผลให้ดินมีลักษณะที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังรายงานของสุคนธ์ (2538) ที่ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกหวาน โดยใช้วัสดุปลูกต่าง ๆ ดังนี้ ดินผสมปุ๋ยคอก ดินผสมปุ๋ยหมัก ดินผสมแกลบดิบ ดินผสมถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1 และดิน พบว่า ดินผสมปุ๋ยหมักที่อัตราส่วน 1 : 2 โดยปริมาตร ให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุด โดยมีความสูงของต้น จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักแห้งของต้นสูงสุด ส่วนน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุดในตำรับที่ใช้ดินผสมถ่านแกลบอัตราส่วน 1 : 1 ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีกล่องคอนกรีตปลูกดาวเรือง พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักขยะผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 1 : 1 (โดยปริมาตร) ทำให้ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนวันที่ดอกแรกบาน ขนาดดอก จำนวนดอกบาน น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นและรากดีที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักขยะเพียงอย่างเดียว ทำให้การเจริญเติบโตของดาวเรืองมีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ประภาพรรณ, 2548)

มณฑล (2550) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ ประกอบด้วยขยะสดหรือเศษพืช 1,000 กิโลกรัม มูลสัตว์ 200 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม ปุ๋ยน้ำชีวภาพ (จากกล้วยน้ำว้าสุก 2 กิโลกรัม ผสมกับมะละกอสุก 2 กิโลกรัม และฟักทองแก่จัด 2 กิโลกรัม) ผสมกากน้ำตาลและน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 50 หินฟอสเฟต 15 – 20 กิโลกรัม และดินร่วน 7 – 8 กิโลกรัม ในการปลูกถั่วแดงหลวง โดยใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 8 ตันต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก พบว่า การ

ใช้ปุ๋ยหมัก 8 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตของถั่วแดงหลวงเฉลี่ย 369.60 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก (312.96 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพให้ผลดีเช่นเดียวกัน จำลอง (2539) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักบางชนิดต่อถั่วเหลืองฝักสด (ถั่วแระญี่ปุ่น) ประกอบด้วย ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมักฟางข้าวจากเชื้อไฮเทค ปุ๋ยหมักฟางข้าวจากเชื้ออีเอ็ม ปุ๋ยหมักขยะจากเชื้อไฮเทค และปุ๋ยหมักขยะจากเชื้อไฮเทคร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่า ในการปลูกครั้งที่ 2 การใส่ปุ๋ยหมักขยะจากเชื้อไฮเทคร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดสูงที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวในอัตราสูง ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวจากเชื้อไฮเทค และจากเชื้ออีเอ็ม ให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกัน แต่มากกว่าการใช้ปุ๋ยหมักขยะจากเชื้อไฮเทคเพียงอย่างเดียว ในการปลูกครั้งที่ 3 พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักขยะจากเชื้อไฮเทคร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 90.89 เปอร์เซ็นต์ โดยมากเป็นอันดับหนึ่ง ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักทุกชนิดมากเป็นอันดับที่สอง และการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตน้อยที่สุด ส่วนคุณภาพของผลผลิต พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมถวิล (2543) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมักฟางข้าวผสมมูลวัว 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางข้าว ปุ๋ยหมักฟางข้าวผสมมูลสุกร 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางข้าว และปุ๋ยหมักฟางข้าวผสมมูลไก่ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟางข้าว ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี (สูตรที่เหมาะสมสำหรับผักแต่ละชนิด) ต่อผลผลิตผัก 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วฝักยาวใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12 – 24 - 12) 50 กิโลกรัมต่อไร่ แตงกวาใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 13 – 13 – 21) 50 กิโลกรัมต่อไร่ และผักกาดเขียวกวางตุ้งใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 20 – 10 – 10) 40 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ปุ๋ยหมักผสมมูลไก่ ให้ผลผลิตถั่วฝักยาวและแตงกวาสูงสุด ในขณะที่ปุ๋ยหมักฟางข้าวผสมมูลสุกร ให้ผลผลิตผักกาดเขียวกวางตุ้งสูงสุด เสวียน และคณะ (2548) ศึกษาการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ ข้าวลีบ กากมันสำปะหลัง เปลือกมันสำปะหลัง และขี้เถ้าแกลบที่ผ่านการหมักแล้ว ในการปลูกมะเขือเทศและดอกดาวเรือง เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักตามท้องตลาด 2 ชนิด และปุ๋ยเคมี พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมเปลือกมัน 150 กรัมต่อกระถาง ร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตน้ำหนักสดของมะเขือเทศ (147.02 กรัม) สูงสุด และให้ขนาดดอกของดาวเรือง (6.58 เซนติเมตร) มากที่สุด และสุชาดา (2548) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากตะกอนน้ำเสียอัตราส่วน 1 : 12 และปุ๋ยหมักเปลือกมันผสมกากตะกอนน้ำเสียอัตราส่วน 1 : 12 ในอัตราต่างๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอน 50 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตผักกาดหัวสูงที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอน 100 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตดาวเรืองและผักกาดหอมสูงที่สุด

การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต และช่วยส่งเสริมให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น ซึ่งต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพราะการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง หรือการใช้แบบผิดวิธี จะทำให้เกิดการลดลงของสัดส่วนระหว่างอินทรียวัตถุต่ออนินทรียวัตถุ และลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน อีกทั้งยังทำให้เกิดการปนเปื้อนของปุ๋ยเคมีลงสู่แหล่งน้ำอีกด้วย (Dick *et al.*, 1988; Collins *et al.*, 1992) สำหรับผลกระทบทางลบจากการใช้ปุ๋ยหมักเกิดเนื่องจากการเพิ่มโลหะหนักในดินทำให้พืชสามารถดูดและสะสมโลหะหนักในต้นพืช อาจเป็นการเพิ่มความเค็มให้กับดิน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารต่างๆ เช่น Polychlorinated biphenyls (PCB), Hydrocarburate, Phenol, Polycyclic และ Aromatic acid ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงต่อพืชอาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และกระทบต่อความยั่งยืนของระบบสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Gallardo-Lara and Nogales, 1987)

2.4 มาตรฐานปุ๋ยหมัก

ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะแปรผันไปตามการกระบวนการหมักและความแตกต่างของวัสดุที่ใช้ในการหมักแต่ละครั้ง จึงมีการกำหนดมาตรฐานของปุ๋ยหมัก ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544)

2.4.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ระหว่าง 25 – 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

2.4.2 อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต้องไม่เกิน 20 ต่อ 1

2.4.3 ระดับค่าการนำไฟฟ้า ต้องไม่เกิน 3.5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

2.4.4 ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต้องอยู่ระหว่าง 5.5 – 8.5

2.4.5 ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ต้องไม่น้อยกว่า 1.0 – 0.5 – 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ

2.4.6 ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ ต้องไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2.4.7 ต้องมีขนาดผ่านตะแกรงร่อนช่วงสี่เหลี่ยมขนาด 12.5 × 12.5 มิลลิเมตรได้หมด

2.4.8 เศษวัสดุอื่นๆที่ไม่ต้องการ ได้แก่ หิน กรวด ทราย เศษพลาสติก ฯลฯ ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

2.4.9 ต้องไม่มีวัสดุอันตราย เช่น เศษแก้ว วัสดุแหลมคมและโลหะอื่น ๆ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้เจือปน

2.4.10 ต้องปลอดภัยจากธาตุโลหะหนักและสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

3. ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช หมายถึง ธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง เมื่อพืชขาดธาตุนั้นๆ พืชจะไม่สามารถดำรงชีพ ทำให้การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืชไม่ครบวัฏจักร อีกทั้งความต้องการชนิดของธาตุอาหารในการเจริญเติบโตของพืชมีความ จำเพาะจะใช้ธาตุอื่นแทนไม่ได้ ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของพืชชั้นสูงมี 16 ชนิด สามารถแบ่งตามปริมาณของธาตุอาหารแต่ละธาตุที่พืชต้องการ ดังนี้ (สมบุญ, 2548)

3.1 มหธาตุ

คือธาตุอาหารที่พืชต้องการเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณมาก (มากกว่า 1,000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม) มี 9 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน สำหรับคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นธาตุอาหารที่มีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอในธรรมชาติ โดยพืชจะได้รับจากน้ำและอากาศ และเป็นส่วนประกอบหลักของสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิดในพืช ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไลปิดและกรดนิวคลีอิก มหธาตุสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ (สมบุญ, 2548)

3.1.1 ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งพืชส่วนใหญ่มีความต้องการมากและมักพบอยู่ในดินปริมาณน้อย หรืออยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงจำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารเหล่านี้แก่พืชในรูปของปุ๋ย

ก. ไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ พอร์ไฟริน โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ ไนโตรเจนทำให้พืชมีสีเขียวและมีความแข็งแรง ปรับปรุงคุณภาพของใบพืชผัก และโปรตีนในธัญพืช

ข. ฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่สำคัญต่อพืชหลายชนิด เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิพิด กรดไฟติก กรดนิวคลิอิก โคเอนไซม์ เป็นองค์ประกอบของเมม

เบรนในเซลล์ และมีบทบาทสำคัญในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน ฟอสฟอรัสจำเป็นสำหรับการออกดอก ติดเมล็ด และการพัฒนาของเมล็ดหรือผล

ค. โพแทสเซียม ไม่ได้เป็นองค์ประกอบหลักในโมเลกุลหรือในโครงสร้างของพืชจึงอยู่ในเซลล์พืชในสภาพไอออนที่ละลายน้ำได้ มีบทบาทสำคัญในการควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบ การควบคุมการปิดเปิดของปากใบ เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ และมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและการแบ่งเซลล์ในพืช ช่วยให้ทุกส่วนของต้นพืชและระบบรากแข็งแรง ทนทานต่อโรคและแมลง ดังนั้นธาตุโพแทสเซียมจึงช่วยเพิ่มขนาดของผลผลิต เมล็ด และปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต

3.1.2 ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งพืชต้องการน้อยกว่าธาตุอาหารหลัก และส่วนใหญ่ดินมีธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่เพียงพอ

ก. แคลเซียม เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ซึ่งจำเป็นและมีบทบาทที่สำคัญต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยให้ผนังแข็งแรง รักษาโครงสร้างของโครโมโซมพืช ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก การผสมเกสรและการงอกของเมล็ด

ข. แมกนีเซียม เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ในพืช มีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ทั้งเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างแป้งและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดนิวคลิอิก

ค. กำมะถัน เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน คือ ซีสเทอีน (cysteine) ซิสทีน (cystine) เมทิโอนีน (methionine) วิตามิน เช่น ไบโอทิน (biotin) ไทอามิน (thiamine) และโคเอนไซม์เอ (coenzymeA) มีผลทางอ้อมต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการแบ่งเซลล์ในส่วนยอดของพืช ช่วยให้โครงสร้างของโปรตีนซึ่งมีเสถียรภาพ ช่วยในการสร้างน้ำมันในพืช

3.2 จุลธาตุ

คือธาตุอาหารที่พืชต้องการเพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณน้อย (น้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม) แต่ถ้าพืชได้รับปริมาณน้อยกว่าจุดวิกฤตที่พืชต้องการจะแสดงการขาดธาตุอาหารนั้น ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ พืชบางชนิดอาจ

แคระแกรน และตายในที่สุด ในกรณีที่พืชได้รับจุลธาตุมากเกินไปอาจเป็นพิษต่อพืช ทำให้การเจริญของพืชชะงัก พืชอาจตายได้เช่นเดียวกัน ธาตุอาหารเหล่านี้ได้แก่ โบรอน เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โมลิบดินัม และคลอรีน ส่วนใหญ่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ ในดินทั่วไปมักมีค่อนข้างต่ำ (สมบุญ, 2548)

ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการหมักรูปแบบต่างๆ (ขยะรวมปล่อยธรรมชาติ ขยะรวมโรยทับด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะแยกคลุกเคล้าด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะแยกโรยทับด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก และขยะรวมคลุกเคล้าด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองดังนี้ ไนโตรเจน 1.01 – 1.14 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.00 – 1.37 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1.16 – 1.67 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 6.33 – 8.98 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 1.04 – 1.37 เปอร์เซ็นต์ กำมะถัน 0.12 – 0.18 เปอร์เซ็นต์ โบรอน 0.0037 – 0.011 เปอร์เซ็นต์ ทองแดง 0.011 – 0.032 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก 2.78 – 4.65 เปอร์เซ็นต์ สังกะสี 0.45 – 0.94 เปอร์เซ็นต์ คลอรีน 0.39 – 0.55 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง (C/N ratio) 6 : 1 – 8 : 1 (ชัยยศ, 2537) และจากการศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้เหลือใช้จากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี พบว่า มีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด 1.80 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.32 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 2.13 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.68 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 1.16 เปอร์เซ็นต์ (โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

4. ปริมาณธาตุอาหารพืชในเนื้อเยื่อของพืช

เนื้อเยื่อพืชสด โดยทั่วไปจะมีน้ำ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และในพืชแห้งจะประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนรวมกันประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ประกอบด้วยธาตุอื่นๆ ซึ่งได้จากดิน โดยจะเป็นธาตุที่กำหนดการเจริญเติบโตของพืช ส่วนธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยจะสะสมในเนื้อเยื่อของพืชต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของพืชแห้ง ซึ่งระดับของความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย (สมบุญ, 2548) และจากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชของผักกาดหอม โดยการสุ่มตรวจตัวอย่างผักกาดหอมจากตลาดสี่มุมเมือง พบว่า ผักคะน้าซึ่งมีน้ำหนักสด 2,690 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีปริมาณไนโตรเจน 11 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 4 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 10 กิโลกรัมต่อไร่ (วรพจน์, 2529) ส่วนผักกาดหอมมีน้ำหนักสด 900 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีน้ำหนักแห้ง

62.36 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณไนโตรเจน 2.86 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 0.49 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 4.97 กิโลกรัมต่อไร่ แคลเซียม 0.90 กิโลกรัมต่อไร่ แมกนีเซียม 0.42 กิโลกรัมต่อไร่ และกำมะถัน 0.29 กิโลกรัมต่อไร่ (จิตรารัตน์, 2516)

5. สารตกค้างในปุ๋ยหมัก

5.1 สารกำจัดศัตรูพืช (pesticides)

ปุ๋ยหมักอาจมีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะปุ๋ยหมักจากเศษพืชอาจเกิดการปนเปื้อนจากสารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดแมลง อย่างไรก็ตามสารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้จะมีระยะเวลาในการสลายตัวของสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ซึ่ง Fogarty and Tuovinen (1991) รายงานว่า การบำบัดสารพิษเหล่านี้หรือการลดพิษอาจทำโดยกระบวนการ mineralization (การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์) หรือ biotransformation และกระบวนการ polymerization, volatilization, leaching และ sorption สารพิษจะถูกดูดซึมเข้าสู่พืช โดยเคลื่อนที่ผ่านทางท่อน้ำไปยังส่วนต่างๆ ของพืชซึ่งอาจทำลายเนื้อเยื่อพืชได้ สารพิษในปุ๋ยหมักส่วนใหญ่จะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แต่ความสามารถในการย่อยสลายจะแตกต่างกันเนื่องจากสารแต่ละตัวมีคุณสมบัติที่ต่างกันทั้งทางกายภาพและเคมี ซึ่งสารเคมีที่พบมีความคงทนในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ พวก aromatic compounds เช่น 2,4-Dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D), 4-Chloro-2-methoxy phenoxy acetic acid (MCPA), 2-(4-Chloro-2-methoxy phenoxy) propionic acid (หรือเรียกว่า mecoprop) และ halogenated เช่น 3,6-Dichloro-o-asenic acid (หรือเรียกว่า dicamba)

ในปุ๋ยหมักที่ทำการหมักรูปแบบต่างๆ (ขยะรวมปล่อยธรรมชาติ ขยะแยกที่โรยทับด้วยสารเร่งและหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะแยกคลุกเคล้าด้วยสารเร่งและหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะรวมโรยทับด้วยสารเร่งและหัวเชื้อปุ๋ยหมัก และขยะรวมคลุกเคล้าด้วยสารเร่งและหัวเชื้อปุ๋ยหมัก) พบว่ามีปริมาณสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปุ๋ยหมัก ได้แก่ p,p-DDT เฉลี่ย 74.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม heptachlor เฉลี่ย 25.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม aldrin เฉลี่ย 136.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม p,p-DDD เฉลี่ย 166 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม heptachlor epoxide เฉลี่ย 19.33 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม lindane เฉลี่ย 266 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม endrin เฉลี่ย 12.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม p,p-DDE เฉลี่ย 10.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และ o,p-DDT เฉลี่ย 1.33 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม โดยรูปแบบของการหมักไม่มีผลต่อปริมาณสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปุ๋ยหมัก แต่จะขึ้นกับลักษณะและองค์ประกอบของขยะ ตลอดจนแหล่งกำเนิดของขยะนั้นด้วย (พรรณวดี, 2537) จาก

การทดลองหมักผลไม้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงแรกใช้ผลไม้ 4 ชนิด คือ แตงโม ส้มโอ กล้วย และสับปะรด ใช้ 3 บ่อต่อการหมักผลไม้ 1 ชนิด และช่วงที่สองใช้ผลไม้ 3 ชนิด คือ เงาะ ทุเรียน และมังคุด ใช้ 4 บ่อต่อการหมักผลไม้ 1 ชนิด ทำการเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21, 30 และ 60 วัน เพื่อวิเคราะห์วัตถุมีพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปุ๋ยหมัก ซึ่งช่วงแรกของการหมักพบเอนโดซัลแฟน โดยพบในส้มโอ 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วันแรกหลังจากหมักขยะเสร็จซึ่งไม่เกินค่าปลอดภัย และในช่วงที่สองพบ β-BHC, α-BHC, lindane, o,p-DDE, p,p-DDE, o,p-TDE, p,p-TDE, dicofol, dialdrin, endrin, aldrin, heptachlor และ heptachlor epoxide มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงกลางของการหมัก และหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลง (จิราพรรณ, 2547) ส่วนการสุ่มตัวอย่างของปุ๋ยหมักในประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบการปนเปื้อนของสารคลอเดน (chlordane) ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของภาวะมลพิษของสารอินทรีย์ที่คงทนในสิ่งแวดล้อม จากตัวอย่างปุ๋ยหมักเพื่อการค้า 13 ตัวอย่าง พบว่ามี 9 ตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนคลอเดน มีค่าอยู่ในช่วง 4.7 – 292 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และ 39 ตัวอย่างของปุ๋ยหมักจากชุมชน มีค่าคลอเดนอยู่ในช่วง 13.9 – 415 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งคลอเดนในปุ๋ยหมักนี้อาจถูกพืชดูดซึมและเกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ (Wen-Yee *et al.*, 2003)

5.2 โลหะหนัก

โลหะบางชนิดเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของพืช ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี เป็นต้น หากมีมากเกินไปอาจทำให้เกิดพิษขึ้นได้ ปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนอาจเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักต่าง ๆ ได้ เช่น การปนเปื้อนของตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียม และสารหนู เป็นต้น การใช้ปุ๋ยหมักอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ พืช และสิ่งมีชีวิตต่างๆ พืชสามารถดูดซับโลหะหนักเข้าสู่เซลล์ได้ โลหะหนักที่สำคัญที่มักพบตกค้างในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2536)

5.2.1 ตะกั่ว เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจากปุ๋ยและสารจำกัดศัตรูพืช มีผลต่อมนุษย์ คือ ทำให้ระบบย่อยอาหารผิดปกติ เกิดโรคโลหิตจาง ไตและระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย

5.2.2 ปรอท สามารถสะสม เพิ่มปริมาณตามระดับของสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารได้ เป็นอันตรายต่อมนุษย์ คือ เมื่อได้รับไอปรอทจะทำให้เซลล์ระคายเคือง ปวดศีรษะ โดยร่างกายมนุษย์สามารถกำจัดปรอทออกได้ทางปัสสาวะ

5.2.3 แคดเมียม เป็นสารประกอบที่มีการปนเปื้อนตามธรรมชาติในดินและน้ำในระดับต่ำ การนำแคดเมียมเข้าสู่สิ่งแวดล้อมส่วนมากจะมาจากอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การผลิตเหล็กกล้า แบตเตอรี่ การผลิตปุ๋ยฟอสเฟต เป็นต้น เมื่อมนุษย์ได้รับแคดเมียมจะทำให้เกิดการสะสมบริเวณตับ ไต อวัยวะสืบพันธุ์ ทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลาย และกระดูก ทำให้กระดูกผุกร่อน

5.2.4 ทองแดง เป็นหนึ่งในสารอาหารที่จำเป็นสำหรับกระบวนการสร้างพลังงานในสิ่งมีชีวิต โดยเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด แต่ถ้ารับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากจะก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ โดยทองแดงสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตแต่ไม่เพิ่มปริมาณในห่วงโซ่อาหารเหมือนโลหะบางชนิด เมื่อมนุษย์ได้รับทองแดงในปริมาณที่มากเกินจะทำให้เกิดพิษต่อระบบทางเดินอาหาร เกิดการอาเจียน ท้องร่วง เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย ตับวาย เลือดออกในทางเดินอาหาร เป็นต้น

5.2.5 สารหนู หากเข้าไปสะสมในร่างกายมากจะทำให้เกิดอาการ อ่อนเพลีย กล้ามเนื้ออ่อนแรง ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ และโลหิตจาง และอาจพบอาการทางระบบประสาทได้

5.2.6 นิกเกิล ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ Heme oxygenase กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ และเป็นส่วนประกอบร่วมกับ RNA เมื่อร่างกายได้รับนิเกิลในปริมาณที่มากเกินสามารถขับออกทางผิวหนัง 90 เปอร์เซ็นต์ และอีก 10 เปอร์เซ็นต์ จะสะสมในตับ ปอด และไต เป็นพิษต่อทางเดินหายใจ ผิวหนังอักเสบ และทำให้โครโมโซมแตกหักได้

5.2.7 โครเมียม เป็นธาตุที่สำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลูโคสในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อเข้าสู่ร่างกายสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและไปยังปอดได้

ทวีสิทธิ์ (2536) วิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนูในปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการหมักรูปแบบต่างๆ (ขยะรวมปล่อยธรรมชาติ ขยะรวมโรยทับด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะแยกคลุกเคล้าด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก ขยะแยกโรยทับด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก และขยะรวมคลุกเคล้าด้วยเชื้อปุ๋ยหมัก) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของตะกั่ว 51.817 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปรอท 0.362 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 0.899 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารหนูมีค่าเฉลี่ย 5.824 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณโลหะหนักจากกระบวนการหมักแต่ละรูปแบบไม่มีผลต่อปริมาณของโลหะหนักที่พบในปุ๋ยหมัก และอารีย์ (2547) พบว่า ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยหมักจากขยะ

ชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีตะกั่วสะสม 54.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม 19.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 0.539 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นิกเกิล 26.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารหนู 0.611 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท 0.263 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน

6. คะน้า

คะน้า (Chinese Kale) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *alboglabra* Bailey วงศ์ (family) Cruciferae มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย เป็นผักที่นิยมปลูกและบริโภคทั่วทุกภาคของประเทศไทย สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ได้ผลดีที่สุดช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน นิยมปลูกเพื่อบริโภคส่วนใบและลำต้น คะน้าเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง พีเอชของดินอยู่ระหว่าง 5.5 – 6.8 ความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูง คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยคือ คะน้าจีน พันธุ์ดอกขาว โดยนำเข้าเมล็ดจากต่างประเทศมาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ใบกลม พันธุ์ใบแหลม และพันธุ์ยอดหรือก้าน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548ก)

6.1 การปลูกคะน้า

การปลูกคะน้าควรไถพรวนและย่อยหน้าดินให้ละเอียด โดยขุดดินลึกเพียง 15 - 20 เซนติเมตร ตากแดดทิ้งไว้ 7 - 10 วัน ถ้าดินมีความร่วนซุยหลังจากตากแดดแล้วควรใส่ปุ๋ยหมักประมาณ 2 - 3 ตันต่อไร่ โดยคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว หลังจากนั้นทำการหว่านเมล็ด คลุมด้วยฟางแห้งบางๆ แล้วรดน้ำ ระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 20 × 20 เซนติเมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548ก) ส่วนการใส่ปุ๋ย แนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 12 – 8 – 8 หรือ 20 – 10 – 10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ เมื่อต้นคะน้ามีอายุ 20 และ 30 วัน แต่อาจมีการใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นตอนปลูกด้วยก็ได้เพื่อให้เจริญเติบโตดี (กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, 2540) คะน้ามีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 – 55 วัน

คะน้าเป็นพืชผักพื้นเมืองที่สำคัญของประเทศไทย ปลูกง่ายสามารถปลูกได้ตลอดปี และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเนื่องจากมีรสชาติดี ราคาถูก ผลผลิตและมูลค่าของคะน้าจากการสำรวจโดยกลุ่มวิเคราะห์และวางระบบข้อมูล สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2549) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าผลผลิตของคะน้าในปี พ.ศ.2544 – 2548

ปี พ.ศ.	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)		ราคา (บาท/ตัน)	มูลค่าผลผลิต (ล้านบาท)
				ปลูก	เก็บ		
2544	120,229	114,327	199,584	1,660	1,746	10.64	2,123,574
2545	94,991	101,871	163,253	1,719	1,603	9.95	1,624,367
2546	110,279	109,368	186,488	1,693	1,705	7.90	1,473,255
2547	112,217	114,721	202,852	1,613	1,768	9.62	1,951,436
2548	121,724	125,085	216,026	1,775	1,727	11.70	2,527,501

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบข้อมูล สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2549)

6.2 ธาตุอาหารและสารตกค้างในคะน้า

จากการศึกษาวิธีการให้ธาตุอาหารพืชในรูปต่างๆ ปิโยรส (2547) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 1.2 และ 1.6 ตันต่อไร่ ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักแห้งสูงขึ้น และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกอัตรา (20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่) ทำให้ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในต้นคะน้าสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว เสวียน และคณะ (2548) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักต่างๆ ต่อผลผลิตคะน้า ได้แก่ ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมเปลือกมัน อัตราส่วน 1 : 1 ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน อัตราส่วน 1 : 1 : 1 ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด 2 ชนิด และปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง พบว่า ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน 100 กรัมต่อตารางเมตร (6 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 12 – 8 – 8 อัตรา 1.6 กรัมต่อกระถาง ที่บรรจุดิน 5 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำหนักสดคะน้าสูงที่สุด คือ 265 กรัม นอกจากนี้ อภิรักษ์ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยชีวภาพในคะน้าอินทรีย์ พบว่า การให้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 (ฟางข้าวผสมเศษพืช มูลโค อัตราส่วน 200 กิโลกรัม : 100 กิโลกรัม : 100 กิโลกรัม) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพปลาให้น้ำหนักก่อนตัดแต่งของต้นคะน้าสูงสุด คือ 62.90 กรัมต่อต้น และการให้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 (กากถั่วเหลือง ผสมเศษพืช มูลโค หินฟอสเฟต และขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 200 กิโลกรัม : 100 กิโลกรัม : 100

กิโลกรัม : 0.5 กิโลกรัม : 25 กิโลกรัม) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพปลาให้น้ำหนักหลังตัดแต่งของคะน้าสูงที่สุด คือ 31.95 กรัมต่อต้น

นิทัศน์ และคณะ (2538) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองจากโรงงานน้ำตาล อัตรา 0, 4 และ 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 0, 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อสมบัติของดินชุดร้อยเอ็ดและผลผลิตผักคะน้า ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.8 – 2.4 เปอร์เซ็นต์ และมีฟอสฟอรัส ($P_2 0_5$) 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ดินมีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และการไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตผักคะน้าสูงสุด โดยมีน้ำหนักสด 13.26 กรัม และการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักสดของคะน้า (9.55 กรัม) ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงอย่างเดียว (8.75 กรัม) ส่วนไนโตรเจนที่สะสมในผักคะน้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้น สกล (2549) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลวัวอัตราต่างๆ (0, 500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยยูเรียอัตราต่างๆ (0, 25, 50 และ 75 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยยูเรียมีแนวโน้มที่จะเพิ่มน้ำหนักสดของผักคะน้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง และการใช้ปุ๋ยมูลวัวจะทำให้พืชมีการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยมูลวัว ชวนพิศ และ อรรถศิษฐ์ (2549) ใช้วัสดุปรับสภาพดินทั้งชนิดเม็ดและชนิดน้ำในอัตราเจือจางต่างๆ ที่มาจากการหมักเศษเหลือจากอุตสาหกรรมผงชูรสต่อคุณภาพของดินในชุดกำกำแพงแสน โดยราดลงดินก่อนปลูกผักคะน้า 1 วัน ซึ่งวัสดุปรับสภาพดินที่ใช้มีพีเอช 3.84 - 6.72 ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.84 – 2.70 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.17 – 1.56 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.90 – 1.69 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณอินทรียวัตถุ 13.5 – 20.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจะชะงักการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในช่วงแรก โดยเฉพาะการใช้วัสดุปรับสภาพที่มีการเจือจาง 1 : 2 ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเกินไป ทำให้ผักคะน้าแสดงอาการแคระแกรน และเมื่อเพิ่มปุ๋ยยูเรียอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อผักคะน้าอายุ 30 วัน ทำให้ต้นสามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ และสุขทัย และคณะ (2550) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อผลผลิตผักคะน้า พบว่า การเจริญเติบโตรวมถึงผลผลิตของผักคะน้าที่มีการเตรียมดินก่อนปลูก 1 – 2 สัปดาห์ และผสมปุ๋ยอินทรีย์ไม่อัดเม็ดให้ผลผลิตของผักคะน้าดีที่สุด

ส่วนการตกค้างของโลหะหนักในคะน้าที่ศึกษาโดยสุภาพร (2545) พบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักขยะมูลฝอยชุมชน 3 แหล่งคือ ชุมชนบรมไตรโลกนาถ ชุมชนประชาอุทิศ และ

เทศบาลจังหวัดลำพูน มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.20 – 1.39 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.06 – 0.08 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.74 – 1.09 เปอร์เซ็นต์ มีการตกค้างของตะกั่วอยู่ในช่วง 23.65 – 29.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีการตกค้างของแคดเมียมอยู่ในช่วง 2.49 – 2.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนคะน้าที่มีการปลูกด้วยดินผสมปุ๋ยหมักดังกล่าว พบว่ามีการตกค้างของตะกั่วในต้นคะน้าอยู่ในช่วง 0.469 – 0.919 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการตกค้างของแคดเมียมในต้นคะน้าอยู่ในช่วง 0.03 – 0.284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณตะกั่วจะตกค้างมากสุดในส่วนลำต้นคะน้า และปริมาณแคดเมียมตกค้างมากสุดบริเวณส่วนราก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ตกค้างในผักบุ้งพบว่าปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีน้อยมากจนตรวจวัดไม่พบ ส่วนการตกค้างของแคดเมียมในผักบุ้งอยู่ในช่วง 0.808 – 1.395 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นคะน้าจึงเป็นดัชนีชี้วัดการตกค้างของโลหะหนักที่ดีกว่าผักบุ้ง เช่นเดียวกับไพรัตน์ (2548) ศึกษาปริมาณโลหะหนักที่สะสมในต้นคะน้าซึ่งปลูกด้วยขยะจากงานหลอมอลูมิเนียม ที่อัตราต่าง ๆ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยขยะจากงานหลอมอลูมิเนียมพบว่ามีแคดเมียมตกค้าง 0.0152 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณการตกค้างของแคดเมียมในต้นคะน้าอยู่ในช่วง 0.05 – 0.09 ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินค่ามาตรฐานของ Codex

7. ผักกาดหอม

ผักกาดหอม (Lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. วงศ์ Compositae มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและยุโรป สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี หากอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ผักกาดหอมมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว ผักกาดหอมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่สามารถให้ผลดีที่สุดในดินร่วนที่มีการระบายน้ำและอากาศดี พีเอชของดินอยู่ระหว่าง 6.0 – 6.8 ความชื้นในดินพอสมควร ต้องการแสงเต็มที่ตลอดวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 21 – 26 องศาเซลเซียส (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548ข)

ผักกาดหอมที่ปลูกและบริโภคในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ผักกาดหอมห่อ (Head Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบห่อเป็นหัว ผักกาดหอมใบ (Leaf Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ใบไม่ห่อหัว ใบกว้างและหยิกเจริญเติบโตออกไปด้านบนและด้านข้าง ต้นเป็นพุ่มเตี้ย ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะสายพันธุ์ที่มีใบสีเขียวอ่อน เช่น พันธุ์ Blackseeded Simpson และ Grand Rapid และผักกาดหอมต้น (Stem Lettuce) เป็นผักกาดหอมที่ปลูกเพื่อใช้ลำต้นรับประทาน ลักษณะลำต้นอวบ สูง ใบจะมีลักษณะคล้ายผักกาดหอมใบ แต่ใบจะเล็ก หนาและสีเข้มกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548ข)

7.1 การปลูกผักกาดหอม

การปลูกผักกาดหอมควรไถพรวนดินให้ลึกประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร อาจใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยรองพื้นประมาณ 2 – 3 ตันต่อไร่ โดยคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว แล้วตากดินทิ้งไว้ประมาณ 5 – 7 วัน หลังจากนั้นทำการหว่านเมล็ดกระจายให้ทั่วแปลง แต่ก่อนหว่านเมล็ดควรคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา หลังจากหว่านเมล็ดแล้วกลบเมล็ดด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักหนาประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร แล้วคลุมด้วยหญ้าแห้งหรือฟางแห้งบางๆ รดน้ำให้ชุ่ม ระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 20 × 20 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548ข) ส่วนการใส่ปุ๋ยสำหรับพันธุ์ใบ แนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 30 – 50 กิโลกรัมต่อไร่ (กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, 2540) ผักกาดหอมใบมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 30 – 50 วัน

7.2 ธาตุอาหารและสารตกค้างในผักกาดหอม

จากการศึกษาของ เอนก (2544) พบว่า การให้ปุ๋ยหมักตราอกริเบสตราหัวลูกศรอัตรา 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบต่อต้นในระยะเก็บเกี่ยวสูงที่สุด คือ 7.81 ใบ ขนาดของใบทั้งความกว้างและความยาวมากที่สุด และทำให้น้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุด คือ 116.1 กรัม หรือ 4,790.8 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ให้ปุ๋ยหมัก และการให้ปุ๋ยหมักอัตรา 2,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยหมักอัตรา 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 4,440.7 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราไม่เกิน 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูกาลแรกที่ปลูกและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่สามารถเพิ่มผลผลิตของผักกาดหอมได้มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ Lee *et al.* (2004) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี (N 15 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์, P_2O_5 8.85 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์ และ K_2O 9.6 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์) ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด (อัตรา 1,800 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์) และปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเศษอาหารที่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ อัตราต่างๆ (900, 1,800 และ 2,700 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์) พบว่า ในสัปดาห์ที่สองทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในสัปดาห์ที่หกพบว่าปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักจากเศษอาหารที่อัตราต่างๆ ทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด 2 – 3 เท่า โดยการใส่ปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร 2,700 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์ ทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารอัตราอื่นๆ การใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด และการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Paudel (2004) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ได้แก่ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ มูลวัว (อัตรา 4.5 ตันต่อไร่) ปุ๋ยมูลไก่ (อัตรา 4.7 ตันต่อไร่)

และปุ๋ยมูลเป็ด (อัตรา 5.8 ตันต่อไร่) ซึ่งปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยมูลเป็ดผสมด้วยรำข้าว 10 เปอร์เซ็นต์ และผ่านกระบวนการหมักแบบใช้อากาศ การใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 312 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และสูตร 21 – 0 – 0 อัตรา 164 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ได้แก่ การใช้มูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยมูลเป็ดร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยใช้ในอัตราส่วน 1 : 1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ชนิดร่วมกัน ได้แก่ การมูลวัวร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ การใช้มูลวัวร่วมกับปุ๋ยมูลเป็ด และการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยมูลเป็ด โดยใช้ในอัตราส่วน 1 : 1 ซึ่งการใช้ปุ๋ยทุกชนิดคิดจากปริมาณไนโตรเจนที่ให้พืช โดยให้มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากัน คือ 81 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกเตอร์ ปลูกผักกาดหอม 4 รอบการเก็บเกี่ยว คือ ในเดือนธันวาคม กุมภาพันธ์ เมษายน และเดือนมิถุนายน พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมสูงที่สุด คือ 338.6 กรัมต่อ 10 ต้น ซึ่งแตกต่างจากการใช้ปุ๋ยอื่นๆ และการไม่ใช้ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และ การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมมีค่าสูงที่สุด คือ 20.86 กรัมต่อ 10 ต้น โดยในภาพรวมแล้วการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตผักกาดหอมทั้ง 4 รอบการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยมูลไก่ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผักกาดหอมมีผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ยังเพิ่มการดูดซึมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในพืชด้วย ส่วนคุณภาพของผักกาดหอมพบว่าการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ และการไม่ใช้ปุ๋ยทำให้ปริมาณไฟเบอร์ในผักกาดหอมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณไฟเบอร์สูงที่สุด คือ 0.637 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาผลของกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ปลูกในดินผสม ซึ่งประกอบด้วย ดิน : ขุยมะพร้าว : แกลบดิบ อัตราส่วน 1 : 1 : 1 โดยปริมาตร ประกอบด้วยกากตะกอนอัตรา 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อกระถางขนาด 6 นิ้ว กากตะกอนแห้ง 10 และ 20 กรัม ร่วมกับปุ๋ยคอก 1 ส่วน ปุ๋ยคอก 1 ส่วน และปุ๋ยคอก 1 ส่วน ร่วมกับการรดด้วยปุ๋ยยูเรีย อัตรา 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 2 วัน ซึ่งกากตะกอนน้ำเสียที่ใช้มีปริมาณไนโตรเจน 8.3 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 4.72 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.88 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบโลหะหนัก พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับกากตะกอน 10 กรัม ให้จำนวนใบของผักกาดหอมมากที่สุด คือ 10 ใบ และให้น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดรวมของต้นและรากของผักกาดหอมสูงที่สุด คือ 30.98 และ 32.20 กรัม ตามลำดับ และทำให้น้ำหนักสดส่วนราก น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมสูงที่สุด คือ 1.44, 1.76 และ 0.42 กรัม ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวทำให้น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมต้นและรากของผักกาดหอมน้อยที่สุด คือ 4.50 และ 5.42 กรัมตามลำดับ และทำให้น้ำหนักสดรากของผักกาดหอมน้อยที่สุด คือ 0.62 กรัม (จิราพร,

2544) ในขณะที่ สุชาดา (2548) ศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยหมักที่เหมาะสม และเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้กับปุ๋ยหมักตามท้องตลาดและปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของผักกาดหอม ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียเพียงอย่างเดียวอัตราต่างๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักข้าวลีบผสมกากตะกอนน้ำเสีย อัตราส่วน 1 : 12 อัตราต่าง ๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเปลือกมันผสมกากตะกอนน้ำเสีย อัตราส่วน 1 : 12 อัตราต่างๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยหมักตามท้องตลาดสูตรที่ 1 อัตราต่างๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยหมักตามท้องตลาดสูตรที่ 2 อัตราต่างๆ (50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง) ปุ๋ยเคมี และไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียเพียงอย่างเดียวที่อัตรา 100 กรัมต่อกระถาง ให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งรวม และความสูงของผักกาดหอมมากที่สุด คือ 183.56, 190.90, 7.52 และ 7.88 กรัมต่อกระถาง และ 21.20 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากข้าวลีบผสมกากตะกอนน้ำเสียอัตราส่วน 1 : 12 และปุ๋ยหมักจากเปลือกมันผสมกากตะกอนน้ำเสียอัตราส่วน 1 : 12 ซึ่งสูงกว่าการไม่ให้ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 150 – 200 กรัม มีผลทำให้ผลผลิตของผักกาดหอมลดลง เป็นเพราะปุ๋ยหมักที่ได้มีผลทำให้เกิดการสะสมของอินทรียวัตถุมากจนกระทั่งการย่อยสลายเกิดได้ช้า รวมทั้งลดการเจริญเติบโตของราก โดยเฉพาะกรดอินทรีย์บางชนิดมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่มีอยู่ในดินก่อนการทดลอง และการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสม สำหรับการผลิตสลัดใบแดง ประกอบด้วย การไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 (อัตรา 110 กรัมต่อแปลง) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ที่ได้จากการหมักก้อนเชื้อเห็ดหอมที่หมดอายุการเปิดออกผสมมูลวัวและเชื้อจุลินทรีย์ (อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพสัดส่วน 50 : 50 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพไม่ใส่เชื้อ (อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง) การใส่ก้อนเห็ดที่หยุดให้ผลผลิต (อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ที่ผลิตจากกากตะกอนน้ำเสียของโครงการ In Went (อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง) โดยทดลองในพื้นที่ที่ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 280.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ทดลอง 1 แปลง มีขนาดพื้นที่ 6 ตารางเมตร พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพโครงการ In Went ทำให้น้ำหนักสดของสลัดใบแดงสูงสุด คือ 47.17 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ย แสดงว่าการปลูกสลัดใบแดง เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ส่วนความสูงของผักกาดหอมพบความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทาง

สถิติ โดยการใส่ก้อนเชื้อเห็ดหอมที่หมดอายุให้ความสูงต่อต้นต่ำสุด คือ 9.03 เซนติเมตร (หนึ่ง, 2547)

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในผักกาดหอม สุภาพร (2545) พบว่า มีการตกค้างของตะกั่วในรากของผักกาดหอมอยู่ในช่วง 0.00 – 2.585 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในใบของผักกาดหอมอยู่ในช่วง 2.741 – 2.582 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการตกค้างของแคดเมียมในรากของผักกาดหอมอยู่ในช่วง 0.00 – 0.079 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตกค้างในใบของผักกาดหอมอยู่ในช่วง 0.027 – 0.258 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ปนเปื้อนในอาหาร (1.0 และ 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) โดยการตกค้างของตะกั่วและแคดเมียมของผักกาดหอมมีปริมาณมากกว่าในผักคะน้า ดังนั้นผักกาดหอมน่าจะเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดการตกค้างของโลหะหนักที่ดี เช่นเดียวกับคมกฤช (2535) ศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนห้วยขวางของกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นปุ๋ยสำหรับการเจริญเติบโตของผักกาดหอม และความเสี่ยงในการสะสมโลหะหนักของผักกาดหอม ซึ่งประกอบด้วยการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25 – 7 – 7 อัตรา 96 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่กากตะกอนน้ำเสียอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่กากตะกอนน้ำเสียอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใส่แกลบอัตราต่าง ๆ (320, 640, 960 และ 1,280 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใส่กากตะกอนน้ำเสียอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่กากตะกอนน้ำเสียอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใส่แกลบอัตราต่างๆ ให้ผลผลิตของผักกาดหอมสูงกว่าผลผลิตผักกาดหอมเฉลี่ยของเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี และการใส่กากตะกอนเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตน้อยกว่าการใส่กากตะกอนร่วมกับแกลบทุกอัตรา ส่วนการสะสมโลหะหนักในผักกาดหอม พบว่า มีแนวโน้มการสะสมของโลหะหนักมากกว่าในผักคะน้า แต่ถึงอย่างไรปริมาณที่สะสมในผักคะน้าและผักกาดหอมยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี

ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี มีความชื้น 29.07 เปอร์เซ็นต์ พีเอช (pH) เท่ากับ 5.5 ปริมาณอินทรียวัตถุ 3.86 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์คาร์บอน 2.24 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.60 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.06 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียม 1,750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซัลเฟอร์ 3,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็ก 104,613 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 109.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 925.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว 2.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารหนู 2.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณแคดเมียมและปรอทมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ (ตารางผนวกที่ 1)

2. แปลงเกษตรกร เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

ดินบริเวณที่ทำการทดลองมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีค่าพีเอช 6.55 ปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง คือ 2.17 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 372.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 253.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกต่ำมากเท่ากับ 0.23 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (ตาราผนวกที่ 2)

3. ปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 10 – 10 และสูตร 15 – 15 – 15
4. เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมและเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า ของบริษัท เจียไต๋ จำกัด
5. อุปกรณ์ในการปลูก ดูแลรักษาพืช และการวิเคราะห์พืช
6. เครื่องแก้วและสารเคมีในการวิเคราะห์

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

ประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลอง โดยใช้ ผัก 2 ชนิด คือ ผักคะน้าและผักกาดหอม

1.1 ผักคะน้า วางแผนการทดลองแบบ 4 × 3 Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 48 แปลงย่อย มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 คือ ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้เหลือใช้จากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี อัตรา 0, 3, 6 และ 9 ตันต่อไร่

ปัจจัยที่ 2 คือ ปุ๋ยเคมี สูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 – 15 อัตรา 0, 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่

1.2 ผักกาดหอม วางแผนการทดลองแบบ 4 × 3 Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 48 แปลงย่อย มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 คือ ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้เหลือใช้จากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี อัตรา 0, 3, 6 และ 9 ตันต่อไร่

ปัจจัยที่ 2 คือ ปุ๋ยเคมี สูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 0, 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่

2. การเตรียมพื้นที่

เตรียมแปลงทดลองขนาด 1.5 × 3 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร จำนวน 98 แปลง ไถพรวนดินให้ละเอียด จากนั้นใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยผสมปุ๋ยหมักในตำรับการทดลองที่ต้องใส่ปุ๋ยหมักอัตราต่างๆที่กำหนด ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีให้ใส่ปริมาณครึ่งหนึ่งของอัตราที่กำหนดเพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น ผสมคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว ตากทิ้งไว้ประมาณ 5 – 7 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วจึงปลูกพืช

3. การปลูกพืช

3.1 การปลูกคะน้า

ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักจะใส่รองพื้นขณะเตรียมแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น หลังจากการเตรียมดินแล้ว หว่านเมล็ดคะน้าให้กระจายทั่วแปลง และถอนแยกครั้งแรกเมื่อต้นคะน้ามีใบจริงประมาณ 2 – 3 ใบ อายุ 20 และ 30 วัน โดยให้มีระยะห่างระหว่างต้น 20 × 20 เซนติเมตร และใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 หลังการถอนแยกครั้งที่ 1 แล้ว ในตำรับการทดลองที่ต้องใส่ปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ รดน้ำทุกวันด้วยสปริงเกอร์ ในตอนเช้าเวลา 08.00 – 09.00 น. และตอนบ่ายเวลา 15.00 – 16.00 น

3.2 การปลูกผักกาดหอม

ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักจะใส่รองพื้นขณะเตรียมแปลง และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 10 – 10 ครั้งที่ 1 แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งเพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น หลังจากการเตรียมดินแล้ว หว่านเมล็ดผักกาดหอมให้กระจายทั่วแปลง และถอนแยกครั้งแรกเมื่อต้นผักกาดหอมมีใบจริงประมาณ 2 – 3 ใบ อายุ 20 และ 30 วัน โดยให้มีระยะห่างระหว่างต้น 20 × 20 เซนติเมตร และใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 หลังการถอนแยกครั้งที่ 1 แล้ว ในตำรับการทดลองที่ต้องใส่ปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยเคมีที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งจากที่ใส่ครั้งแรก และเมื่อผักกาดหอมอายุ 3 สัปดาห์ ถอนแยกอีกครั้ง ให้มีระยะห่างระหว่างต้น 20 × 20 เซนติเมตร รดน้ำทุกวันด้วยสปริงเกอร์ ในตอนเช้าเวลา 08.00 – 09.00 น. และตอนบ่ายเวลา 15.00 – 16.00 น.

4. การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

4.1 เก็บตัวอย่างดิน ก่อนการปลูก โดยเก็บเศษพืชบริเวณที่ต้องการเก็บตัวอย่างออกก่อน แล้วใช้เสียมขุดเป็นหลุมลึกรูปตัววี 6 นิ้ว จากผิวดิน ทิ้งดินส่วนที่ขุดครั้งแรก จากนั้นใช้เสียมแซะข้างหลุมประมาณ 1 – 2 นิ้ว จะสุ่มเก็บดินทั้งหมด 16 จุด แล้วนำมาผสมเป็น 1 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินที่กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของดิน โดยการผึ่งดินให้แห้ง แล้วบดดินด้วยเครื่องบด จากนั้นร่อนดินที่บดด้วยตะแกรงทองเหลืองขนาด 2 มิลลิเมตร และนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ดังนี้ (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2548)

4.1.1 ลักษณะเนื้อดิน โดยวิธี Hydrometer

4.1.2 ค่าพีเอช (pH) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ด้วยเครื่อง pH meter

4.1.3 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation exchange capacity: CEC) ด้วยวิธี Kjeldahl method

4.1.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Walkley-Black

4.1.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี ammonium metavanadate (Barton's solution) ด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer

4.1.6 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด โดยวิธี Flame photometer

4.2 เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมัก ก่อนการปลูกพืช โดยจะสุ่มเก็บปุ๋ยหมักทั้งหมด 12 จุด นำมาผสมเป็น 1 ตัวอย่าง โดยการนำปุ๋ยหมักมาผสมคลุกเค้ากัน ทำให้พูนเป็นรูปกรวย ตบปลายกรวยให้ราบลง แบ่งออกเป็น 4 ส่วน เท่าๆ กัน จากนั้นแบ่งมา 1 ส่วน เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร และโลหะหนักที่กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก โดยการผึ่งตัวอย่างปุ๋ยหมักให้แห้ง แล้วบดด้วยเครื่องบด จากนั้นร่อนปุ๋ยหมักที่บดแล้ว ด้วยตะแกรงทองเหลืองขนาด 2 มิลลิเมตร และนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนัก ดังนี้ (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2548; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

4.2.1 ขนาดของปุ๋ยหมัก โดยวิธี Dry screen analysis

4.2.2 ความชื้น โดยวิธี Gravimetric method

4.2.3 ค่าพีเอช (pH) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ด้วยเครื่อง pH meter

4.2.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Walkley-Black

4.2.5 การย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก โดยวิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination index)

4.2.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ด้วยวิธี Kjeldahl method

4.2.7 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ด้วยวิธี ammonium metavanadate (Barton's solution) โดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

4.2.8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ ด้วยวิธี Ascorbic acid method โดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

4.2.9 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด โดยวิธี Flame photometer

4.2.10 ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี เหล็ก แมงกานีส แคดเมียม สารหนู และตะกั่ว โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

4.2.11 ปริมาณกำมะถัน โดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

4.2.12 ปริมาณปรอท โดยใช้เครื่อง Cold vapor mercury analyzer flameless atomic absorption spectrophotometer

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการสะสมธาตุอาหารในพืช

4.3.1 ผักคะน้า

สุ่มเก็บผักคะน้า เมื่อผักคะน้ามีอายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) หลังจากการปลูก แปลงละ 10 ต้น วัดการเจริญเติบโตของผักคะน้า ได้แก่ ความสูงต้น พื้นที่ใบ จำนวนใบ ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพื่อหาน้ำหนักมวลชีวภาพ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารและโลหะหนักในส่วนใบ + ต้นของผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารและโลหะหนักในผักคะน้า ดังนี้ (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

ก. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ด้วยวิธี Kjeldahl method

ข. ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Vanado molybdate yellow color

ค. ปริมาณโพแทสเซียม สังกะสี แมงกานีส และเหล็ก โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

4.3.2 ผักกาดหอม

สุ่มเก็บผักกาดหอม เมื่อผักกาดหอมมีอายุ28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) หลังจากการปลูก แปลงละ 10 ต้น วัดการเจริญเติบโต ได้แก่ การวัดความสูงต้น พื้นที่ใบ จำนวนใบ ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพื่อหาน้ำหนักมวลชีวภาพ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารและโลหะหนักในส่วนใบ + ต้นของผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยว โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จนน้ำหนักคงที่ นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารและโลหะหนักในผักกาดหอมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ธาตุอาหารและโลหะหนักในผักคะน้า

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT

6. สถานที่ทำการทดลอง

แปลงเกษตรกร บริเวณแขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

7. ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมธาตุอาหาร และโลหะหนักในผักคะน้า

1.1 การเจริญเติบโต และผลผลิตของผักคะน้า

1.1.1 ความสูง

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูงเท่ากับ 22.11, 30.73 และ 34.40 เซนติเมตร ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ความสูงของผักคะน้ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีความสูงเฉลี่ย (24.94, 39.84 และ 43.84 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีระดับสูงถึง 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีความสูงเฉลี่ย (25.73, 39.77 และ 43.44 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากกว่าผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 2 – 4 และภาพที่ 1 – 3)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีความสูง (26.60, 42.50 และ 47.07 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่นในผักคะน้า อายุ 30 และ 50 วัน และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ในผักคะน้า อายุ 40 วัน ยกเว้นการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 30 วัน (26.06 เซนติเมตร) (ตารางที่ 2 – 4 และภาพที่ 1 – 3)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถ

ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2 – 4)

ตารางที่ 2 ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	22.11 a /2	24.09 cd	24.97 ef	23.73 A /3
3	22.70 a	24.53 def	25.29 f	24.17 B
6	22.86 ab	24.23 cde	26.06 g	24.39 B
9	23.52 bc	24.70 ef	26.60 g	24.94 C
เฉลี่ย	22.80 x /4	24.39 y	25.73 z	

CV(%) = 2.20

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.44

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.38

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.77

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	30.73 a /2	36.67 cd	37.83 ef	35.08 A /3
3	33.98 b	37.03 cde	38.32 f	36.44 B
6	36.37 c	39.21 g	40.44 h	38.67 C
9	37.25 de	39.78 gh	42.50 i	39.84 D
เฉลี่ย	34.58 x /4	38.17 y	39.77 z	

CV(%) = 1.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.48

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.42

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.84

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร) อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	34.40 a /2	38.31 bc	40.46 d	37.72 A /3
3	36.81 b	41.63 e	42.62 ef	40.35 B
6	38.50 c	42.84 f	43.63 f	41.66 C
9	39.28 c	45.19 g	47.07 h	43.84 D
เฉลี่ย	37.25 x /4	41.99 y	43.44 z	

CV(%) = 1.80

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.61

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.53

C × CF = * ; LSD (5%) = 1.06

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

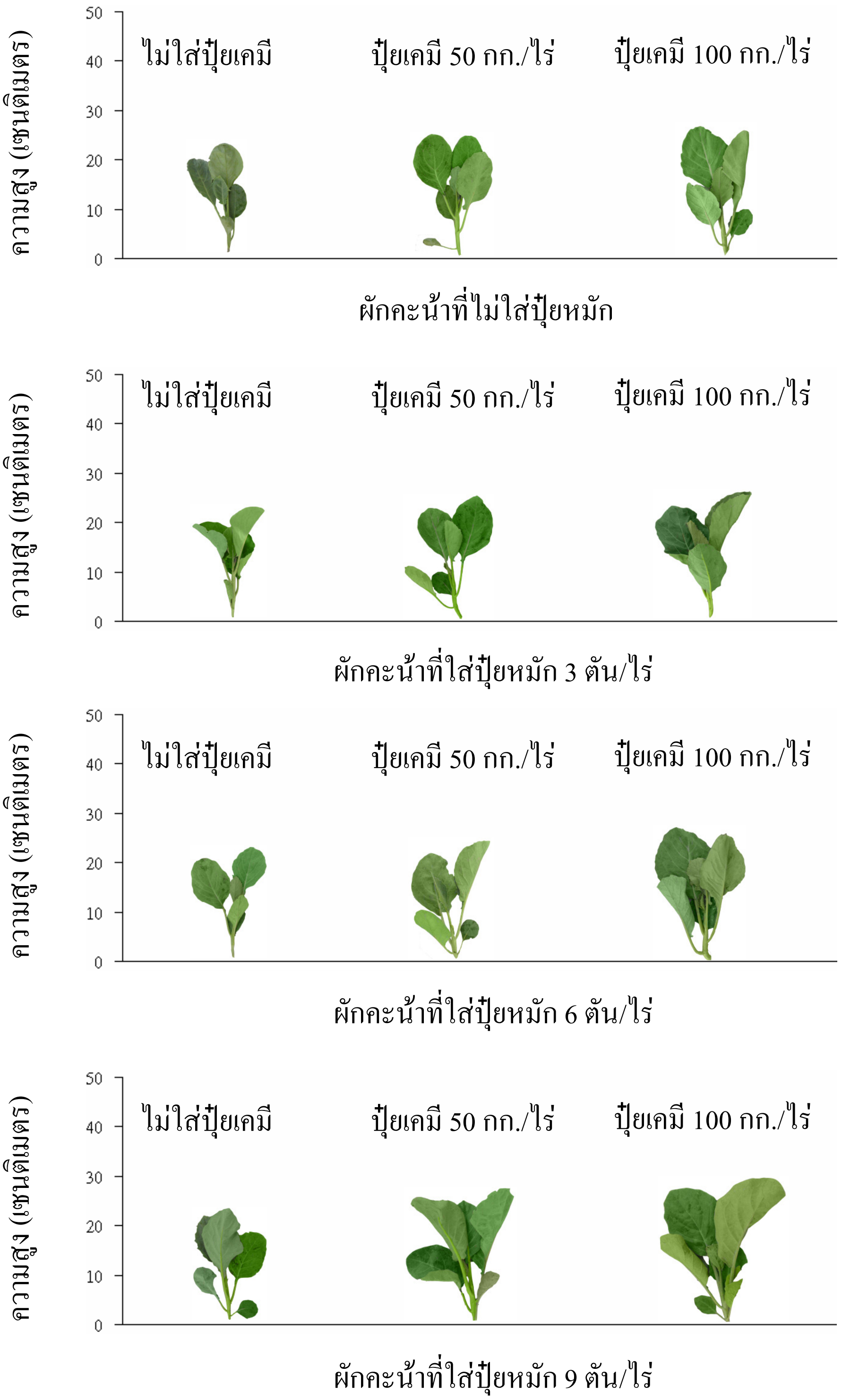
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

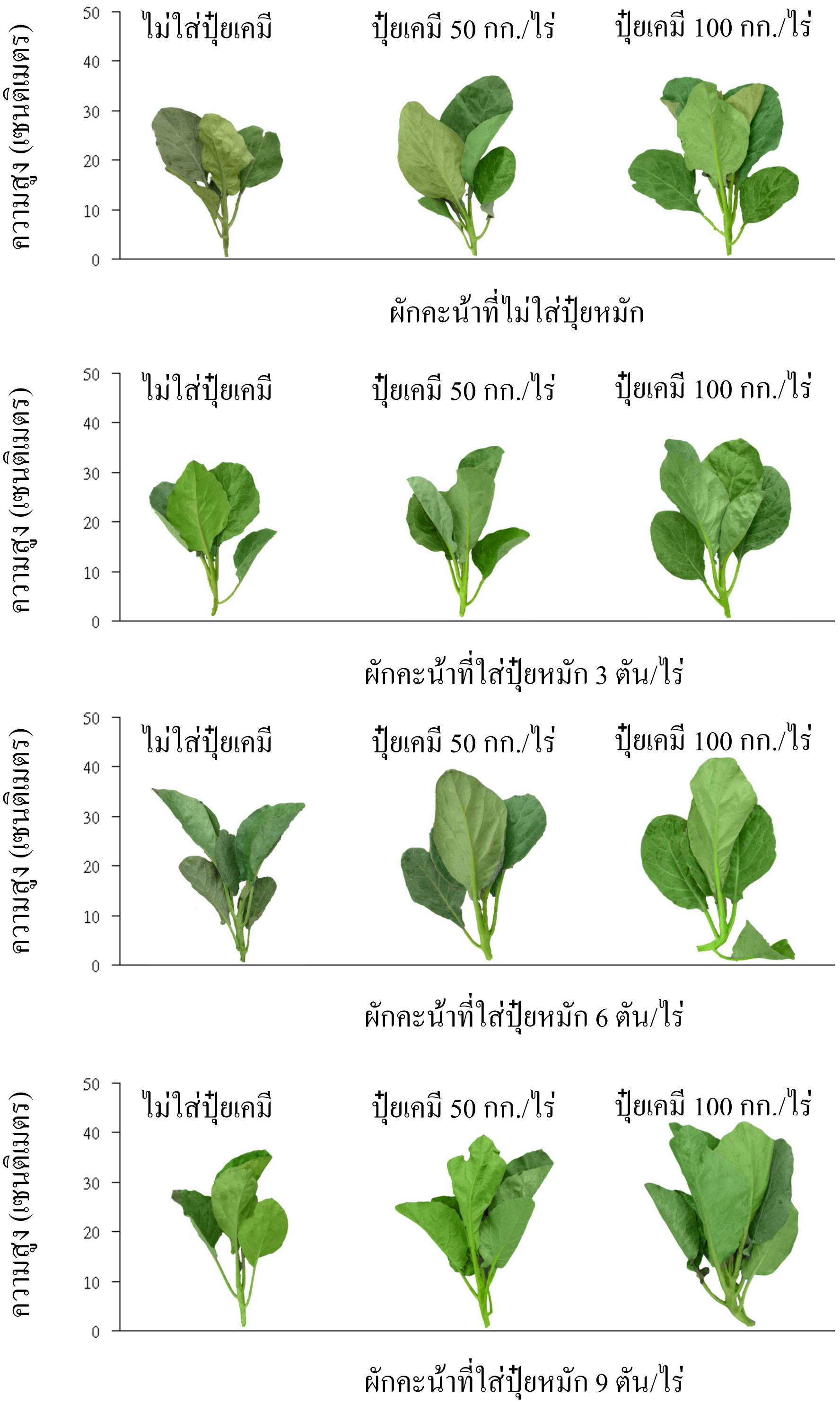
/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

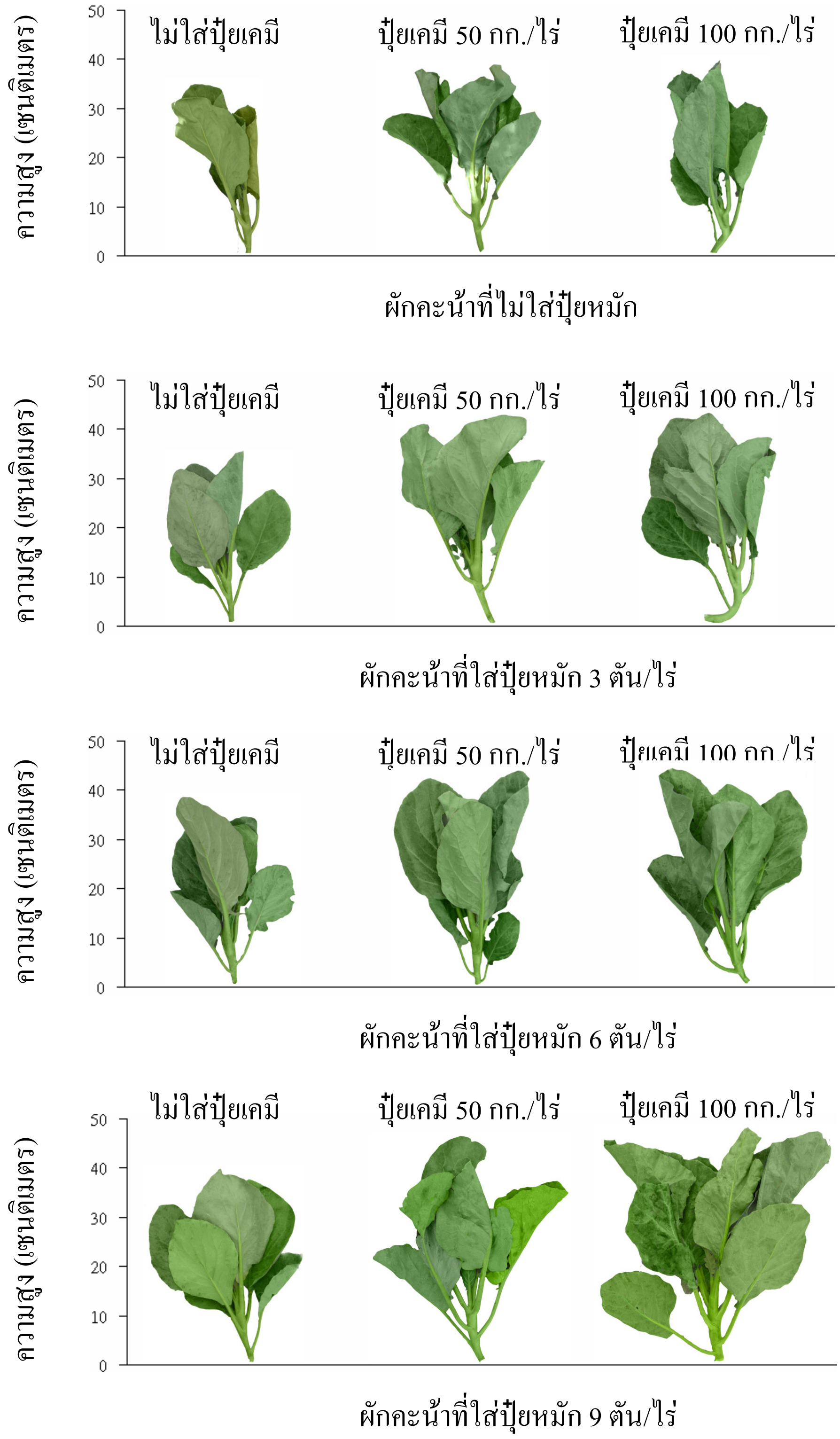
** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

1.1.2 จำนวนใบ

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบ เท่ากับ 4.4, 5.6 และ 6.4 ใบต่อต้น ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ผักคะน้า อายุ 30 วัน มีจำนวนใบ แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้ผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ย (7.1 และ 8.7 ใบต่อต้น ตามลำดับ) สูง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ผักคะน้า อายุ 30 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีผลทำให้ผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ย (4.8, 6.9 และ 8.4 ใบต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 5 – 7)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักทุกอัตรา ทำให้ผักคะน้า อายุ 30 วัน มีจำนวนใบ (4.7 – 4.9 ใบต่อต้น) มากกว่าชุดควบคุม ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน มีจำนวนใบ (7.7 และ 9.2 ใบต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 40 วัน (7.4 ใบต่อต้น) (ตารางที่ 5 – 7)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5 – 7)

ตารางที่ 5 จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	4.4 a /2	4.7 abc	4.9 c	4.7
3	4.6 abc	4.5 ab	4.8 bc	4.6
6	4.6 abc	4.7 abc	4.7 abc	4.7
9	4.6 abc	4.7 abc	4.8 bc	4.7
เฉลี่ย	4.5 x /3	4.6 xy	4.8 y	

CV(%) = 5.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.19

CF (Chemical fertilizer) = * ; LSD (5%) = 0.17

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.33

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	5.6 a /2	6.0 b	6.3 bcde	6.0 A /3
3	6.0 b	6.4 de	6.3 cde	6.3 B
6	6.1 bc	6.7 e	7.4 fg	6.7 C
9	6.2 bcd	7.3 f	7.7 g	7.2 D
เฉลี่ย	6.0 x /4	6.6 y	6.9 z	

CV(%) = 4.10

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.22

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.19

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.38

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 จำนวนใบของผักคะน้า (ใบต่อต้น) อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	6.4 a /2	7.1 b	8.0 cde	7.2 A /3
3	7.2 b	7.8 c	7.8 cd	7.6 B
6	8.1 def	8.3 fgh	8.6 gh	8.3 C
9	8.3 efg	8.6 h	9.2 i	8.7 D
เฉลี่ย	7.5 x /4	7.9 y	8.4 z	

CV(%) = 2.70

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.18

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.15

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.31

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.1.3 พื้นที่ใบ

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีพื้นที่ใบ เท่ากับ 4.37, 9.65 และ 15.55 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย (8.33, 19.52 และ 30.69 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ในผักคะน้า อายุ 30 วัน และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ในผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 50 วัน (28.99 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย (8.94, 19.72 และ 29.28 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 8 – 10)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีพื้นที่ใบ (10.51, 23.63 และ 35.02 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 50 วัน (31.58 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) (ตารางที่ 8 – 10)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีค่าพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8 – 10)

ตารางที่ 8 พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	4.37 a /2	7.43 bc	8.51 c	6.77 A /3
3	6.38 b	7.62 bc	8.25 c	7.42 AB
6	6.14 b	8.32 c	8.49 c	7.65 AB
9	6.13 b	8.35 c	10.51 d	8.33 B
เฉลี่ย	5.75 x /4	7.93 y	8.94 z	

CV(%) = 15.30

ค่า F-Test

C (Compost) = * ; LSD (5%) = 0.95

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.83

C × CF = * ; LSD (5%) = 1.65

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	9.65 a /2	14.51 b	16.03 bc	13.40 A /3
3	14.11 b	15.96 bc	17.74 cd	15.94 B
6	14.92 b	18.38 d	21.46 e	18.25 C
9	14.49 b	20.44 e	23.63 f	19.52 D
เฉลี่ย	13.29 x /4	17.32 y	19.72 z	

CV(%) = 8.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.17

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.01

C × CF = * ; LSD (5%) = 2.03

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 พื้นที่ใบของผักคะน้า (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	15.55 a /2	21.03 b	24.99 c	20.52 A /3
3	19.79 b	24.93 c	25.52 c	23.41 B
6	25.34 c	30.04 d	31.58 de	28.99 C
9	25.90 c	31.16 d	35.02 e	30.69 C
เฉลี่ย	21.64 x /4	26.79 y	29.28 z	

CV(%) = 9.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 2.05

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.78

C × CF = * ; LSD (5%) = 3.55

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.1.4 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น)

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักสด (ใบ + ต้น) เท่ากับ 9.48, 35.33 และ 48.43 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ย (17.50, 56.26 และ 74.81 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 40 วัน (51.53 กรัมต่อต้น) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ย (19.46, 56.42 และ 75.16 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 11 – 13)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักสด (23.98, 64.98 และ 86.48 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ในผักคะน้า อายุ 30 และ 50 วัน และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ในผักคะน้า อายุ 40 วัน ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 40 วัน (60.53 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 11 – 13)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้า อายุ 30 และ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักคะน้า อายุ 40 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11 – 13)

ตารางที่ 11 น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ต้นต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		50		100			
0	9.48	a /2	13.45	bcd	16.34	ef	13.09	A /3
3	11.73	b	14.00	cd	17.83	f	14.52	B
6	12.38	bc	14.80	de	19.70	g	15.63	C
9	12.59	bc	15.95	e	23.98	h	17.50	D
เฉลี่ย	11.54	x /4	14.55	y	19.46	z		

CV(%) = 8.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.01

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.87

C × CF = ** ; LSD (5%) = 1.75

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	35.33 a /2	43.03 bcd	46.43 cde	41.59 A /3
3	38.68 ab	48.60 def	53.75 fgh	47.01 B
6	40.90 abc	53.18 efg	60.53 hi	51.53 C
9	44.03 bcd	56.78 gh	64.98 i	55.26 C
เฉลี่ย	39.73 x /4	50.39 y	56.42 z	

CV(%) = 10.0

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 4.05

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 3.50

C × CF = * ; LSD (5%) = 7.01

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 น้ำหนักสดส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	48.43 a /2	56.65 cd	63.13 ef	56.07 A /3
3	50.80 ab	64.98 fg	68.95 gh	61.58 B
6	55.03 bc	72.05 h	82.10 j	69.73 C
9	60.25 de	77.70 i	86.48 k	74.81 D
เฉลี่ย	53.63 x /4	67.84 y	75.16 z	

CV(%) = 4.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 2.47

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 2.14

C × CF = ** ; LSD (5%) = 4.28

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.1.5 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น)

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 1.165, 4.450 และ 4.845 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (2.061, 5.944 และ 7.919 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 30 วัน (1.917 กรัมต่อต้น) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (2.323, 5.970 และ 7.788 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 14 – 16)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน มีน้ำหนักแห้ง (2.682, 6.381 และ 8.975 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักคะน้า อายุ 30 วัน (2.417 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 14 – 16)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในผักคะน้า อายุ 40 และ 50 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14 – 16)

ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	1.165 a /2	1.650 bcd	2.007 ef	1.607 A /3
3	1.439 b	1.718 bcde	2.187 fg	1.781 AB
6	1.518 bc	1.816 cde	2.417 gh	1.917 BC
9	1.543 bc	1.959 def	2.682 h	2.061 C
เฉลี่ย	1.416 x /4	1.786 y	2.323 z	

CV(%) = 3.20

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.18

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.16

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.31

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		50		100			
0	4.450	a /2	5.421	c	5.520	c	5.130	A /3
3	5.098	b	5.749	d	5.792	de	5.546	B
6	5.435	c	5.862	de	6.187	f	5.828	C
9	5.539	c	5.910	e	6.381	g	5.944	D
เฉลี่ย	5.130	x /4	5.736	y	5.970	z		

CV(%) = 0.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.09

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.08

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.16

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 น้ำหนักแห้งส่วนใบ + ต้น (กรัมต่อต้น) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	4.845 a /2	5.778 c	5.965 d	5.529 A /3
3	5.369 b	6.430 e	7.633 f	6.477 B
6	5.812 c	7.655 f	8.578 g	7.349 C
9	6.058 d	8.724 h	8.975 i	7.919 D
เฉลี่ย	5.5209 x /4	7.1466 y	7.788 z	

CV(%) = 1.30

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.27

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.24

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.13

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.1.6 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 1.61 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (2.12 เซนติเมตร) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (1.93 เซนติเมตร) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (2.02 เซนติเมตร) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (1.98 เซนติเมตร) (ตารางที่ 17)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (2.27 เซนติเมตร) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (2.25 เซนติเมตร) (ตารางที่ 17)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยทำให้ผักคะน้า อายุ 50 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) [/1]			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	1.61 a [/2]	1.80 bc	1.87 cde	1.76 A [/3]
3	1.73 b	1.89 cde	1.96 de	1.86 A
6	1.84 bc	1.98 e	1.98 e	1.93 AB
9	1.85 bcd	2.25 f	2.27 f	2.12 B
เฉลี่ย	1.75 x [/4]	1.98 y	2.02 y	

CV(%) = 4.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.26

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.22

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.12

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตมากกว่าการใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว จะเห็นได้จากการใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (26.60, 42.50 และ 47.07 เซนติเมตร ตามลำดับ) จำนวนใบ (4.8, 7.7 และ 9.2 ใบต่อต้น ตามลำดับ) พื้นที่ใบ (10.51, 23.63 และ 35.02 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) น้ำหนักสด (23.98, 64.98 และ 86.48 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) น้ำหนักแห้ง (2.682, 6.381 และ 8.975 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ในผักคะน้า อายุ 50 วัน (2.27 เซนติเมตร) มากที่สุด ผักคะน้า เป็นพืชที่มีอายุเพียง 1 ฤดูปลูก แต่ถ้าปลูกเพื่อเก็บเมล็ดจะเป็นพืช 2 ฤดู มีลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบซิกมอยด์ (sigmoid growth curve) (สมบุญ, 2548) คือ ในระยะแรก ภายหลังการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของคะน้าเป็นไปอย่างช้าๆ ในระยะต้นกล้าช่วงอายุ 0 – 20 วันแรก ซึ่งเป็นระยะ lag phase เมื่อคะน้าเริ่มตั้งตัวได้ การเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นระยะ log phase จะเห็นได้จากผักคะน้า อายุ 40 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูง จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นจากอายุ 30 วัน เท่ากับ 15.90 เซนติเมตร 2.9 ใบต่อต้น 13.12 ตารางเซนติเมตรต่อใบ 41.00 กรัมต่อต้น และ 3.699 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (exponential increment) และเมื่อ อายุ 50 วัน เป็นระยะที่ผักคะน้าเริ่มมีอัตราการเจริญเติบโตคงที่ (stationary phase) โดยมีความสูง จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นจากอายุ 40 วัน เล็กน้อยเพียง 4.57 เซนติเมตร 1.5 ใบต่อต้น 11.39 ตารางเซนติเมตรต่อใบ 21.50 กรัมต่อต้น และ 2.594 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของกมะริยะ (2546) พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีและน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ ทำให้ผักคะน้า พันธุ์บางบัวทอง 35 ตราศรแดง มีความสูงและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ โดยในช่วงแรก (อายุ 1 – 25 วัน) ความสูงและน้ำหนักสดของผักคะน้าจะเพิ่มขึ้นน้อย ต่อมาการเจริญเติบโตของผักคะน้าจะเพิ่มมากขึ้น (อายุ 35 – 45 วัน) และความสูงและน้ำหนักสดของผักคะน้าจะเพิ่มมากที่สุด เมื่อผักคะน้า อายุ 45 – 55 วัน หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงและน้ำหนักสดจะเริ่มคงที่และลดลงในที่สุด ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตของพืชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และปริมาณธาตุอาหาร เป็นต้น (สมบุญ, 2548) การใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น ทำให้ผักคะน้าได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ พบว่า มีไนโตรเจน 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 9 ตันต่อไร่ จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ 39.60 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส เท่ากับ 54.00 กิโลกรัมต่อไร่

และโพแทสเซียม เท่ากับ 12.60 กิโลกรัมต่อไร่ ไนโตรเจนมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเมล็ดและเนื้อเยื่อ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบและลำต้น ทำให้ใบมีสีเขียวและแข็งแรง ฟอสฟอรัส มีความสำคัญในกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในพืช ช่วยในการเจริญเติบโตของรากและจำเป็นสำหรับการพัฒนาของเมล็ด ทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี ส่วนโพแทสเซียม มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงและหายใจ การเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล จำเป็นต่อการสร้างโปรตีน ควบคุมความเต่งของเซลล์คุมและการปิดเปิดของปากใบ โพแทสเซียมจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย (สมบุญ, 2548) นอกจากนี้ในปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ประกอบไปด้วยธาตุอื่นๆ ได้แก่ แคลเซียม (1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยอดและปลายราก แมกนีเซียม (1,750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ สำคัญในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต กำมะถัน (3,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีความสำคัญในการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโน ดังนั้นผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมักจะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบดี นอกจากนี้ในการทดลองจะใส่ปุ๋ยหมักในขณะเตรียมดิน และทิ้งไว้ก่อนการปลูกคะน้า 7 วัน สุขทัย และคณะ (2550) รายงานว่า การเตรียมดินก่อนปลูก 1 – 2 สัปดาห์ จะช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ปุ๋ยหมักเกิดการสลายตัวและสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และเมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวแล้วจะได้ฮิวมัส ซึ่งมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูง ทำให้ดินมีโอกาสดูดยึดธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีได้มากขึ้น (สกล, 2549) สอดคล้องกับ ชวนพิศ และ อรรถศิษฐ์ (2549) พบว่า การใส่วัสดุปรับสภาพดินทั้งชนิดเม็ดและน้ำ โดยราดลงดินก่อนการปลูกผักคะน้า 1 วัน ในช่วงแรกความสูงของผักคะน้าจะเจริญเติบโตช้ากว่าชุดควบคุม ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของผักคะน้าในระยะแรกเจริญช้ากว่าชุดควบคุม เนื่องจากได้ใส่ปุ๋ยหมักในขณะเตรียมดิน ก่อนการปลูกคะน้านานถึง 7 วัน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักมีผลให้จุลินทรีย์ในดินได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กิจกรรมในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น อีกทั้งเส้นใยของจุลินทรีย์และเชื้อราจะเจริญเติบโตประสานกันรอบอนุภาคดิน ก่อให้เกิดเป็นเม็ดดิน และมีผลให้การระบายน้ำและอากาศในดินที่ปลูกซึ่งเป็นดินเหนียวดีขึ้น ดินมีความร่วนซุยเพิ่มขึ้น เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Giusquiani *et al.*, 1995) ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อย เนื่องจากดินที่ปลูกเป็นดินเหนียว จึงทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี ดูดซับธาตุอาหารได้น้อย ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบของผักคะน้าน้อยกว่าผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก สอดคล้องกับการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองจากโรงงานน้ำตาล อัตรา 4 และ 8 ตันต่อไร่ การใช้

ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 4 และ 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง ทำให้ดินมีปริมาณจุลินทรีย์และอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 40 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีน้ำหนักสด (13.26 กรัมต่อต้น) สูงสุด (นิทัศน์ และคณะ, 2538) เนื่องจากปุ๋ยหมักสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเคมีด้วย ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองมีน้ำหนักสดน้อยกว่าผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลา นารายณ์ เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองและปุ๋ยเคมีในปริมาณที่น้อยกว่า อีกทั้งดินเป็นดินทราย เกิดการชะล้างได้ง่าย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ผักคะน้าได้รับจึงมีน้อยกว่า ในขณะที่ ภาวนา และ สมศักดิ์ (2539) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมักจากอีเอ็ม ปุ๋ยหมักไฮเทค ปุ๋ยหมัก พด.1 ปุ๋ยหมักมูลสัตว์เคี้ยวเอื้องสด และปุ๋ยหมักโบกาฉิฟางข้าวร่วมกับอีเอ็ม โดยใช้ปุ๋ยหมัก 5 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้ากับดิน 5 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี สูตร 16 – 16 – 16 1.5 กรัม ผสมคลุกเคล้ากับดิน 10 กิโลกรัม พบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์เคี้ยวเอื้องสด มีแนวโน้มทำให้ผักคะน้า อายุ 30 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (21.3 เซนติเมตร) และน้ำหนักสด (9.4 กรัมต่อต้น) มาก โดยมีค่าใกล้เคียงกับผักคะน้า อายุ 30 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อัตรา 3 ตันต่อไร่ (ความสูง 22.70 เซนติเมตร และน้ำหนักสด 11.73 กรัมต่อต้น) ส่วนสุปรานี (2545) ศึกษาอิทธิพลของกากตะกอนหม้อกรองโรงงานน้ำตาล (ที่มีไนโตรเจน 0.75 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.51 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.63, 10.22 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ (มีไนโตรเจน 2.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.98 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.63, 1.98 และ 1.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในอัตราต่างๆ ได้แก่ การใช้ดินสูตรชาวบ้านที่มีการใส่หินฟอสเฟตผสมปุ๋ยมาร์ลและปุ๋ยเคมี การใช้ดินผสมกากตะกอน อัตรา 12 : 3, 10 : 3 และ 8 : 3 การใช้ดินผสมปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 12 : 1, 10 : 1 และ 8 : 1 และการใช้ดินผสมกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 12 : 3 : 1, 10 : 3 : 1 และ 8 : 3 : 1 โดยปริมาตร พบว่า การใช้กากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินเพิ่มขึ้น และพบว่าการใช้ดินผสมกากตะกอน อัตรา 8 : 3 มีแนวโน้มทำให้ผักคะน้า อายุ 15 และ 30 วัน มีความสูง (13.61 และ 21.20 เซนติเมตร ตามลำดับ) มาก เนื่องจากการใช้กากตะกอนร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้ดินแล้วยังช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างช้าๆ และเมื่อใส่ดินผสมกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 8 : 3 : 1 ทำให้ผักคะน้า อายุ 45 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (31.04 เซนติเมตร) น้ำหนักสด (85.53 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักแห้ง (8.59

กรัมต่อต้น) มากที่สุด และการใช้กากตะกอน ปุ๋ยมูลไก่ และการใช้กากตะกอนร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่มีสูงกว่าปุ๋ยหมัก ดังนั้นผักคะน้าจึงมีน้ำหนักสดมากกว่า ปิโยรส (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มีไนโตรเจน 1.90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.80 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.30 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 0, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 0, 20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ มีแนวโน้มทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น และทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น ในการปลูกคะน้าครั้งที่ 1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 1.2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 80 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีน้ำหนักแห้ง (132.07 กรัมต่อตารางเมตร หรือ 2.348 กรัมต่อต้น) สูงสุด ส่วนในการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 1.6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 80 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นคะน้า (108.89 กรัมต่อตารางเมตร หรือ 1.936 กรัมต่อต้น) สูงสุด โดยน้ำหนักแห้งของต้นคะน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่ใช้ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งน้ำหนักแห้งของผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์มีค่าน้อยกว่าน้ำหนักแห้งของผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1.6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 80 กิโลกรัมต่อไร่ (ปริมาณไนโตรเจน 46.4 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 36.8 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 28.8 กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าน้อยกว่าปริมาณธาตุอาหารเมื่อใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน 57.1 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 71.9 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 25.1 กิโลกรัมต่อไร่) เช่นเดียวกับ หนึ่ง (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ (จากการหมักก้อนเชื้อเห็ดหอมหมดอายุผสมมูลวัว ที่มีไนโตรเจน 0.88 – 1.07 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.09 – 0.14 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.25 – 0.50 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 14 กิโลกรัมต่อแปลง (2.49 ตันต่อไร่) ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพผสมเชื้อจุลินทรีย์ (ที่มีไนโตรเจน 0.59 0 0.84 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.08 – 0.21 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.28 – 0.49 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 14 กิโลกรัมต่อแปลง (2.49 ตันต่อไร่) ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ 7 กิโลกรัมต่อแปลง (1.25 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 125 กรัมต่อแปลง (22.22 กิโลกรัมต่อไร่) ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 250 กรัมต่อแปลง (44.44 กิโลกรัมต่อไร่) และก้อนเชื้อเห็ดหอมหมดอายุ 14 กิโลกรัมต่อแปลง (2.49 ตันต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผักคะน้าฮ่องกง อายุ 34 วัน หลังจากย้ายปลูก มีน้ำหนักสด (54.85 กรัมต่อต้น) มากที่สุด และพบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ไม่มีผลทำให้ผักคะน้าฮ่องกงมีความสูงแตกต่างกันทาง

สถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 17.14 – 19.13 เซนติเมตร ส่วน เสวียน และคณะ (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมเปลือกมัน อัตราส่วน 1 : 1 ที่มีไนโตรเจน 0.70 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.18 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.65 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.94 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.50 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน อัตราส่วน 1 : 1 : 1 ที่มีไนโตรเจน 0.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.15 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.55 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.91 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.35 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด 2 ชนิด และปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน 150 กรัมต่อตารางเมตร (9 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 12 – 8 – 8 อัตรา 1.6 กรัมต่อกระถาง ที่บรรจุดิน 5 กิโลกรัม ทำให้ผักคะน้า อายุ 55 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (31.17 เซนติเมตร) มากที่สุด ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน 100 กรัมต่อตารางเมตร (6 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผักคะน้ามีน้ำหนักสด (265 กรัมต่อต้น) มากที่สุด และการใช้ปุ๋ยหมักข้าวลีบผสมกากมันและเปลือกมัน 200 กรัมต่อตารางเมตร (12 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผักคะน้ามีน้ำหนักแห้ง (10.80 กรัมต่อต้น) เนื่องจากผักคะน้าได้รับปริมาณธาตุอาหารสูง จึงมีน้ำหนักสดและการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ไพรัตน์ (2548) ศึกษาการใช้ขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียมเป็นปุ๋ยธาตุรองในการปลูกคะน้า ซึ่งขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียมมีแมกนีเซียม 1.47 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.74 เปอร์เซ็นต์ และกำมะถัน 0.58 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกคะน้าจะใส่ปุ๋ยมูลเป็ด 800 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 8 - 8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น และเมื่อคะน้าอายุ 30 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 – 0) 25 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้า ส่วนขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียมใส่ในอัตราต่างๆ (10, 20, 30 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใช้ขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียม 40 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 55 วัน มีน้ำหนักสด (133.58 กรัมต่อต้น) มากที่สุด ส่วนการใช้ขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียม 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความสูง (40.18 เซนติเมตร) จำนวนใบ (11.36 ใบต่อต้น) และน้ำหนักแห้ง (8.41 กรัมต่อต้น) มากที่สุด เนื่องจากผักคะน้าได้รับธาตุอาหารทั้งจากปุ๋ยมูลเป็ด ปุ๋ยเคมี และยังได้รับธาตุอาหารรองในปริมาณสูงจากขยะจากงานหลอมอะลูมิเนียม จึงมีน้ำหนักสด และจำนวนใบมากกว่าผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อภิรักษ์ (2549) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักฟางข้าวผสมหินฟอสเฟต ปุ๋ยหมักกากถั่วเหลือง และปุ๋ยหมักกากถั่วเหลืองผสมหินฟอสเฟต โดยปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.95 – 2.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.73 – 1.21 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.32 – 0.65 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.71 – 2.06 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.16 – 0.22 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพน้ำชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพปลา ปุ๋ยชีวภาพมูลไก่ และปุ๋ยชีวภาพเลือดหมัก โดยปุ๋ยชีวภาพน้ำชนิดต่างๆ มีไนโตรเจน

อยู่ในช่วง 0.54 – 0.86 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.07 – 1.00 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.23 – 1.11 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.24 – 1.93 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 0.16 – 0.22 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยชีวภาพปลาทำให้ผักคะน้า อายุ 35 วัน หลังย้ายปลูก มีความสูง (23.32 เซนติเมตร) และน้ำหนักสด (62.90 กรัมต่อต้น)มากที่สุด และ สกล (2549) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลวัวที่มีไนโตรเจน 1.7 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 6.7 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1.68 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 17.2 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราต่างๆ (0, 0.5 และ 1 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยยูเรียอัตราต่างๆ (0, 25, 50 และ 75 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลวัว 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความสูง (19.61 เซนติเมตร) จำนวนใบ (9.27 ใบต่อต้น) น้ำหนักสด (5,056.0 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักแห้ง (123.82 กิโลกรัมต่อไร่) มากที่สุด แต่ยังไม่ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารจากการใช้ปุ๋ยมูลวัว 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 75 กิโลกรัม มีปริมาณไนโตรเจน 61.2 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 6.7 กิโลกรัมต่อไร่ โพแทสเซียม 16.8 กิโลกรัมต่อไร่ แคลเซียม 17.2 กิโลกรัมต่อไร่ และแมกนีเซียม 1.8 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อยกว่าผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (6.7 และ 16.8 กิโลกรัมต่อไร่) ในปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณน้อยกว่าในปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้

จะเห็นได้ว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อัตรา 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 – 15) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) มีความสูง (38.50 เซนติเมตร) น้ำหนักสด (55.03 กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้ง (5.812 กรัมต่อต้น) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.84 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (ความสูง เท่ากับ 38.31 เซนติเมตร น้ำหนักสด เท่ากับ 56.65 กรัมต่อต้น น้ำหนักแห้ง เท่ากับ 5.778 กรัมต่อต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 1.80 เซนติเมตร) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร สูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 – 15 ในอัตราสูง คือ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว จะต้องใส่ในอัตรา 12 ตันต่อไร่ จึงจะสามารถให้ผลผลิตน้ำหนักสดเทียบเท่ากับผลผลิตของผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ซึ่งมีน้ำหนักสดเท่ากับ 63.13 กรัมต่อต้น นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ยังทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว มีจำนวนใบและพื้นที่ใบ (7.2 ใบต่อต้น และ 19.79 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (7.1 ใบต่อต้น 21.03 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) อีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากดินบริเวณที่ทำการทดลองเป็นดินเหนียว มีความหนาแน่นสูง ทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี รากพืช

จึงดูดธาตุอาหารได้น้อย ส่งผลให้การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตน้อยกว่าผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมัก โดยการใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มฮิวมัสในดิน และช่วยลดความหนาแน่นของดิน ทำให้ดินเหนียวมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี แมงกานีส เป็นต้น (Giusquiani *et al*, 1995) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดิน ส่งผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารในดิน มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ (ปรีดี, 2534) สอดคล้องกับการทดลองของ Wei and Liu (2005) ที่ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสีย ซึ่งการทดลองประกอบด้วย การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก การใส่ปุ๋ยหมัก 150 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ การใส่ปุ๋ยเคมี (ปุ๋ยไนโตรเจน 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ฟอสฟอรัส 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และโพแทสเซียม 150 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์) และการใส่ปุ๋ยหมัก 120 ตันต่อเฮกเตอร์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ไนโตรเจน 100 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ฟอสฟอรัส 100 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และโพแทสเซียม 50 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผักกาดขาว อายุ 60 วัน มีผลผลิตมากที่สุด (105.05 ตันต่อเฮกเตอร์) อีกทั้งการใช้ปุ๋ยหมักสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนการใช้ปุ๋ยในการปลูกผักคะน้า พบว่า ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีราคา 25 บาท ต่อ 30 กิโลกรัม (บุญมี, 2549) ส่วนปุ๋ยเคมี ราคา 1,500 บาท ต่อ 50 กิโลกรัม โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีผลผลิตน้ำหนักสดไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นจะมีต้นทุนในการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สูงถึง 5,000 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนเพียง 1,500 บาทต่อไร่ แต่ในการใช้ปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารตกค้างในการเพาะปลูกฤดูถัดไป เนื่องจากปุ๋ยหมักจะปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้าๆ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และสามารถปลูกพืชในพื้นที่เดิม โดยพืชยังคงได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยหมักอยู่ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินเป็นกรดและอัดตัวกัน ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ลดลง นอกจากนี้การนำขยะจากเศษผักและผลไม้มาหมักทำปุ๋ย เป็นการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ และยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอย ทำให้สามารถนำค่าใช้จ่ายส่วนนี้ไปใช้พัฒนาในด้านต่างๆ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชนได้อีกด้วย

1.2 ธาตุอาหารและโลหะหนักในผักคะน้า (ใบ+ ต้น) อายุ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว)

1.2.1 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เท่ากับ 2.76 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 133.87 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย (3.15 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย (251.73 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในผักคะน้า เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (3.06 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย (3.16 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย (248.63 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 18 และ 19 และภาพที่ 4)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (3.50 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณไนโตรเจน (314.02 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (3.23 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณไนโตรเจนมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น (ตารางที่ 18 และ 19 และภาพที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	2.76 a /2	2.85 ab	2.93 ab	2.85 A /3
3	2.84 ab	2.98 abc	3.00 abc	2.94 AB
6	2.91 ab	3.05 bc	3.23 cd	3.06 BC
9	2.94 ab	3.02 abc	3.50 d	3.15 C
เฉลี่ย	2.86 x /4	2.98 x	3.16 y	

CV(%) = 6.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.16

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.14

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.28

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	133.87 a /2	164.94 bc	174.80 bcd	157.87 A /3
3	152.69 ab	191.80 d	228.62 e	191.04 B
6	168.88 bc	233.47 e	277.08 f	226.47 C
9	177.85 cd	263.31 f	314.02 g	251.73 D
เฉลี่ย	158.32 x /4	213.38 y	248.63 z	

CV(%) = 7.70

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 13.21

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 11.44

C × CF = ** ; LSD (5%) = 22.87

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.2.2 ฟอสฟอรัส

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.44 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 21.34 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักคะน้ามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย (42.20 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น และเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้ามีค่าเฉลี่ย (39.78 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 20 และ 21 และภาพที่ 4)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักคะน้าแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักคะน้า (0.55 เปอร์เซ็นต์) สูง และทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส ในผักคะน้า (48.97 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด โดยปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (47.34 มิลลิกรัมต่อต้น) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (45.04 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 20 และ 21 และภาพที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 20 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	0.44	0.46	0.48	0.46
3	0.44	0.46	0.48	0.46
6	0.44	0.53	0.53	0.50
9	0.50	0.54	0.55	0.53
เฉลี่ย	0.46	0.50	0.51	

CV(%) = 11.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.17

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.15

C × CF = ns ; LSD (5%) = 0.30

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 21 ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	21.34 a /2	26.63 abc	28.47 bc	25.48 A /3
3	23.65 ab	29.75 c	36.65 d	30.02 B
6	25.73 abc	40.39 de	45.04 ef	37.05 C
9	30.31 c	47.34 f	48.97 f	42.20 D
เฉลี่ย	25.26 x /4	36.02 y	39.78 z	

CV(%) = 12.10

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 3.37

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 2.92

C × CF = * ; LSD (5%) = 5.84

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.2.3 โพแทสเซียม

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม เท่ากับ 3.11 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 151.22 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย (4.48 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย (360.25 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (4.22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย (4.18 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย (330.89 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ยในผักคะน้า เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (4.04 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 22 และ 23 และภาพที่ 4)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (4.80 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และปริมาณโพแทสเซียม (430.99 มิลลิกรัมต่อต้น) ซึ่งสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (เปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ และ 416.40 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (เปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 4.51 เปอร์เซ็นต์ และ 386.54 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) (ตารางที่ 22 และ 23 และภาพที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 22 และ 23)

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	3.11 a /2	3.26 ab	3.56 ab	3.31 A /3
3	3.28 ab	3.72 abc	3.85 bcd	3.62 A
6	3.75 abc	4.42 cde	4.51 de	4.22 B
9	3.87 bcd	4.77 e	4.80 e	4.48 B
เฉลี่ย	3.50 x /4	4.04 y	4.18 y	

CV(%) = 12.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.40

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.35

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.70

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 23 ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		50		100			
0	151.22	a /2	188.56	abc	212.11	bcd	183.97	A /3
3	176.43	ab	239.28	d	293.90	e	236.54	B
6	218.02	bcd	338.19	e	386.54	f	314.25	C
9	234.87	cd	416.40	f	430.99	f	360.25	D
เฉลี่ย	195.13	x /4	295.61	y	330.89	z		

CV(%) = 11.90

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 27.08

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 23.45

C × CF = ** ; LSD (5%) = 46.91

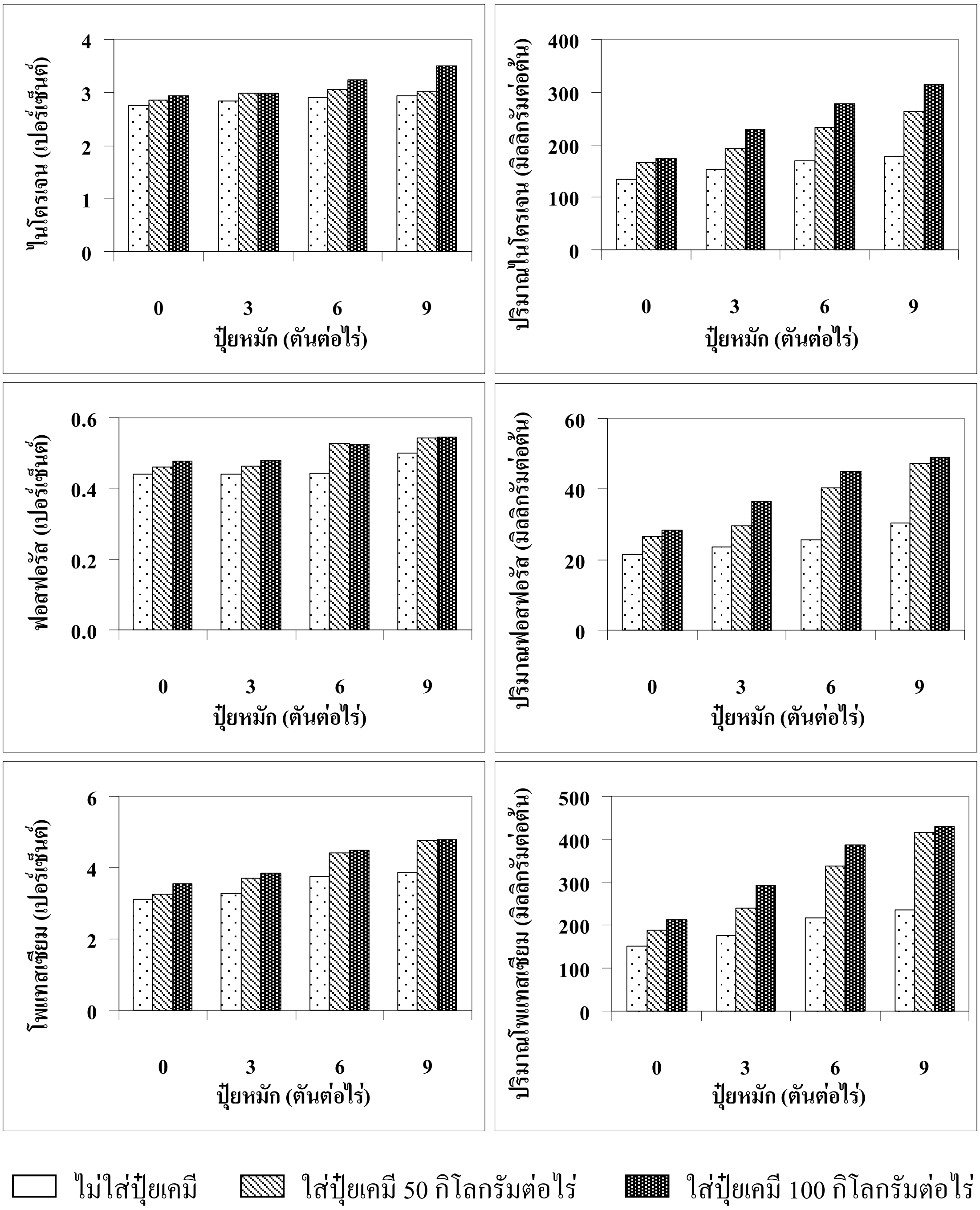
หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียมในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรีและปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ

การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า (ใบ + ต้น) ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน (3.50 เปอร์เซ็นต์ และ 314.02 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส (0.55 เปอร์เซ็นต์ และ 48.97 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม (4.80 เปอร์เซ็นต์ และ 430.99 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด เนื่องจากปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช มีไนโตรเจน 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักในอัตราสูง ทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้นด้วย เมื่อใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารเปรียบเทียบได้เท่ากับปริมาณไนโตรเจน 39.6 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 59.4 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 12.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในปุ๋ยหมัก ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยให้พืชอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ และในการทดลองจะใส่ปุ๋ยหมักขณะเตรียมดิน ก่อนการปลูกพืช 7 วัน จึงทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น อีกทั้งเมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์ในดินจะได้รับปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และมีปริมาณจุลินทรีย์มากขึ้นด้วย ทำให้กิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดินสูงขึ้น ส่งผลให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มมากขึ้น (สุขทัย และคณะ, 2550) เมื่อใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียมในผักคะน้ามากขึ้นด้วย เพราะผักคะน้าได้รับปริมาณธาตุอาหารสูงขึ้น จึงมีการเจริญเติบโตและสะสมธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชต้องการเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณมาก ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิก คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่สำคัญของพืช มีบทบาทสำคัญในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงานในพืช เมื่อพืชได้รับปริมาณฟอสฟอรัสที่สูง จะทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตดี และพืชสามารถดูดซับธาตุอาหารได้ดี ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตในด้านลำต้นและใบดีขึ้นด้วย ส่วนโพแทสเซียม มีบทบาทสำคัญในควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ มีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนในพืช (สมบุญ, 2548) ช่วยให้พืชแข็งแรงและทนทานต่อโรคและแมลง ดังนั้นผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจะมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) เนื่องจากผักคะน้าได้รับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากปุ๋ยหมัก ในผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม น้อยกว่าในผักคะน้าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากตลาดสี่มุมเมือง ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 4.88, 0.71 และ 7.72

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จิตรารัตน์, 2516) เนื่องจากผักคะน้าที่ได้จากตลาดสี่มุมเมืองเป็นการปลูกเพื่อการค้า มีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ ในขณะที่ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ใกล้เคียงกับการศึกษาของ พิมล (2534) ซึ่งพบว่า การใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Modified Hoagland's Nutrient Solution ในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ทำให้ผักคะน้า อายุ 45 วัน มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย เท่ากับ 4.23 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย เท่ากับ 0.48 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย เท่ากับ 4.93 เปอร์เซ็นต์ Rasa and Heaney (1996) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารใน Galega ซึ่งเป็นพืชจำพวกผักคะน้า ในประเทศโปรตุเกส โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9.92 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 20.16 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 38.40 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการย้ายปลูก และจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9.92 กิโลกรัมต่อไร่ อีก 2 ครั้ง เมื่อผักคะน้ามีอายุ 45 และ 63 วัน และให้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.024 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.008 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 0.012 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ปุ๋ยทางใบ เมื่อผักคะน้ามีอายุ 21 และ 58 วัน โดยปลูกผักคะน้า 4 ฤดูปลูก พบว่า ผักคะน้า อายุ 126 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบ อยู่ในช่วง 0.36 – 0.58 เปอร์เซ็นต์ และ 1.70 – 2.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในลำต้นอยู่ในช่วง 0.26 – 0.57 เปอร์เซ็นต์ และ 3.10 – 5.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใน Galega มีค่าแตกต่างจากผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากมีระยะการเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ดังนั้นผักคะน้าจึงมีการสะสมธาตุอาหารต่างกัน สุปราณี (2545) ศึกษาการใช้กากตะกอนหม้อกรองโรงงานน้ำตาล (ที่มีไนโตรเจน 0.75 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.51 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.63 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ (ที่มีไนโตรเจน 2.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.98 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.63 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราต่างๆ โดยทำการทดลองในดินร่วนปนทราย (ที่มีไนโตรเจน 0.67 ไมโครกรัมต่อกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.55 ไมโครกรัมต่อกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 654.8 ไมโครกรัมต่อกรัม) การทดลองประกอบด้วย การไม่ใส่ปุ๋ย ดินสูตรชาวบ้านที่มีการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยมาร์ลและปุ๋ยเคมี ดินผสมกากตะกอน อัตรา 12 : 3, 10 : 3 และ 8 : 3 ดินผสมปุ๋ยมูลไก่อัตรา 12 : 1, 10 : 1 และ 8 : 1 และดินผสมกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 12 : 3 : 1, 10 : 3 : 1 และ 8 : 3 : 1 โดยปริมาตร พบว่า การใช้ดินผสมกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10 : 3 : 1 ทำให้ผักคะน้ามีการสะสมไนโตรเจน (4.30 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียม (3.18 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด ส่วนการใช้ดินผสมปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10 : 1 ทำให้ผักคะน้ามีการสะสมธาตุฟอสฟอรัส (1.61 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด การใช้กากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ทำ

ให้ดินมีความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น และพบว่าผักคะน้าจะดูดซับธาตุอาหารได้สูงในช่วง 20 วันหลังจากปลูก ซึ่งเป็นระยะที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ และพืชใช้โพแทสเซียมมากที่สุด เพราะโพแทสเซียมเป็น strong competitor กับประจุบวก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม จึงทำให้พืชดูดใช้ โพแทสเซียมดี ซึ่งเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในผักคะน้าที่ปลูกในดินผสมกากตะกอนและปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10 : 3 : 1 มีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในกากตะกอนหม้อกรองโรงงานน้ำตาลและปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักคะน้าที่ปลูกในดินผสมปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10 : 1 มีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากในปุ๋ยมูลไก่มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า โดยฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนั้น พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที สอดคล้องกับ ปิโยรส (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ที่มีไนโตรเจน 1.90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.80 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.30 เปอร์เซ็นต์) อัตราต่างๆ (0, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 20 – 10 – 10 อัตราต่างๆ (0, 20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราสูงถึง 1.6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูงถึง 80 กิโลกรัมต่อไร่ (คิดเป็นปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 46.40 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 36.80 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 28.80 กิโลกรัมต่อไร่) ทำให้ผักคะน้ามีการสะสมไนโตรเจน (4.27 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (0.58 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียม (0.62 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด และพบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผักคะน้ามีการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้นด้วย โดยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ใกล้เคียงกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่ผักคะน้าได้รับใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ สกล (2549) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลวัว (ที่มีไนโตรเจน 1.70 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 6.70 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.68 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราต่างๆ (0, 0.5 และ 1 ตันต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 – 0) อัตราต่างๆ (0, 25, 50 และ 75 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลวัว 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 75 กิโลกรัมต่อไร่ (คิดเป็นปริมาณไนโตรเจน 61.20 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 6.70 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 16.80 กิโลกรัมต่อไร่) ทำให้ผักคะน้ามีการสะสมไนโตรเจน (27.44 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัส (4.00 กรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียม (50.52 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด ซึ่งการสะสมธาตุอาหารในพืชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช อายุพืช และปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม Lefsrud *et al.* (2006) ศึกษาการปลูกผักคะน้าในสารละลายธาตุอาหาร 30 ลิตร (มีไนโตรเจน 105.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 15.3 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร และโพแทสเซียม 117.3 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ได้รับความเข้มแสงต่างๆกัน พบว่า ผักคะน้ามีการสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.95 – 1.12 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม อยู่ในช่วง 4.02 – 4.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ และจากการสุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้าจากแหล่งต่างๆ ในประเทศตุรกี พบว่า ผักคะน้ามีการสะสมฟอสฟอรัสเฉลี่ย 5.73 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.35 เปอร์เซ็นต์ (Ayaz *et al*., 2006) ซึ่งแตกต่างจากผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากสภาพแวดล้อมในการปลูกผักคะน้าแตกต่างกัน ดังนั้นผักคะน้าจึงมีการสะสมธาตุอาหารต่างกัน ตรงข้ามกับการศึกษาของ นิทัศน์ และคณะ (2538) ที่ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนกรองจากโรงงานน้ำตาล อัตรา 4 และ 8 ตันต่อไร่ การใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 4 และ 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (สูตร 15 – 15 – 15) 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 8 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 40 วัน มีการสะสมไนโตรเจน (1.80 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (0.40 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียม (2.20 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด และการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น คือ 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในผักคะน้ามีค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนกรอง 8 ตันต่อไร่ เนื่องจากองค์ประกอบธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้เร็วกว่าปุ๋ยหมัก

จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผักคะน้า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 -15) โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (2.84 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (3.28 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโพแทสเซียม (176.43 มิลลิกรัมต่อต้น) โดยมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 2.85 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม 3.26 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม 188.56 มิลลิกรัมต่อต้น) จึงกล่าวได้ว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร สูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 – 15 ในอัตราสูง คือ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณไนโตรเจน (168.88 มิลลิกรัมต่อต้น) และปริมาณฟอสฟอรัส (25.73 มิลลิกรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (164.94 และ 26.63 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช ซึ่งจะปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Chen and Avnimelech, 1986) ดังนั้นผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมักจึงได้รับธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งการใช้ปุ๋ยหมัก ทำให้ดินมีความหนาแน่นรวม

ลดลง (Khaleel *et al*., 1981) ทำให้ดินเหนียวมีความร่วนซุยมากขึ้น รากพืชจึงเจริญเติบโตได้ดี และสามารถดูดซับธาตุอาหารได้มาก

1.2.4 สังกะสี

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีความเข้มข้นของสังกะสี เท่ากับ 28.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสังกะสี เท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ย (37.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณสังกะสีเฉลี่ย (0.30 มิลลิกรัมต่อต้น) ซึ่งสูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี เท่ากับ 35.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.26 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ย (38.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณสังกะสีเฉลี่ย (0.30 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นปริมาณสังกะสีในผักคะน้าเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (0.25 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 24 และ 25 และภาพที่ 5)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของสังกะสี (39.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณสังกะสี (0.36 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นความเข้มข้นของสังกะสีในผักคะน้า เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 3 และ 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (38.70 และ 38.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และปริมาณสังกะสีในผักคะน้า เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (0.33 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 24 และ 25 และภาพที่ 5)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณสังกะสีที่สะสมในผักคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ มีค่าความเข้มข้นและปริมาณสังกะสีไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 24 และ 25)

ตารางที่ 24 ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		50		100			
0	28.25	a /2	33.10	abcd	35.40	cde	32.25	A /3
3	28.95	ab	34.15	bcde	38.70	de	33.93	A
6	31.88	abc	34.50	bcde	38.73	de	35.03	AB
9	35.83	cde	36.43	cde	39.75	e	37.33	B
เฉลี่ย	31.23	x /4	34.54	y	38.14	z		

CV(%) = 11.80

ค่า F-Test

C (Compost) = * ; LSD (5%) = 3.38

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 2.93

C × CF = * ; LSD (5%) = 5.85

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 25 ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	0.14 a /2	0.19 abc	0.21 abc	0.18 A /3
3	0.16 ab	0.22 abc	0.30 abc	0.22 AB
6	0.19 abc	0.26 abc	0.33 bc	0.26 AB
9	0.22 abc	0.32 abc	0.36 c	0.30 B
เฉลี่ย	0.17 x /4	0.25 xy	0.30 y	

CV(%) = 14.10

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.10

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.09

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.18

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.2.5 แมงกานีส

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีความเข้มข้นของแมงกานีส เท่ากับ 106.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมงกานีส เท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ย (147.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย (1.20 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (0.95 มิลลิกรัมต่อต้น) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ย (143.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย (1.14 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (0.92 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 26 และ 27 และภาพที่ 5)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของแมงกานีส (180.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณแมงกานีส (1.62 มิลลิกรัมต่อต้น) ซึ่งสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น (ตารางที่ 26 และ 27 และภาพที่ 5)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีสที่สะสมในผักคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ มีค่าความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีสไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ (ตารางที่ 26 และ 27)

ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		50		100			
0	106.90	a /2	113.53	ab	118.95	ab	113.13	A /3
3	116.75	ab	125.98	abcd	133.03	bcd	125.25	AB
6	117.48	ab	127.35	abcd	139.83	cd	128.27	B
9	118.13	ab	143.25	d	180.58	e	147.32	C
เฉลี่ย	114.81	x /4	127.53	y	143.09	z		

CV(%) = 11.80

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 12.50

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 10.83

C × CF = * ; LSD (5%) = 21.65

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 27 ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	0.52 a /2	0.66 ab	0.71 bc	0.63 A /3
3	0.63 ab	0.81 c	1.02 d	0.82 AB
6	0.68 bc	0.97 d	1.20 e	0.95 BC
9	0.72 bc	1.25 e	1.62 f	1.20 C
เฉลี่ย	0.64 x /4	0.92 y	1.14 y	

CV(%) = 11.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.30

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.26

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.14

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1.2.6 เหล็ก

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีความเข้มข้นของเหล็ก เท่ากับ 150.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณเหล็ก เท่ากับ 0.73 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ย (346.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณเหล็กเฉลี่ย (2.81 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในผักคะน้ามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณเหล็กในผักคะน้ามีค่าเฉลี่ย (2.18 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (1.86 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 28 และ 29 และภาพที่ 5)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นของเหล็ก (397.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณเหล็ก (3.58 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (355.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ3.10 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) (ตารางที่ 28 และ 29 และภาพที่ 5)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณเหล็กที่สะสมในผักคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ มีค่าความเข้มข้นและปริมาณเหล็กในผักคะน้าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 28 และ 29)

ตารางที่ 28 ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	150.70a /2	161.98a	186.25ab	166.31A /3
3	188.80ab	231.88ab	240.25ab	220.31AB
6	247.15ab	248.85abc	257.50abc	251.17B
9	286.05bc	355.20cd	397.38d	346.21C
เฉลี่ย	218.18	249.48	270.34	

CV(%) = 30.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 62.32

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 53.97

C × CF = * ; LSD (5%) = 107.95

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 29 ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	0.73 a /2	0.94 ab	1.11 abc	0.93 A /3
3	1.02 abc	1.49 abcd	1.84 bcd	1.45 AB
6	1.44 abcd	1.90 cd	2.21 de	1.85 B
9	1.74 bcd	3.10 ef	3.58 f	2.81 C
เฉลี่ย	1.23 x /4	1.86 y	2.18 y	

CV(%) = 35.80

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.52

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.45

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.90

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

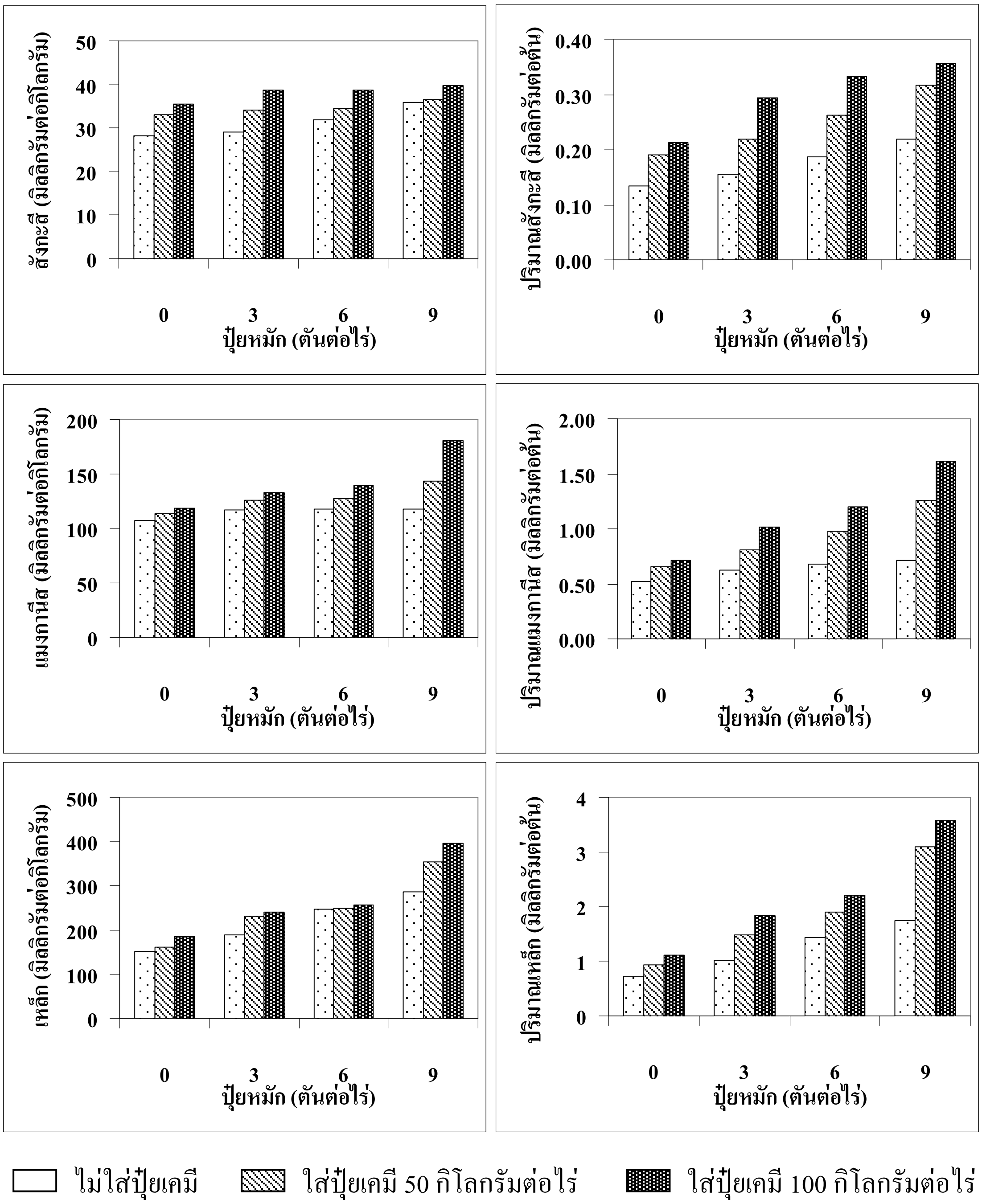
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก ในส่วนใบ + ต้นของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

1.2.7 ตะกั่ว

ผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 50 วัน มีความเข้มข้นตะกั่วสูงเท่ากับ 19.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีปริมาณตะกั่วในผักคะน้า ต่ำเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่วในผักคะน้ามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 30 และ 31 และภาพที่ 6)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่วในผักคะน้าแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ผักคะน้ามีความเข้มข้นตะกั่ว (19.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ลดลง แต่มีปริมาณตะกั่ว (0.18 มิลลิกรัมต่อต้น) มีแนวโน้มสูงกว่าชุดควบคุม (ตารางที่ 30 และ 31 และภาพที่ 6)

ตารางที่ 30 ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	19.83	19.55	19.48	19.62
3	19.70	19.53	19.48	19.57
6	19.63	19.48	19.50	19.53
9	19.40	19.38	19.35	19.38
เฉลี่ย	19.64	19.48	19.45	

CV(%) = 18.90

ค่า F-Test

C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 3.05

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 2.64

C × CF = ns ; LSD (5%) = 5.29

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 31 ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น) ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	50	100	
0	0.10	0.11	0.12	0.11
3	0.11	0.13	0.15	0.13
6	0.12	0.15	0.17	0.15
9	0.12	0.17	0.18	0.15
เฉลี่ย	0.11	0.14	0.15	

CV(%) = 21.90

ค่า F-Test

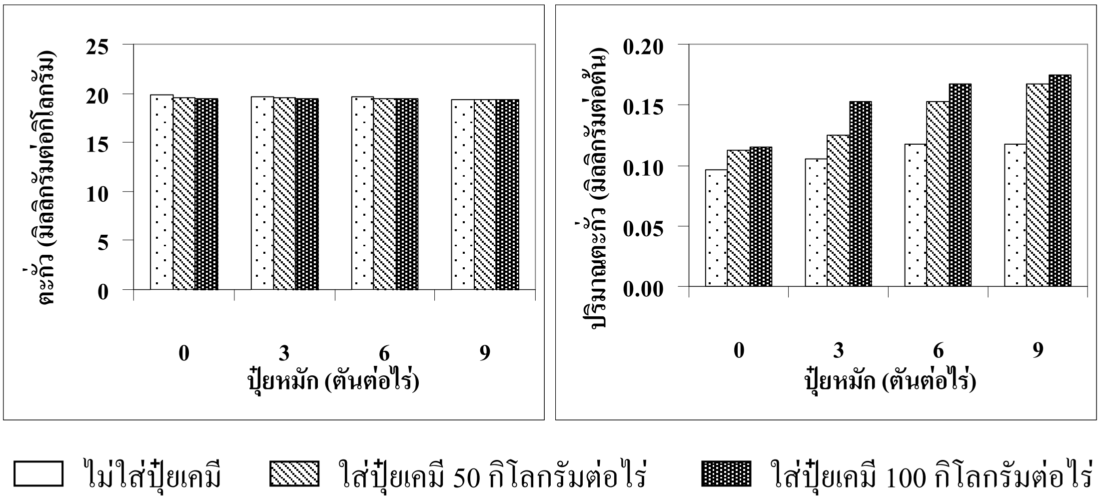
C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.09

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.08

C × CF = ns ; LSD (5%) = 0.15

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 6 ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่ว ในส่วนใบ + ต้น ของผักคะน้า อายุ 50 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักที่ได้จากขยะมูลฝอยชุมชนจะมีปริมาณจุลธาตุเป็นองค์ประกอบสูง ซึ่งจุลธาตุแต่ละชนิดพืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม (สมบุญ, 2548) ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีปริมาณสังกะสี 109.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 925.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 104,613 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า (ใบ + ต้น) ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) มีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี (39.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.36 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส (180.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.62 มิลลิกรัมต่อต้น) และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก (397.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 3.58 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด จุลธาตุทั้งสามนี้มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยสังกะสี เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase enzyme) ได้แก่ แล็กติกแอซิด ดีไฮโดรจีเนส กลูทามิกแอซิด ดีไฮโดรจีเนส และไพริมิดีนนิวคลีโอไทด์ ดีไฮโดรจีเนส เป็นส่วนองค์ประกอบของเอนไซม์บางชนิด เช่น คาร์บอนิก แอนไฮเดรส (carbonic anhydrase) และฮอร์โมนหลายชนิดในพืช เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ทริปโทเฟน (tryptophan) ซึ่งทริปโทเฟนเป็นสารหลักในการสร้างออกซิน มีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน แมงกานีส เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์แสงและไนโตรเจนเมแทบอลิซึม เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของออกซิเจน และมีบทบาทในการสร้างกรดอะมิโน อีกทั้งเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์และกรดไขมัน ส่วน

เหล็ก ทำหน้าที่สำคัญหลายอย่างในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นองค์ประกอบสำคัญของฮีม (heme) นอนฮีม (nonheme) เอนไซม์และตัวพา (carrier) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ การสร้างโปรตีนและไมโทคอนเดรียในพืชด้วย (สมบุญ, 2548) โดยทั่วไปแล้วพืชจะมีการสะสมสังกะสี อยู่ในช่วง 20 – 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส อยู่ในช่วง 25 – 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Kalavrouziotis *et al.*, 2008) และมีการสะสมเหล็กอยู่ในช่วง 18 – 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Gisbert *et al.*, 2006) แต่หากมีการสะสมเหล็กมากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พืชจะแสดงอาการเกิดพิษ (Kalavrouziotis *et al.*, 2008) ความเข้มข้นของสังกะสี แมงกานีสและเหล็กในผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อัตรา 9 ตันต่อไร่ อยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อพืช เพราะการใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด และจากการทดลองเมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผักคะน้า มีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส และความเข้มข้นและปริมาณเหล็กเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งปริมาณเหล็กที่สูงในปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จะอยู่ในสารละลายดินน้อย เนื่องจากเหล็กสามารถเกาะยึดกับสารอินทรีย์ต่างๆ ในปุ๋ยหมักได้ ทำให้เกิดเป็นสารคีเลท (chelating agent) และจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชทีละน้อย (สมบุญ, 2548) ดังนั้นปริมาณเหล็กที่สูงในปุ๋ยหมักจึงไม่เป็นพิษต่อผักคะน้า เช่นเดียวกับการศึกษา ของ Rasa and Heaney (1996) ที่ศึกษาปริมาณธาตุอาหารใน Galega ซึ่งเป็นผักจำพวกผักคะน้า ในประเทศโปรตุเกส โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9.92 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 20.16 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 38.40 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนการย้ายปลูก และจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9.92 กิโลกรัมต่อไร่ อีก 2 ครั้ง เมื่อผักคะน้ามีอายุ 45 และ 63 วัน และให้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.024 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.008 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 0.012 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ปุ๋ยทางใบ เมื่อผักคะน้ามีอายุ 21 และ 58 วัน โดยปลูกผักคะน้า 4 ฤดูปลูก พบว่า ผักคะน้า อายุ 126 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีการสะสมสังกะสี แมงกานีส และเหล็กในใบ อยู่ในช่วง 35 – 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 41 – 163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 55 – 137 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีการสะสมสังกะสี แมงกานีสและเหล็กในลำต้นของผักคะน้า อยู่ในช่วง 31 – 103 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 21 – 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 39 – 104 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจากการสุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้าจากแหล่งต่างๆ ในประเทศตุรกี พบว่า ผักคะน้ามีการสะสมสังกะสีเฉลี่ย 39.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีสเฉลี่ย 53.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็กเฉลี่ย 72.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Ayaz *et al.*, 2006) ซึ่งความเข้มข้นของสังกะสี แมงกานีส และเหล็กจากการศึกษาของ Rasa and Heaney (1996) และ Ayaz *et al.* (2006) มีค่าแตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากมีอายุการเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมที่

แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการสะสมธาตุอาหารต่างกัน Planqurt *et al.* (1999) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ (ที่มีพีเอช อยู่ในช่วง 6.0 – 7.5 สังกะสี 165 – 283 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในอัตราต่างๆ (6, 10 และ 30 ตันต่อ เฮกเตอร์) ทดลองในดินที่มีพีเอช 7.6 และสังกะสี 93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า คอลซ่า (colza) ซึ่งเป็นผักในตระกูลกะหล่ำปลี มีการสะสมสังกะสีในราก อยู่ในช่วง 17.6 – 30.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในลำต้น 14.6 – 22.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในใบ 46.6 – 87.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าการสะสมสังกะสีในพืช ขึ้นอยู่กับระดับพีเอชในดิน ในขณะที่ Wei and Liu (2005) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสีย (ที่มีสังกะสี 3,012.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การทดลองประกอบด้วย การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก การใส่ปุ๋ยหมัก 150 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ การใส่ปุ๋ยเคมี (ปุ๋ยไนโตรเจน 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ฟอสฟอรัส 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และโพแทสเซียม 150 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์) และการใส่ปุ๋ยหมัก 120 ตันต่อเฮกเตอร์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ไนโตรเจน 100 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ฟอสฟอรัส 100 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ และโพแทสเซียม 50 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 150 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ทำให้ผักกาดขาว อายุ 60 วัน มีความเข้มข้นสังกะสี (23.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด โดยการสะสมธาตุอาหารในคอลซ่าและผักกาดขาวมีค่าแตกต่างจากผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากเป็นพืชต่างชนิดกัน จึงมีการสะสมธาตุอาหารในพืชแตกต่างกัน ส่วน Lefsrud *et al.* (2006) ศึกษาการปลูกผักคะน้าในสารละลายธาตุอาหาร 30 ลิตร (มีสังกะสี 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร แมงกานีส 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ได้รับความเข้มแสงต่างๆ กัน พบว่า ผักคะน้ามีการสะสมสังกะสี อยู่ในช่วง 38.0 – 87.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 120.3 – 161.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 56.1 – 84.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ แต่อาจแตกต่างกันเนื่องจากผักคะน้าได้รับความเข้มแสงต่างกัน และจากการศึกษาของ Kalavrouziotis *et al.* (2008) ที่ศึกษาการใช้น้ำทิ้งชุมชน (ที่มีสังกะสี 109.76 ไมโครกรัมต่อลิตร แมงกานีส 84.54 ไมโครกรัมต่อลิตร และเหล็ก 102.89 ไมโครกรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ที่มีสังกะสี 6.22 ไมโครกรัมต่อลิตร แมงกานีส 4.11 ไมโครกรัมต่อลิตร และเหล็ก 35.56 ไมโครกรัมต่อลิตร) เพื่อปลูกบล็อกโคลี่ในดิน พบว่า บล็อกโคลี่ที่รดด้วยน้ำทิ้งชุมชนมีการสะสมสังกะสี (38.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (32.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเหล็ก (61.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด และ Kiziloglu *et al.* (2008) ศึกษาการใช้น้ำเสียชุมชนที่ไม่ผ่านการบำบัด (มีสังกะสี 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร แมงกานีส 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น (มีสังกะสี 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร แมงกานีส 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร) และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 (มีสังกะสี 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร แมงกานีส 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหล็ก 0.16 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร) เพื่อใช้เป็นน้ำชลประทานในการปลูกพืช พบว่า การใช้น้ำเสียชุมชนที่ไม่ผ่านการบำบัดทำให้กะหล่ำดอกและกะหล่ำปลีแดงมีผลผลิต (28.53 และ 46.87 กิโลกรัมต่อ เฮกเตอร์ ตามลำดับ) มีการสะสมสังกะสี (84.6 และ 81.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แมงกานีส (68.3 และ 72.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และเหล็ก (255.4 และ 260.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) สูงสุด ซึ่ง Kalavrouziotis *et al.* (2008) และ Kiziloglu *et al.* (2008) พบว่าเมื่อใช้น้ำจากน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นของสังกะสี แมงกานีส และเหล็กสูง ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงด้วย เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ในอัตราที่สูงขึ้น ทำให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น ตรงข้ามกับ Gisbert *et al.* (2006) ปลูกกะหล่ำปลีในดินจากแหล่งต่างๆ ในประเทศสเปน ได้แก่ ดินชุดควบคุม (มีสังกะสี 37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมงกานีส 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินจากเมือง Valencia (มีสังกะสี 2,602 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมงกานีส 1,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินจากเมือง Murcia (มีสังกะสี 1,826 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่พบแมงกานีส) พบว่า กะหล่ำปลีชุดควบคุม อายุ 80 วัน มีน้ำหนักสด (833.0 กรัมต่อต้น) สูงสุด ส่วนกะหล่ำปลีที่ปลูกในดินจากเมือง Valencia มีน้ำหนักสด (518.0 กรัมต่อต้น) น้อยที่สุด เนื่องจากปริมาณสังกะสีที่สูงในดิน ทำให้กะหล่ำปลีมีการสะสมสังกะสี สูงสุด เท่ากับ 381.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นระดับที่เป็นพิษต่อพืช มีผลทำให้ผลผลิตลดลง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลธาตุที่สะสมในผักคะน้าซึ่งใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี (31.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.19 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (33.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.19 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส (116.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.63 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (113.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.66 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยวมีความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก (188.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.02 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ (186.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.11 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีปริมาณจุลธาตุเหล่านี้สูง

ส่วนความเข้มข้นและปริมาณตะกั่วในผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่วในผักคะน้ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในผักคะน้าลดลง แต่กลับทำให้ปริมาณตะกั่วในผักคะน้าเพิ่มสูงขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในผักคะน้า (19.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยหมักมีบทบาทหน้าที่ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน เมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวแล้วจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูง จึงทำให้ตะกั่วถูกดูดซับโดยฮิวมัสที่ได้จากปุ๋ยหมัก (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548) แต่การใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ กลับทำให้ปริมาณตะกั่ว (0.18 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น เนื่องจากผักคะน้ามีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบดี ส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ดังนั้นผักคะน้าจึงมีการสะสมปริมาณตะกั่วในส่วนเหนือดินสูง ส่วนผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) มีความเข้มข้นของตะกั่วสูง ซึ่งตะกั่วมีผลยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของพลาสติด ยับยั้งการสังเคราะห์แสงและยับยั้งเมแทบอลิซึมของไนโตรเจน (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2536) ผักคะน้าที่มีความเข้มข้นของตะกั่วสูง จะมีการเจริญเติบโตของรากและใบลดลง ส่งผลให้ผักคะน้ามีการสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อย และในการรับประทานผักที่มีการปนเปื้อนของตะกั่วจะต้องไม่บริโภคเกินกว่าที่ FAO/WHO กำหนดมาตรฐานไว้ คือ ไม่ควรบริโภคเกิน 3 มิลลิกรัมต่อสัปดาห์ (สุภาพร, 2545) ถ้าหากมีตะกั่วสะสมอยู่ในร่างกายมากจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ทำให้ระบบย่อยอาหารผิดปกติ เกิดโรคโลหิตจาง ไตและระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2536) สอดคล้องกับการศึกษาของ Planqurt *et al.* (1999) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ (ที่มีตะกั่วอยู่ในช่วง 34.0 – 102.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในอัตราต่างๆ (6, 10 และ 30 ตันต่อเฮกเตอร์) ทดลองในดินที่ตะกั่ว 25.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า คอลซ่า (colza) ซึ่งเป็นผักในตระกูลกะหล่ำปลี มีการสะสมตะกั่วในส่วนต่างๆ น้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีตะกั่ว (2.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) น้อยกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียและในดินที่ปลูกคอลซ่า แต่กลับมีการสะสมของตะกั่วในผักคะน้าชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) (19.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าในคอลซ่า ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมตะกั่วจะขึ้นอยู่กับชนิดพืช ลักษณะสมบัติของดิน ชนิดและรูปทางเคมีของตะกั่ว ปฏิกิริยาเสริมหรือปฏิกิริยาหักล้างของโลหะหนักและธาตุอื่นๆ และสภาพแวดล้อมต่างๆ ด้วย เช่นเดียวกับ สุภาพร (2545) พบว่า ผักคะน้าที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่มีตะกั่วอยู่ในช่วง 23.65 – 29.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ย(ในราก 0.22 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม ใบ 0.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลำต้น 1.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) น้อยกว่าผักคะน้าที่ปลูกในดินที่มีตะกั่ว 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ในราก 3.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใบ 6.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลำต้น 3.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของตะกั่วในพืช 150 – 320 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พืชจะแสดงอาการเกิดพิษ (Sinha *et al.*, 2006) จากการทดลองของ Sinha *et al.* (2006) พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกั่วในสารละลายธาตุอาหารจนถึงระดับ 0.5 – 1.0 มิลลิโมล ของตะกั่ว จะทำให้กะหล่ำปลี อายุ 85 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) แสดงอาการเป็นพิษ คือ น้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบของกะหล่ำปลีจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เนื่องจากตะกั่วทำให้การสังเคราะห์แสง และเมแทบอลิซึมของไนโตรเจนลดลง และยังพบว่าเมื่อความเข้มข้นของตะกั่วในพืชเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในพืชเพิ่มสูงขึ้นด้วย แต่กลับทำให้ความเข้มข้นของกำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส และทองแดงในพืชลดลง

2. ผลของการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมธาตุอาหาร และโลหะหนักในผักกาดหอม

2.1 การเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอม

2.1.1 ความสูง

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง เท่ากับ 7.82, 9.28 และ 10.33 เซนติเมตร ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ความสูงของผักกาดหอมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีความสูงเฉลี่ย (12.00, 18.08 และ 22.34 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีความสูงเฉลี่ย (12.21, 16.99 และ 21.29 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 32 – 34 และภาพที่ 7 – 9)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีความสูง (12.53, 19.56 และ 24.26 เซนติเมตร ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 28 วัน (12.38 เซนติเมตร) และ 35 วัน (18.34 เซนติเมตร) (ตารางที่ 32 – 34 และภาพที่ 7 – 9)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอม อายุ 28 และ 35 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักกาดหอม อายุ 42 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 32 – 34)

ตารางที่ 32 ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	7.82 a /2	11.31 d	11.85 f	10.33 A /3
3	10.58 b	11.55 e	12.09 g	11.40 B
6	10.76 c	11.84 f	12.38 h	11.66 C
9	11.49 e	12.00 fg	12.53 h	12.00 D
เฉลี่ย	10.16 x /4	11.67 y	12.21 z	

CV(%) = 1.10

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.10

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.32

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.18

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 33 ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	9.28 a /2	14.75 c	16.13 cd	13.38 A /3
3	11.41 b	16.04 cd	16.20 cd	14.55 B
6	15.09 c	16.74 cde	18.34 ef	16.72 C
9	16.67 cde	18.02 def	19.56 f	18.08 D
เฉลี่ย	13.11 x /4	16.38 y	16.99 y	

CV(%) = 9.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.15

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.00

C × CF = ** ; LSD (5%) = 2.00

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 34 ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความสูง (เซนติเมตร			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่)/1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	10.33 a /2	17.53 bc	19.01 de	15.62 A /3
3	17.67 c	19.85 ef	19.40 def	18.97 B
6	18.35 cd	20.49 f	22.47 h	20.44 C
9	20.48 f	22.28 h	24.26 i	22.34 D
เฉลี่ย	16.71 x /4	20.04 y	21.29 z	

CV(%) = 4.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.74

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.64

C × CF = ** ; LSD (5%) = 1.28

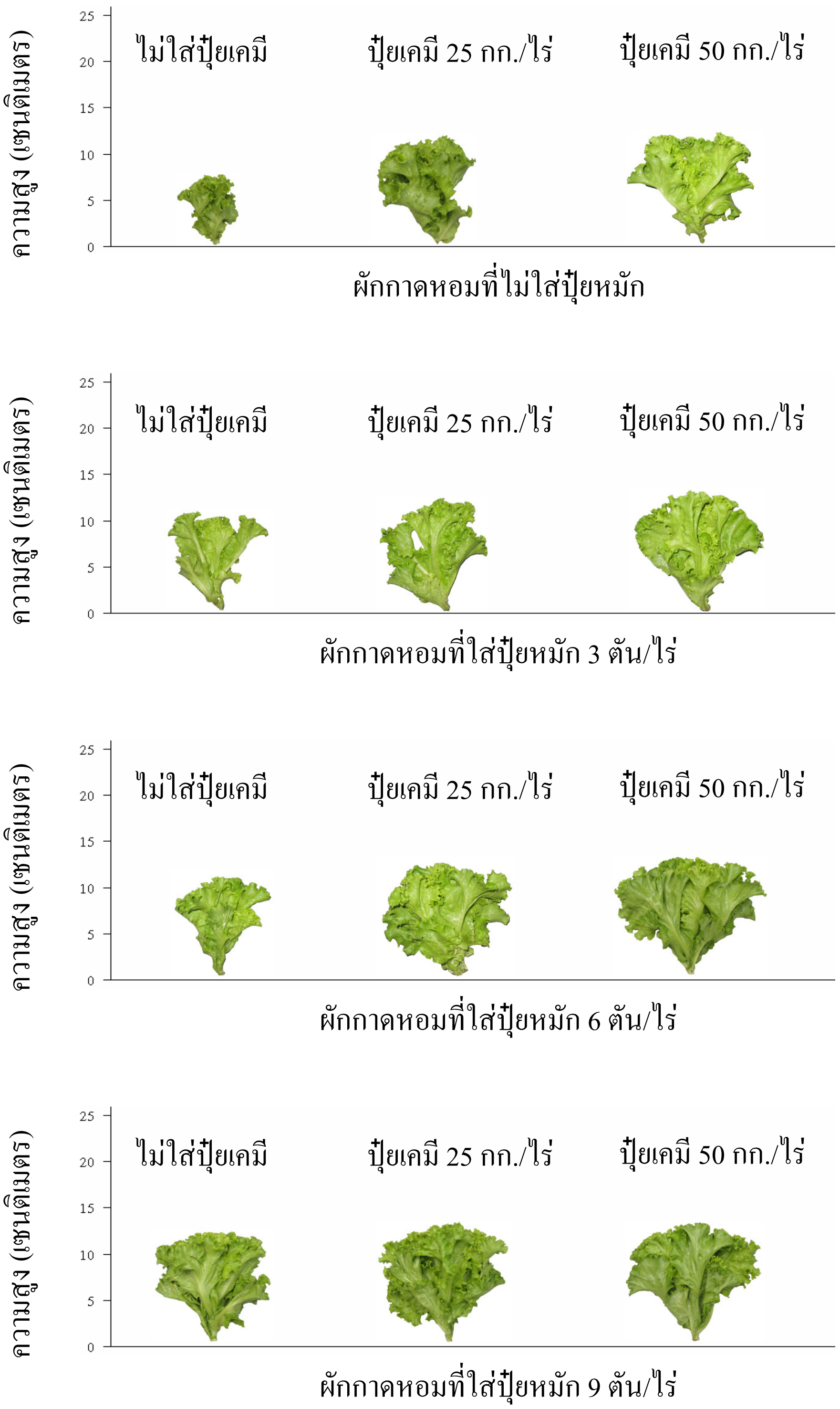
หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

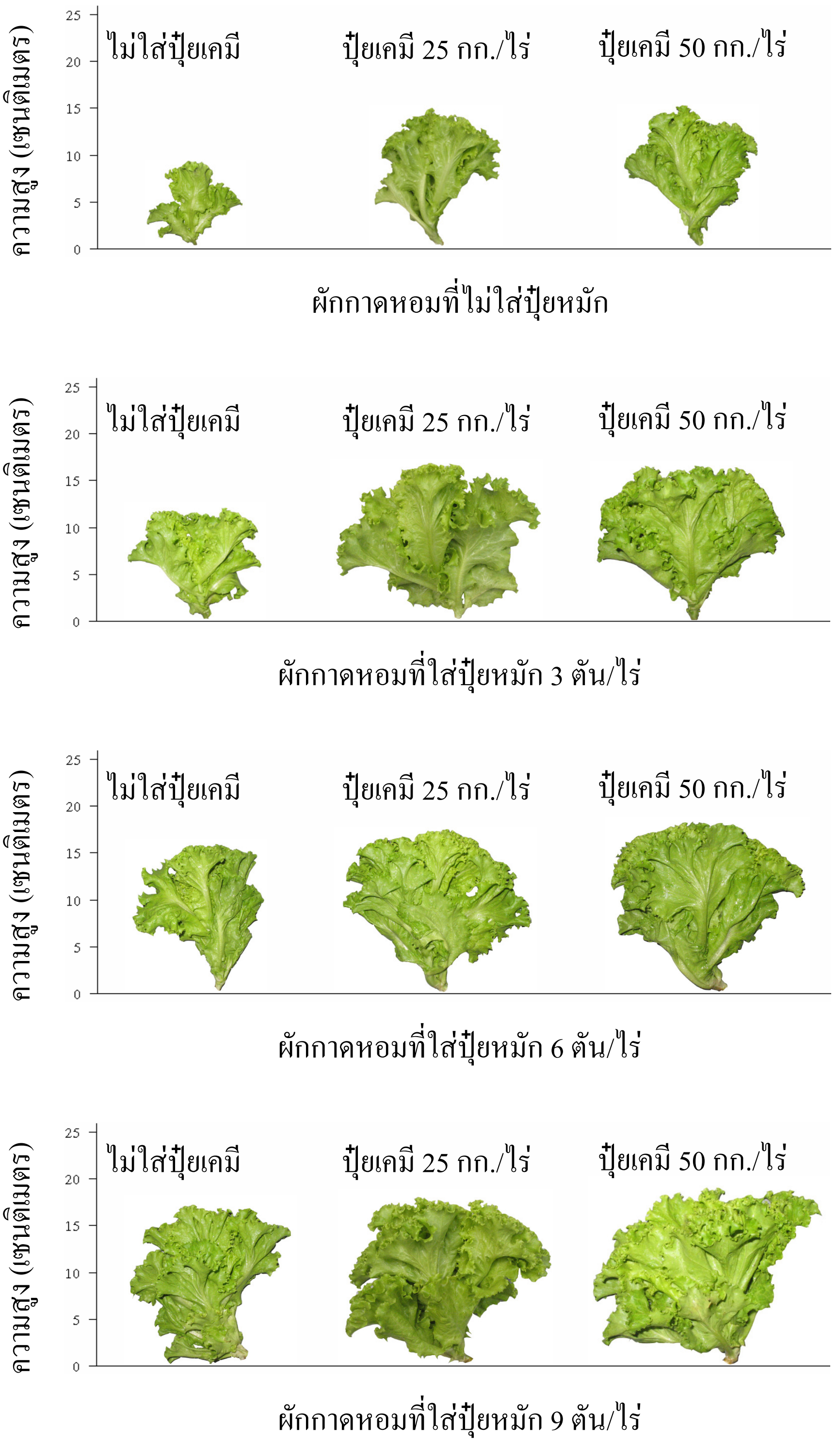
/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

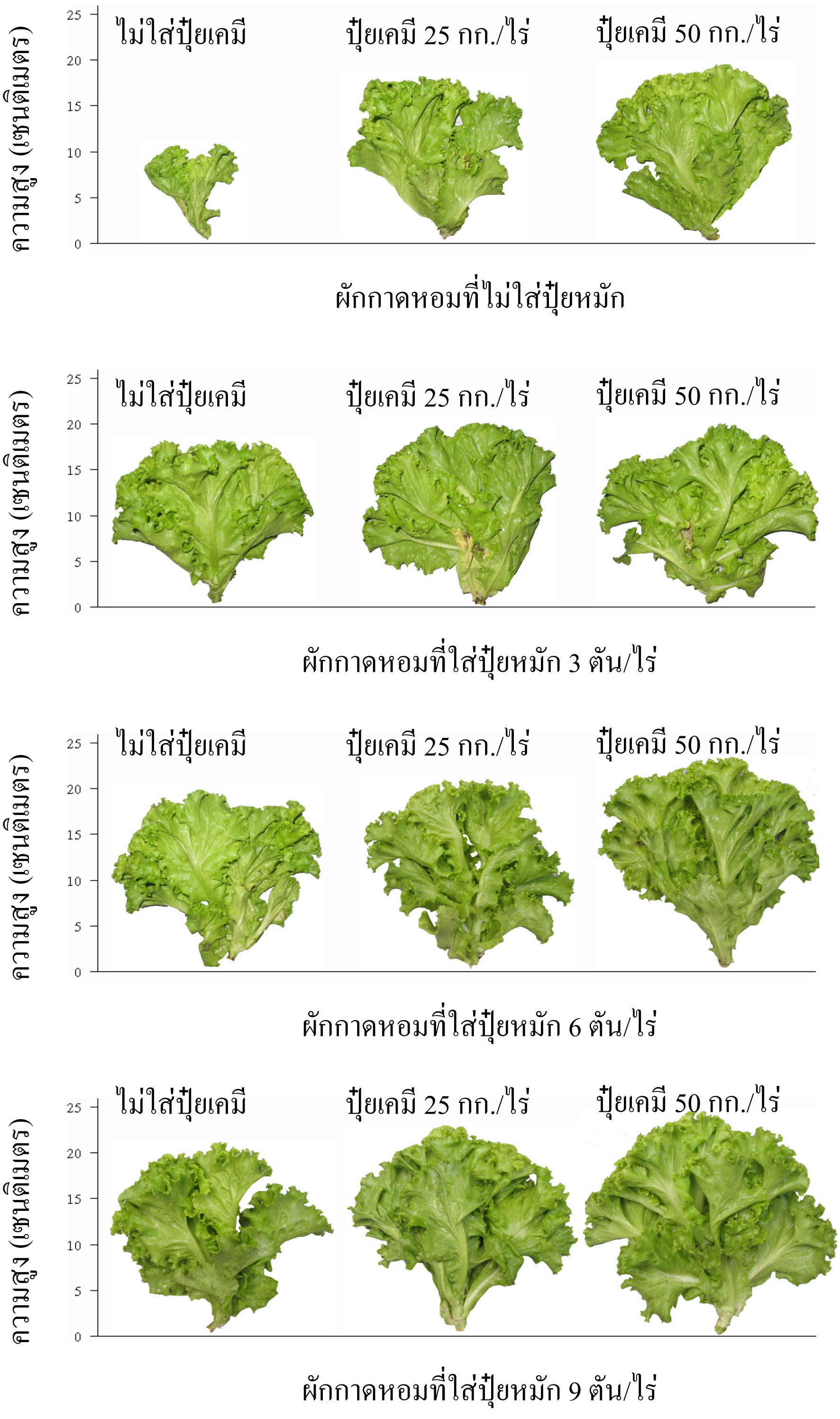
** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 28 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ



ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 35 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ



ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ

2.1.2 จำนวนใบ

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีจำนวนใบ เท่ากับ 6.1, 6.6 และ 6.7 ใบต่อต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ย (9.4, 12.0 และ 13.0 ใบต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีจำนวนใบเฉลี่ย (8.9, 10.5 และ 11.6 ใบต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 35 – 37)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28 วัน มีจำนวนใบ (9.7 ใบต่อต้น) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (9.6 ใบต่อต้น) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (9.6 ใบต่อต้น) ส่วนในผักกาดหอม อายุ 35 และ 42 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบ (12.6 และ 13.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 42 วัน (13.5 ใบต่อต้น) (ตารางที่ 35 – 37)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักกาดหอม อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในผักกาดหอม อายุ 35 และ 42 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 35 – 37)

ตารางที่ 35 จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	6.1 a /2	7.1 b	7.8 c	7.0 A /3
3	6.9 b	8.1 c	8.5 d	7.9 B
6	8.5 d	9.1 e	9.6 f	9.1 C
9	8.8 d	9.6 f	9.7 f	9.4 D
เฉลี่ย	7.6 x /4	8.5 y	8.9 z	

CV(%) = 2.90

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.20

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.17

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.35

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 36 จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	6.6 a /2	7.5 b	8.7 c	7.6 A /3
3	8.7 c	9.3 d	9.3 d	9.1 B
6	10.2 e	11.0 f	11.5 g	10.9 C
9	11.3 fg	12.1 h	12.6 i	12.0 C
เฉลี่ย	9.2 x /4	10.0 y	10.5 z	

CV(%) = 3.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.24

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.21

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.42

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 37 จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	6.7 a /2	7.7 b	9.1 c	7.8 A /3
3	9.2 c	9.6 c	10.5 d	9.8 B
6	10.5 d	12.3 e	13.5 f	12.1 C
9	12.6 e	12.8 ef	13.5 f	13.0 D
เฉลี่ย	9.8 x /4	10.6 y	11.6 z	

CV(%) = 5.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.47

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.41

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.81

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 พื้นที่ใบ

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีพื้นที่ใบ เท่ากับ 4.19, 4.90 และ 5.32 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย (7.70, 9.19 และ 9.65 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 28 วัน (7.65 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย (8.62, 9.25 และ 9.48 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 38 – 40)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีพื้นที่ใบ (8.73, 9.68 และ 9.97 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 3 และ 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 28 วัน (8.64 และ 8.73 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) (ตารางที่ 38 – 40)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ผักกาดหอม อายุ 35 และ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในผักกาดหอม อายุ 28 วัน การใส่ปุ๋ยหมักทุกอัตรามีค่าพื้นที่ใบน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 38 – 40)

ตารางที่ 38 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	4.19 a /2	7.90 d	8.40 ef	6.83 A /3
3	5.08 b	8.18 de	8.64 f	7.30 B
6	5.80 c	8.44 ef	8.73 f	7.65 C
9	5.83 c	8.56 ef	8.73 f	7.70 C
เฉลี่ย	5.22 x /4	8.27 y	8.62 z	

cv(%) = 4.30

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.26

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.23

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.46

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 39 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	4.90 a /2	8.26 b	8.92 cd	7.36 A /3
3	7.97 b	8.75 c	9.16 cd	8.62 B
6	8.10 b	8.94 cd	9.26 d	8.77 B
9	8.87 cd	9.04 cd	9.68 e	9.19 C
เฉลี่ย	7.46 x /4	8.74 y	9.25 z	

CV(%) = 3.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.24

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.21

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.42

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 40 พื้นที่ใบของผักกาดหอม (ตารางเซนติเมตรต่อใบ) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตรต่อใบ)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	5.32 a /2	8.51 bc	8.61 bc	7.48 A /3
3	8.42 b	9.17 d	9.55 e	9.05 B
6	8.74 c	9.65 e	9.77 ef	9.38 C
9	9.29 d	9.71 e	9.97 f	9.65 D
เฉลี่ย	7.94 x /4	9.26 y	9.48 z	

CV(%) = 2.00

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.15

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.13

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.25

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.1.4 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น)

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักสด เท่ากับ 12.13, 16.04 และ 17.16 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ย (25.74, 49.78 และ 70.12 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักสดเฉลี่ย (27.90, 46.78 และ 66.74 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 41 – 43)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักสด (31.03, 55.66 และ 78.47 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น (ตารางที่ 41 – 43)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักกาดหอมที่ใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 35 และ 42 วัน สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักสดแตกไม่ต่างกันทางสถิติ ส่วนผักกาดหอม อายุ 28 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 41 – 43)

ตารางที่ 41 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	12.13 a /2	19.85 c	24.73 ef	18.90 A /3
3	17.49 b	22.21 d	26.25 g	21.98 B
6	19.54 c	23.53 e	29.60 h	24.22 C
9	21.13 d	25.06 fg	31.03 i	25.74 D
เฉลี่ย	17.57 x /4	22.66 y	27.90 z	

CV(%) = 3.80

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.72

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.62

C × CF = ** ; LSD (5%) = 1.24

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 42 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	16.04 a /2	32.24 bc	33.41 c	27.23 A /3
3	32.23 b	40.24 e	45.65 g	39.37 B
6	37.24 d	48.35 h	52.38 i	45.99 C
9	42.14 f	51.54 i	55.66 j	49.78 D
เฉลี่ย	31.91 x /4	43.09 y	46.78 z	

CV(%) = 3.20

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.07

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.93

C × CF = ** ; LSD (5%) = 1.86

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 43 น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	17.16 a /2	46.08 b	48.41 c	37.22 A /3
3	45.75 b	57.44 e	65.46 f	56.22 B
6	51.71 d	66.62 f	74.63 g	64.32 C
9	59.30 e	72.58 g	78.47 h	70.12 D
เฉลี่ย	43.48 x /4	60.68 y	66.74 z	

CV(%) = 2.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.18

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.02

C × CF = ** ; LSD (5%) = 2.04

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.1.5 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น)

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 0.627, 0.878 และ 1.005 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (1.344, 2.757 และ 3.688 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (1.462, 2.592 และ 3.704 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น (ตารางที่ 44 – 46)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีน้ำหนักแห้ง (1.627, 3.101 และ 4.157 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักกาดหอม อายุ 28 และ 42 วัน (1.553 และ 3.944 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) (ตารางที่ 44 – 46)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่ใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอม อายุ 28 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ได้ โดยมีค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักกาดหอม อายุ 35 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อผักกาดหอม อายุ 42 วัน การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 44 – 46)

ตารางที่ 44 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 28 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.627 a /2	1.022 cd	1.295 gh	0.981 A /3
3	0.905 b	1.142 ef	1.371 h	1.139 B
6	1.011 c	1.226 fg	1.553 i	1.263 C
9	1.103 de	1.302 gh	1.627 i	1.344 D
เฉลี่ย	0.911 x /4	1.173 y	1.462 z	

CV(%) = 1.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.05

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.04

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.09

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 45 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 35 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.878 a /2	1.413 b	2.137 d	1.476 A /3
3	1.922 c	2.132 d	2.425 f	2.160 B
6	2.117 d	2.420 f	2.707 g	2.415 C
9	2.300 e	2.870 h	3.101 i	2.757 D
เฉลี่ย	1.804 x /4	2.209 y	2.592 z	

CV(%) = 0.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.13

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.11

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.06

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 46 น้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) ของผักกาดหอม (กรัมต่อต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	1.005	a /2	2.477	b	3.083	cd	2.188	A /3
3	2.543	b	3.139	d	3.631	e	3.104	B
6	2.780	bc	3.628	e	3.944	fg	3.451	C
9	3.111	d	3.797	ef	4.157	g	3.688	D
เฉลี่ย	2.360	x /4	3.260	y	3.704	z		

CV(%) = 6.90

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.18

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.15

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.31

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ผักกาดหอมเป็นพืชที่มีอายุเพียง 1 ฤดูปลูก ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบซิกมอยด์ (sigmoid growth curve) คือ ในระยะแรกจะเจริญเติบโตช้าในช่วงสั้นๆ หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นระยะ log phase ต่อมาการเจริญเติบโตจะเริ่มคงที่ (stationary phase) และตายในที่สุด (สมบุญ, 2548) จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ พบว่า ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินที่ปลูกผักกาดหอม ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (12.53, 19.56 และ 24.26 เซนติเมตร ตามลำดับ) จำนวนใบ (9.7, 12.6 และ 13.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ) พื้นที่ใบ (8.73, 9.86 และ 9.97 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) น้ำหนักสด (31.03, 55.66 และ 78.47 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้ง (1.627, 3.101 และ 4.157 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ผักกาดหอม อายุ 35 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูง จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นจากอายุ 28 วัน เท่ากับ 7.03 เซนติเมตร 3.3 ใบต่อต้น 0.95 ตารางเซนติเมตรต่อใบ 24.63 กรัมต่อต้น และ 1.473 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (exponential increment) ภายหลังการปลูก 42 วัน เป็นระยะที่ผักกาดหอมมีอัตราการเจริญเติบโตเริ่มคงที่ ผักกาดหอมมีความสูง จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นจากอายุ 35 วัน ไม่มากนัก เท่ากับ 4.70 เซนติเมตร 0.9 ใบต่อต้น 0.29 ตารางเซนติเมตรต่อใบ 22.81 กรัมต่อต้น และ 1.057 กรัมต่อต้น ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระยะนี้จะมีค่าต่ำกว่าผักกาดหอมระยะ 35 วัน สอดคล้องกับ Dye and Crist (1929) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ปลูกผักกาดหอมในกระถาง ซึ่งบรรจุดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 4 กรัม ทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสูงสุด (82.4 กรัมต่อต้น) โดยน้ำหนักของผักกาดหอมใน 2 สัปดาห์แรกเพิ่มขึ้น และต่อมาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเริ่มคงที่เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตของพืชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช สภาพแวดล้อมต่างๆ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และปริมาณธาตุอาหารในดิน (สมบุญ, 2548) ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ร่วมกับปุ๋ยเคมี จะมีการเจริญเติบโตมากกว่าผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากผักกาดหอมได้รับธาตุอาหารทั้งจากปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี ซึ่งปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีไนโตรเจน 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจะทำให้ผักกาดหอมได้รับปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้น ปริมาณไนโตรเจนที่สูงจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของลำต้นและใบได้ดี เนื่องจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน

โปรตีน คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเมล็ดและเนื้อเยื่อพืช (สมบุญ, 2548) อีกทั้งปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิพิด NADP และ ATP สำคัญต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายสาร ช่วยในการเจริญเติบโตของรากและจำเป็นสำหรับการพัฒนาของเมล็ด ทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี (สมบุญ, 2548) ดังนั้นพืชจึงดูดซับธาตุอาหารได้มาก ส่งผลให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบได้ดี จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจากเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ พบธาตุอื่นๆ ได้แก่ แคลเซียม (1,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมกนีเซียม (1,750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) กำมะถัน (3,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เหล็ก (104,613 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สังกะสี (109.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมงกานีส (925.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนสูง ทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารประเภทไอออนบวกได้มากขึ้น ซึ่งจะถูกดูดยึดในรูปอินทรีย์คอลลอยด์ และปลดปล่อยออกมาช้าๆ (Chen and Avnimlech, 1986) ทำให้ผักกาดหอมสามารถใช้ประโยชน์ธาตุอาหารจากปุ๋ยหมักได้มากขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี จะถูกฮิวมัสดูดซับไว้ และจะถูกปลดปล่อยออกมาช้าๆ ทำให้ผักกาดหอมสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยเคมีได้มากขึ้นเช่นกัน ผักกาดหอมจึงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากขึ้น อีกทั้งการใส่ปุ๋ยหมักซึ่งประกอบด้วยเศษผักและผลไม้ มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบสูงซึ่งง่ายต่อการใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ และการใส่ปุ๋ยเคมีเท่ากับเป็นการเพิ่มแหล่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน ทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้เป็นแหล่งของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Lee *et al.*, 2004) สอดคล้องกับงานทดลองของอเนก (2544) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักอกริเบสตราหัวลูกศรอัตราต่างๆ (1.5, 2, 2.5 และ 3 ตันต่อไร่) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีความกว้างใบ (16.94 เซนติเมตร) ความยาวใบ (17.93 เซนติเมตร) จำนวนใบ (7.8 ใบต่อต้น) และน้ำหนักสด (116.1 กรัมต่อต้น) สูงที่สุด เช่นเดียวกับ จิราพร (2544) ศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียซึ่งมีไนโตรเจน 8.30 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 4.72 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.88 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยคอกในดินผสมเพื่อปลูกผักกาดหอม พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับกากตะกอนแห้ง 10 กรัมต่อกระถาง ทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบ (10 ใบต่อต้น) น้ำหนักสด (30.98 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักแห้ง (1.76 กรัมต่อต้น) สูงสุด แต่ผักกาดหอมมีค่าน้ำหนักสดต่ำกว่าผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของตำบลพลับพลานารายณ์ เนื่องจากมีการใช้กากตะกอนแห้งในปริมาณน้อย ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารต่ำกว่า หนึ่ง (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ได้จากการหมักก้อนเชื้อเห็ดหอมหมดอายุ (ไนโตรเจน 0.88 – 1.07 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.09 – 0.14

เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.25 – 0.50 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพผสมเชื้อจุลินทรีย์ (ที่มีไนโตรเจน 0.59 – 0.84 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.08 – 0.21 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.28 – 0.49 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 7 กิโลกรัมต่อแปลง การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 110 กรัมต่อแปลง การใส่ปุ๋ยเคมี (55 กรัมต่อแปลง) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ (3.5 กิโลกรัมต่อแปลง) การใส่ก้อนเชื้อเห็ดหอมหมดอายุ 7 กิโลกรัมต่อแปลง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ผลิตจากกากตะกอนของโครงการ In Went 7 กิโลกรัมต่อแปลง และการไม่ใส่ปุ๋ย แปลงทดลองมีขนาด 6 ตารางเมตร พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ โครงการ In Went ทำให้น้ำหนักสดของสลัดใบแดงสูงสุด คือ 47.17 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนความสูงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ก้อนเชื้อเห็ดหอมหมดอายุ ทำให้สลัดใบแดงมีความสูง (9.03 เซนติเมตร) น้อยสุด Paudel (2004) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลเป็ด ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 1:1 และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ชนิดร่วมกัน อัตรา 1 : 1 พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสด (33.86 กรัมต่อต้น) สูงสุด ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักแห้ง (2.09 กรัมต่อต้น) สูงสุด เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อัตรา 9 ตันต่อไร่ (มีค่าเทียบเท่ากับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 39.60 และ 12.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) สูงกว่าปุ๋ยมูลไก่ (ซึ่งมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เท่ากับ 12.96 และ 4.17 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) จึงทำให้ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ได้รับธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยมูลไก่ มีผลทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดมากกว่า ในขณะที่ Lee *et al.* (2004) ศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี (N 15 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์ P_2O_5 8.85 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์ และ K_20 9.6 กิโลกรัมต่อ 10 เอเคอร์) ปุ๋ยหมักตามท้องตลาด 1.8 ตันต่อ 10 เอเคอร์ และปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร 2.7 ตันต่อ 10 เอเคอร์ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดสูงสุด และ Ali *et al.* (2007) พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้ อัตราส่วน 20 : 80 เป็นวัสดุปลูก โดยมีปริมาณไนโตรเจน 16.46 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 2.80 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 9.80 กรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด ซึ่งมากกว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้เพียงอย่างเดียว ตรงข้ามกับการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ที่มีไนโตรเจน 2.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.26 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.09 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราต่างๆ ได้แก่ 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อกระถาง พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอน 100 กรัมต่อกระถาง ทำให้ผักกาดหอมมีความสูง (21.20 เซนติเมตร) น้ำหนักสด (95.45 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักแห้ง (3.76 กรัมต่อต้น) สูงสุด ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราสูงกลับทำให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากปุ๋ย

หมักที่ได้ทำให้เกิดการสะสมของอินทรียวัตถุมากจนกระทั่งเกิดการย่อยสลายได้ช้า และเกิดกรดอินทรีย์บางชนิดซึ่งมีผลให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมลดลง (สุชาดา, 2548)

จากการเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดหอม พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อัตรา 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 35 วัน มีพื้นที่ใบ (7.97 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) และน้ำหนักสด (32.23 กรัมต่อต้น) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (พื้นที่ใบ 8.26 ตารางเซนติเมตรต่อใบ และน้ำหนักสด 32.24 กรัมต่อต้น) จึงกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร สูตร 20 – 10 – 10 ในอัตราสูง คือ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว จะต้องใส่ในอัตรา 6 ตันต่อไร่ จึงจะให้ผลผลิตน้ำหนักสดเท่ากับผลผลิตของผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ซึ่งมีค่าน้ำหนักสดเท่ากับ 48.41 กรัมต่อต้น นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 42 วัน มีความสูง (17.67 เซนติเมตร) พื้นที่ใบ (8.42 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) น้ำหนักสด (45.75 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักแห้ง (2.543 กรัมต่อต้น) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ความสูง 17.53 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 8.51 ตารางเซนติเมตรต่อใบ น้ำหนักสด 46.08 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง 2.543 กรัมต่อต้น) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 35 และ 42 วัน มีจำนวนใบ (8.7 และ 9.2 ใบต่อต้น ตามลำดับ) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (8.7 และ 9.1 ใบต่อต้น ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินบริเวณที่ทำการทดลองเป็นดินเหนียว มีความหนาแน่นสูง ทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี รากพืชจึงดูดซับธาตุอาหารได้น้อย ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดน้อยกว่าผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมัก เนื่องจากผักกาดหอมเป็นผักกินใบที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากจึงมีความต้องการน้ำในการเจริญเติบโตมาก การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มฮิวมัสและลดความหนาแน่นของดิน ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดี จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชอีกด้วย (Giusquiani *et al.*, 1995)

เมื่อพิจารณาในด้านต้นทุนการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ และปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดหอม พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 3 ตันต่อไร่ จึงจะทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยวมีผลิตน้ำหนักไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีราคา 25 บาท ต่อ 30 กิโลกรัม (บุญมี, 2549) ส่วนปุ๋ยเคมี ราคา 1,500 บาท ต่อ 50 กิโลกรัม ดังนั้นการใช้

ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้มีต้นทุนในด้านการใช้ปุ๋ยสำหรับการผลิตผักกาดหอม เท่ากับ 2,500 บาทต่อไร่ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนเท่ากับ 750 บาทต่อไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักมีต้นทุนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี แต่การใช้ปุ๋ยหมักจะทำให้มีธาตุอาหารตกค้างในฤดูเพาะปลูกถัดไป ดังนั้นจึงเป็นการลดต้นทุนในฤดูเพาะปลูกถัดไป จึงไม่จำเป็นต้องใส่ซ้ำ เนื่องจากปุ๋ยหมักจะให้ธาตุอาหารอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอแก่พืช อีกทั้งการใส่ปุ๋ยหมักเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ให้แก่ดิน จึงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการบำรุงดิน ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อพืช ส่งผลให้ผลผลิตลดลง นอกจากนี้การนำขยะจากเศษผักและผลไม้มาหมักทำปุ๋ย เป็นการนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยด้วย

2.2 ธาตุอาหารและโลหะหนักในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว)

2.2.1 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน เท่ากับ 2.87 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 29.10 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย (3.21 เปอร์เซ็นต์) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม และทำให้ปริมาณไนโตรเจนในผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ย (119.03 มิลลิกรัมต่อต้น)สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (109.83 มิลลิกรัมต่อต้น) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในผักกาดหอมแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย (136.15 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 47 และ 48 และภาพที่ 10)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (3.26 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม และการใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณไนโตรเจน (136.15 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (122.83 มิลลิกรัมต่อต้น) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (126.95 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 47 และ 48 และภาพที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในผักกาดหอมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 47 และ 48)

ตารางที่ 47 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	2.87 a /2	3.00 abc	3.02 abc	2.96 A /3
3	2.97 ab	3.09 abc	3.16 bc	3.07 AB
6	3.10 abc	3.20 bc	3.21 bc	3.17 B
9	3.14 abc	3.23 bc	3.26 c	3.21 B
เฉลี่ย	3.02	3.13	3.16	

CV(%) = 6.10

ค่า F-Test

C (Compost) = * ; LSD (5%) = 0.16

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.14

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.27

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 48 ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	29.10	a /2	74.38	b	93.42	c	65.63	A /3
3	75.55	b	97.21	c	114.64	de	95.80	B
6	86.28	bc	116.25	e	126.95	ef	109.83	C
9	98.11	cd	122.83	ef	136.15	f	119.03	C
เฉลี่ย	72.26	x /4	102.67	y	117.79	z		

CV(%) = 12.30

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 9.94

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 8.60

C × CF = * ; LSD (5%) = 17.21

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 ฟอสฟอรัส

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.29 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 2.97 มิลลิกรัมต่อต้น การใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักกาดหอมมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย (16.22 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (14.79 มิลลิกรัมต่อต้น) เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย (16.38 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 49 และ 50 และภาพที่ 10)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในผักกาดหอม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในผักกาดหอมมีค่า (20.24 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (18.73 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 49 และ 50 และภาพที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยมีค่าปริมาณฟอสฟอรัสในผักกาดหอมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 49 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.29	0.37	0.37	0.34
3	0.36	0.39	0.41	0.39
6	0.37	0.42	0.47	0.42
9	0.38	0.44	0.49	0.43
เฉลี่ย	0.35	0.40	0.44	

CV(%) = 9.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.12

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.10

C × CF = ns ; LSD (5%) = 0.20

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 50 ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่ในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	2.97	a /2	9.12	b	11.52	bc	7.87	A /3
3	9.17	b	12.21	cd	15.02	de	12.13	B
6	10.38	bc	15.25	e	18.73	fg	14.79	C
9	11.84	bc	16.59	ef	20.24	g	16.22	C
เฉลี่ย	8.59	x /4	13.29	y	16.38	z		

CV(%) = 16.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 1.73

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.50

C × CF = * ; LSD (5%) = 3.00

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 โพแทสเซียม

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม เท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 22.65 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย (5.72 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย (212.46 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 5.66 เปอร์เซ็นต์ และ 196.88 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมเฉลี่ย (5.66 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย (211.52 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงกว่าผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 51 และ 52 และภาพที่ 10)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (5.99 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (5.91 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีปริมาณโพแทสเซียม (249.90 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (216.26 มิลลิกรัมต่อต้น) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (234.20 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 51 และ 52 และภาพที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยทำให้เปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียมในผักกาดหอมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 51 และ 52)

ตารางที่ 51 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	2.22 a /2	4.40 c	5.12 cde	3.91 A /3
3	3.40 b	4.63 cd	5.61 ef	4.55 B
6	5.39 def	5.69 ef	5.91 f	5.66 C
9	5.48 ef	5.69 ef	5.99 f	5.72 C
เฉลี่ย	4.12 x /4	5.10 y	5.66 z	

CV(%) = 10.70

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.44

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.38

C × CF = ** ; LSD (5%) = 0.76

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 52 ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อต้น)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	22.65	a /2	109.52	b	158.11	c	96.76	A /3
3	86.66	ab	145.64	c	203.87	de	145.39	B
6	149.95	c	206.50	de	234.20	ef	196.88	C
9	171.22	cd	216.26	ef	249.90	f	212.46	C
เฉลี่ย	107.62	x /4	169.48	y	211.52	z		

CV(%) = 15.20

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 20.54

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 17.79

C × CF = * ; LSD (5%) = 35.58

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

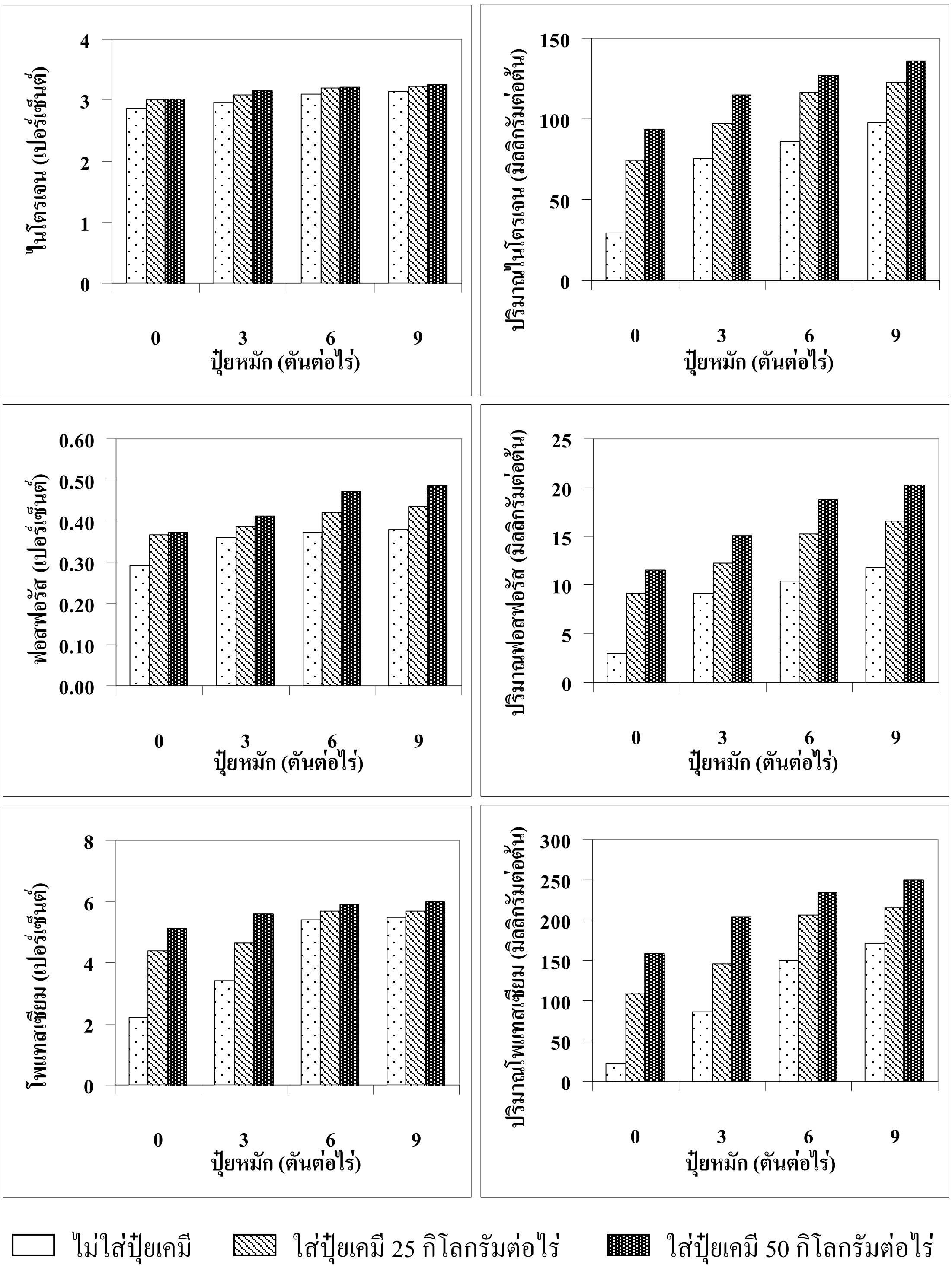
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม ในใบของผักกาดหอม อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชต้องการเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณมาก (มากกว่า 1,000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม) โดยไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลิอิก คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ ดังนั้นพืชจึงต้องการไนโตรเจนเพื่อสร้างสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในส่วนลำต้นและใบ ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์ที่สำคัญของพืช เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิพิด กรดนิวคลิอิก และโคเอนไซม์ บางชนิดเป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์ และมีบทบาทสำคัญในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงานในพืช ซึ่งฟอสฟอรัสจะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของราก ทำให้พืชสามารถดูดซับธาตุอาหารได้ดี ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของลำต้นและใบพืชดีขึ้นด้วย ส่วนโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ มีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและแบ่งเซลล์ในพืช ช่วยให้ทุกส่วนของต้นพืชและระบบรากแข็งแรง ทนทานต่อโรคและแมลง (สมบุญ, 2548) ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีไนโตรเจน 0.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในการปลูกผักกาดหอม ทำให้ผักกาดหอม อายุ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน (3.26 เปอร์เซ็นต์ และ 136.15 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส (0.49 เปอร์เซ็นต์ และ 20.24 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม (5.99 เปอร์เซ็นต์ และ 249.90 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองจะใส่ปุ๋ยหมักในขณะเตรียมดินก่อนการปลูกพืช 7 วัน จึงทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง อีกทั้งการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี จุลินทรีย์ในดินจะได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจากปุ๋ยเคมี ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในดินมากขึ้น ส่งผลให้กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินสูงขึ้นด้วย รากพืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชซึ่งจะปลดปล่อยให้พืชอย่างช้าๆ (สุขทัย และคณะ, 2550) และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมี มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัส และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม ในผักกาดหอมมากขึ้น เนื่องจากผักกาดหอมได้รับปริมาณธาตุอาหารที่สูงขึ้น พืชจึงมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีค่าน้อยกว่าปริมาณธาตุอาหารในผักกาดหอมที่สุ่มตัวอย่างจากตลาดสี่มุมเมือง ซึ่งพบว่า ผักกาดหอมมีไนโตรเจน 4.79 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.79 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 10.02 เปอร์เซ็นต์ (จิตรารัตน์, 2516) เนื่องจากผักกาดหอมจากตลาดสี่มุมเมืองมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารในดินจึงสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักจาก

เศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ธีระศักดิ์ (2547) ศึกษาการสะสมธาตุอาหารในผักกาดหอม 3 ชนิด ได้แก่ คอส บัทเธอร์เฮด และเรดคอรอล ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 10 สูตร มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 122 – 355 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 21 – 69 มิลลิกรัมต่อลิตร และโพแทสเซียม 150 – 449 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนที่สะสมในผักกาดหอมชนิด บัทเธอร์เฮด คอส และเรดคอรอล เท่ากับ 4.91, 4.43 และ 4.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.98, 0.99 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 7.76, 6.94 และ 5.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการสะสมธาตุอาหารจะขึ้นกับชนิดของผักกาดหอมและปริมาณธาตุอาหารที่ผักกาดหอมได้รับด้วย สอดคล้องกับ สัมฤทธิ์ (2538) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมเพิ่มขึ้น เพราะฟอสฟอรัสช่วยเร่งการเจริญเติบโตของราก ทำให้พืชสามารถดูดซับธาตุอาหารได้ดี ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตในด้านลำต้นและใบดีขึ้นด้วย โดยฟอสฟอรัสในใบของผักกาดหอม 0.6 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ดีที่สุด ส่วนการสะสมโพแทสเซียมในผักกาดหอมที่มีค่าอยู่ในช่วง 4.6 – 8.4 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตที่ดี และถ้าโพแทสเซียมในผักกาดหอมมีค่าน้อยกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าพืชขาดโพแทสเซียม ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นด้วย เพราะโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน ดังนั้นโพแทสเซียมจึงช่วยเพิ่มขนาดของผลผลิต และ นัทฐา (2548) ศึกษาผลของการใส่ฟางข้าวและปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ Perez-Murcia *et al.* (2006) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนที่มีไนโตรเจน 2.67 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 28.9 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 2.78 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้ บล็อกโคลี่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนอัตราสูง (พีท : ปุ๋ยหมักกากตะกอน อัตรา 50 : 50) ทำให้บล็อกโคลี่มีปริมาณไนโตรเจน (17.9 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัส (7.8 กรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียม (14.9 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด Casado-Vela *et al.* (2006) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนในอัตราต่างๆ (0, 2, 6 และ 8 ตันต่อไร่) ในการปลูกกะหล่ำดอก พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนทำให้ดินมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอน และทำให้กะหล่ำดอกสามารถดูดซับธาตุอาหารจากดินได้มากขึ้นด้วย ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนในใบกะหล่ำดอกเพิ่มขึ้น และปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในราก ใบ และดอกของกะหล่ำดอกเพิ่มขึ้น และ Tejada and Gonzalez (2006) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากเมล็ดฝ้ายบดละเอียด (ที่มี

ปริมาณไนโตรเจน 13.2 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 6.3 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 126.0 กรัมต่อกิโลกรัม) ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้เมล็ดข้าวมีค่าการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 20 ตันต่อเฮกเตอร์ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 250 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกเตอร์ ทำให้เมล็ดข้าวมีไนโตรเจน (13.6 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัส (2.5 กรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียม (3.7 กรัมต่อกิโลกรัม) สูง ตรงข้ามกับ บุญส่ง (2546) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีชีวภาพเพื่อแทนปุ๋ยเคมีในนาข้าว พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้ปุ๋ยมูลสุกรทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวและฟางข้าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี

จะเห็นได้ว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 20 – 10 – 10) 25 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน (2.97 เปอร์เซ็นต์ และ 75.55 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และปริมาณฟอสฟอรัส (9.17 มิลลิกรัมต่อต้น) โดยมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 3.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน 74.38 มิลลิกรัมต่อต้น และปริมาณฟอสฟอรัส 9.12 มิลลิกรัมต่อต้น) และการใช้ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม (5.39 เปอร์เซ็นต์ และ 149.75 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ (5.12 เปอร์เซ็นต์ และ 158.11 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชได้อย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ นอกจากนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินจะช่วยแปรสภาพของธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย (ปรีดี, 2534) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่เหมาะสมจึงสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้

2.2.4 สังกะสี

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีความเข้มข้นของสังกะสี เท่ากับ 26.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสังกะสี เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ย (42.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณสังกะสีเฉลี่ย (0.15 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยหมัก 3 และ 6 ตันต่อไร่ (0.11 และ 0.13 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในผักกาดหอมมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 53 และ 54 และภาพที่ 11)

สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีความเข้มข้นของสังกะสี (42.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นความเข้มข้นสังกะสีในผักกาดหอม เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (45.20 มิลลิกรัมต่อต้น) เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณสังกะสี (0.18 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม (ตารางที่ 53 และ 54 และภาพที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณสังกะสีที่สะสมในผักกาดหอมเมื่อใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ มีค่าความเข้มข้นและปริมาณสังกะสีในผักกาดหอมไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 53 และ 54)

ตารางที่ 53 ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	26.55 a /2	36.30 bc	36.30 bc	36.38 A /3
3	36.38 bc	34.45 b	34.28 b	35.03 A
6	36.75 bcd	39.35 cde	35.35 bc	37.33 A
9	40.95 def	45.20 f	42.35 ef	42.83 B
เฉลี่ย	37.66	38.83	37.21	

CV(%) = 8.30

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 2.60

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 2.25

C × CF = * ; LSD (5%) = 4.51

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 54 ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.04 a /2	0.09 ab	0.11 ab	0.08 A /3
3	0.10 ab	0.11 ab	0.13 b	0.11 AB
6	0.10 ab	0.14 b	0.14 b	0.13 AB
9	0.13 b	0.17 b	0.18 b	0.15 B
เฉลี่ย	0.09	0.13	0.14	

CV(%) = 14.60

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.05

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.05

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.09

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.2.5 แมงกานีส

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีความเข้มข้นของแมงกานีส เท่ากับ 85.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมงกานีส เท่ากับ 0.09 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ย (156.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแมงกานีสเฉลี่ย (0.59 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยในผักกาดหอม เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (0.42 มิลลิกรัมต่อต้น) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ย (130.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแมงกานีสในผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ย (0.50 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (121.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.41 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) (ตารางที่ 55 และ 56 และภาพที่ 11)

สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของแมงกานีส (177.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณแมงกานีส (0.75 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส เท่ากับ 174.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.67 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 55 และ 56 และภาพที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีสที่สะสมในผักกาดหอมที่ใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีสในผักกาดหอมมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 55)

ตารางที่ 55 ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่)						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	85.13	a	88.55	ab	92.20	ab	88.63	A
3	101.75	abc	102.40	abc	115.68	bcd	106.61	B
6	103.35	abc	121.63	cd	134.85	d	119.94	B
9	116.48	bcd	174.80	e	177.40	e	156.23	C
เฉลี่ย	101.68	x	121.84	y	130.03	y		

CV(%) = 17.40

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 16.94

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 14.67

C × CF = * ; LSD (5%) = 29.34

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 56 ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณแมงกานีส (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.09 a /2	0.22 ab	0.29 bcd	0.20 A /3
3	0.26 bc	0.32 bcde	0.42 def	0.33 A
6	0.29 bcd	0.44 ef	0.54 fg	0.42 AB
9	0.37 cde	0.67 gh	0.75 h	0.59 B
เฉลี่ย	0.25 x /4	0.41 xy	0.50 y	

CV(%) = 24.50

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 0.29

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.25

C × CF = * ; LSD (5%) = 0.14

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.2.6 เหล็ก

ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) อายุ 42 วัน มีความเข้มข้นเหล็ก เท่ากับ 1,383.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณเหล็ก เท่ากับ 1.39 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ย (721.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับชุดควบคุม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น และการใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ปริมาณเหล็กในผักกาดหอม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในผักกาดหอม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณเหล็กในผักกาดหอม มีค่า (3.00 มิลลิกรัมต่อต้น) สูง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น ยกเว้นการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (2.79 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 57 และ 58 และภาพที่ 11)

สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของเหล็ก (6.52.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำสุด แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ กลับทำให้ปริมาณเหล็กในผักกาดหอมมีค่า(3.27 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด แตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 57 และ 58 และภาพที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นและปริมาณเหล็กที่สะสมในผักกาดหอมเมื่อใช้ปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ในผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ มีค่าความเข้มข้นและปริมาณเหล็กไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 57 และ 58)

ตารางที่ 57 ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	1,383.35	c /2	845.85	ab	1,060.55	bc	1,096.58	B /3
3	710.85	ab	972.10	ab	765.85	ab	816.27	A
6	725.85	ab	895.85	ab	788.35	ab	803.35	A
9	795.85	ab	715.85	ab	652.10	a	721.27	A
เฉลี่ย	903.98		857.41		816.71			

CV(%) = 31.20

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 222.07

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 192.32

C × CF = * ; LSD (5%) = 384.64

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 58 ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัมต่อต้น)						
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย
	0		25		50		
0	1.39	a /2	2.12	abc	3.28	d	2.26
3	1.82	ab	3.06	cd	2.82	bcd	2.57
6	2.03	abc	3.27	d	3.15	cd	2.82
9	2.50	abcd	2.72	bcd	2.75	bcd	2.65
เฉลี่ย	1.93	x /3	2.79	y	3.00	y	

CV(%) = 30.80

ค่า F-Test

C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.66

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 0.57

C × CF = * ; LSD (5%) = 1.14

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

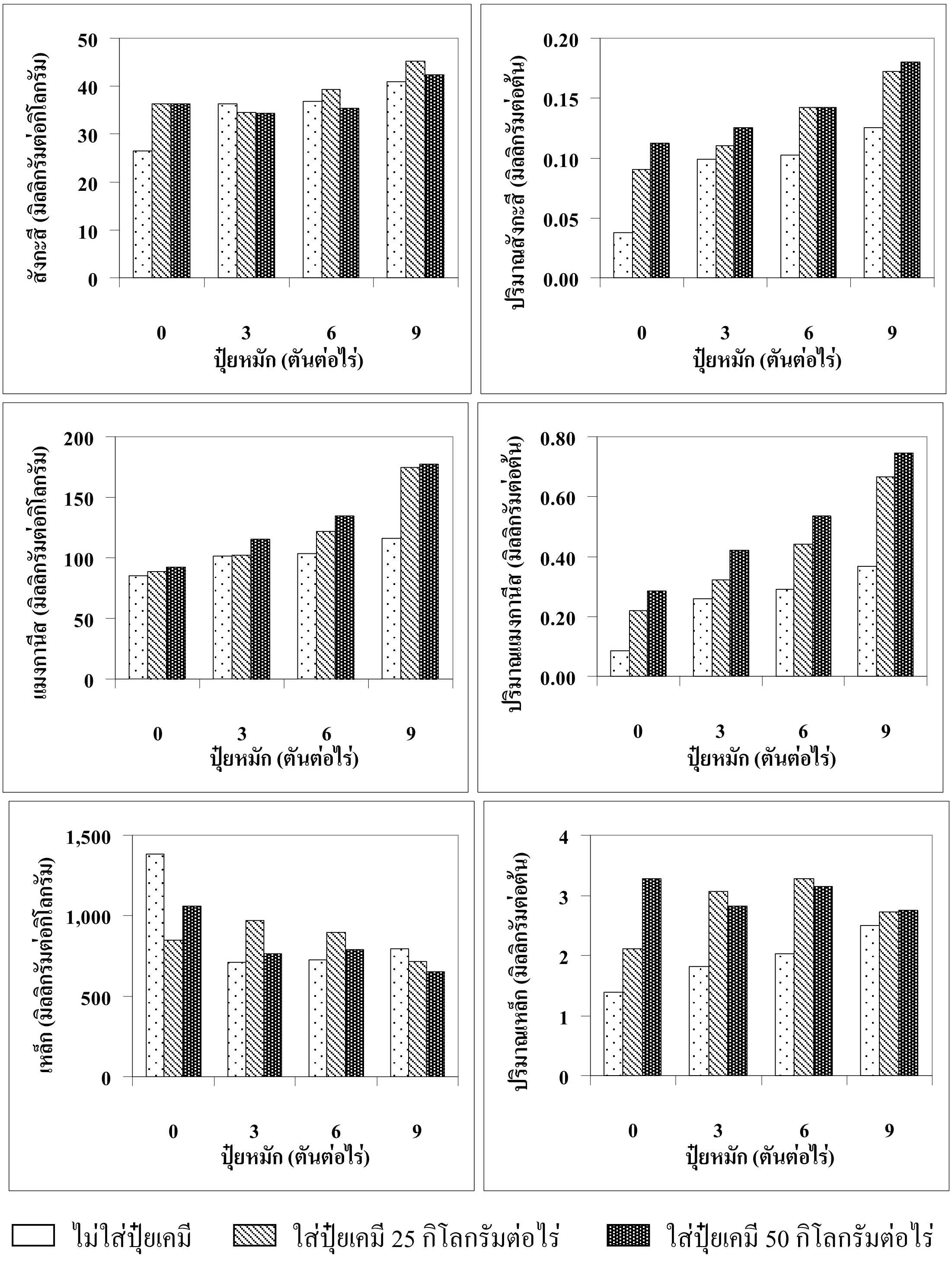
/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 11 ความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส และความเข้มข้นและปริมาณเหล็กในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

2.2.7 ตะกั่ว

ผักกาดหอม อายุ 42 วัน พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) มีความเข้มข้นของตะกั่ว สูงเท่ากับ 23.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีปริมาณตะกั่ว ต่ำเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของตะกั่ว (8.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ (9.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ย (11.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราอื่น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) แต่กลับพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณตะกั่วในผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 59 และ 60 และภาพที่ 12)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในผักกาดหอมมีค่า (5.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ต่ำสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราอื่น ส่วนผักกาดหอมชุดควบคุมกลับมีความเข้มข้นตะกั่ว (23.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าผักกาดหอมชุดการทดลองอื่น ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ (21.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้ปริมาณตะกั่วในผักกาดหอมมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 59 และ 60 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 59 ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ความเข้มข้นของตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)							
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1						เฉลี่ย	
	0		25		50			
0	23.35	e /2	21.98	de	18.55	d	21.29	C /3
3	12.40	bc	13.30	c	11.35	bc	12.35	B
6	9.60	b	10.80	bc	9.15	b	9.85	A
9	10.03	bc	9.25	b	5.35	a	8.21	A
เฉลี่ย	13.84	y /4	13.83	y	11.10	x		

CV(%) = 19.30

ค่า F-Test

C (Compost) = ** ; LSD (5%) = 2.06

CF (Chemical fertilizer) = ** ; LSD (5%) = 1.79

C × CF = * ; LSD (5%) = 3.58

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

/2 = ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/3 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

/4 = ตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 60 ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น) ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยหมัก (ตันต่อไร่)	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ปุ๋ยเคมี (กิโลกรัมต่อไร่) /1			เฉลี่ย
	0	25	50	
0	0.02	0.05	0.06	0.05
3	0.03	0.04	0.04	0.04
6	0.03	0.04	0.04	0.03
9	0.03	0.04	0.02	0.03
เฉลี่ย	0.03	0.04	0.04	

CV(%) = 27.30

ค่า F-Test

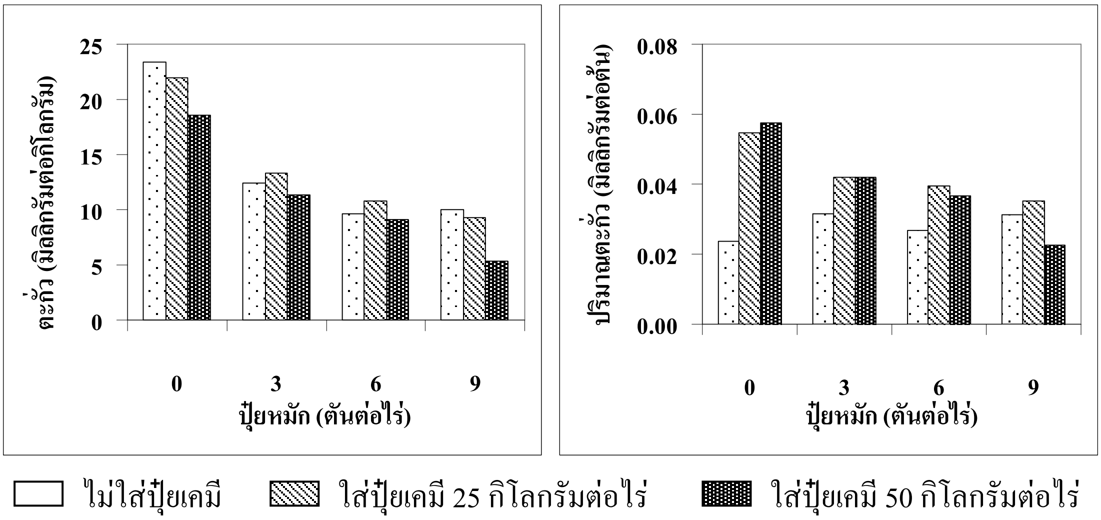
C (Compost) = ns ; LSD (5%) = 0.11

CF (Chemical fertilizer) = ns ; LSD (5%) = 0.10

C × CF = ns ; LSD (5%) = 0.05

หมายเหตุ /1 = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 12 ความเข้มข้นและปริมาณตะกั่ว ในผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

สังกะสี แมงกานีส และเหล็ก เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม สังกะสี เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase enzyme) ได้แก่ แล็กติกแอซิด ดีไฮโดรจีเนส กลูทามิกแอซิด ดีไฮโดรจีเนส และไพริมิดีนนิลคลีโอไทด์ ดีไฮโดรจีเนส เป็นส่วนองค์ประกอบของเอนไซม์บางชนิด เช่น คาร์บอนิก แอนไฮเดรส (carbonic anhydrase) และฮอร์โมนหลายชนิดในพืช เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ทริปโทเฟน (tryptophan) ซึ่งทริปโทเฟนเป็นสารหลักในการสร้างออกซิน และมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน แมงกานีส เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์แสงและไนโตรเจนเมแทบอลิซึม เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของออกซิเจน และมีบทบาทในการสร้างกรดอะมิโน อีกทั้งเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์นิวคลีโอไทด์และกรดไขมัน ส่วนเหล็ก ทำหน้าที่สำคัญหลายอย่างในกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นองค์ประกอบสำคัญของฮีม (heme) นอนฮีม (nonheme) เอนไซม์และตัวพา (carrier) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ (สมบุญ, 2548) สำหรับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีปริมาณสังกะสี (109.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (925.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเหล็ก (104,613 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูง โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักที่ได้จากขยะมูลฝอยชุมชนจะมีปริมาณจุลธาตุเป็น

องค์ประกอบสูง ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่มากเกินไป อาจจำกัดการเจริญเติบโตของพืช และอาจทำให้พืชเกิดอาการเป็นพิษและตายได้ในที่สุด (สุภาพร, 2545)

การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ทำให้ผักกาดหอม (ใบ + ต้น) อายุ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความเข้มข้นของสังกะสีและแมงกานีสเพิ่มขึ้น แต่กลับทำให้ความเข้มข้นของเหล็กลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของแมงกานีสเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่กลับไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีและเหล็กในผักกาดหอม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของสังกะสี (45.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีความเข้มข้นของแมงกานีส (177.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด ในทางตรงกันข้ามกับผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) กลับมีความเข้มข้นของเหล็ก (1,383.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด สอดคล้องกับ สัมฤทธิ์ (2538) ที่รายงานว่าปริมาณสังกะสีในผักกาดหอมที่มีลำต้นและใบแข็งแรงสมบูรณ์ มีค่า 30 – 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ถ้าหากปริมาณสังกะสีในผักกาดหอมอยู่ในช่วง 520 – 639 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเป็นพิษต่อผักกาดหอม ส่วนการเจริญเติบโตของพืชในดินที่มีแมงกานีส 345 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเพิ่มการดูดซับแมงกานีสในพืชได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแมงกานีสในเนื้อเยื่อพืชที่มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเป็นพิษต่อพืชอย่างรุนแรง ซึ่งหากมีปริมาณแมงกานีสในเนื้อเยื่อพืชสูงถึง 1,127 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง ส่วนการสะสมเหล็กในพืช พบว่า พืชที่แข็งแรงจะมีปริมาณเหล็กในเนื้อเยื่อพืชอยู่ในช่วง 130 – 1,468 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อปลูกผักกาดหอมในสารละลาย พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสังกะสีในสารละลายจะทำให้ผลผลิตของผักกาดหอมเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสังกะสีจนถึงระดับหนึ่งจะไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต ซึ่งตรงข้ามกับการใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่สูงทำให้ปริมาณสังกะสีเพิ่มขึ้น โดยการสะสมสังกะสีในผักกาดหอมอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษ นอกจากนี้ปริมาณเหล็กในปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ละลายอยู่ในสารละลายดินได้น้อย เหล็กสามารถเกาะยึดกับสารอินทรีย์ต่างๆ ในปุ๋ยหมักได้ ทำให้เกิดเป็นสาร คีเลท (chelating agent) และจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชทีละน้อย (สมบุญ, 2548) ดังนั้นปริมาณเหล็กที่สูงในปุ๋ยหมักจึงไม่เป็นพิษต่อผักกาดหอม เช่นเดียวกับ Cosado-Vela *et al.* (2006) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจากกากตะกอน (ที่มีปริมาณสังกะสี 295 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 117 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 1.602 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในอัตราที่เพิ่มขึ้น ทำให้กะหล่ำดอกมีการสะสมสังกะสี แมงกานีสและ

เหล็กในราก ใบและดอกเพิ่มขึ้น Perez-Murcia *et al.* (2006) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนที่มีปริมาณสังกะสี 634 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 179 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 21,442 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อการดูดซับธาตุอาหารของบล็อกโคลี่ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่สูงทำให้บล็อกโคลี่มีการสะสมสังกะสี แมงกานีส และเหล็กเพิ่มขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราสูง (พีท : ปุ๋ยหมัก อัตรา 50 : 50) ทำให้บล็อกโคลี่มีสังกะสี (73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเหล็ก (93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด และ Tejada and Gonzalez (2006) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากเมล็ดฝ้ายบดละเอียด (ที่มีปริมาณสังกะสี 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเหล็ก 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้เมล็ดข้าวมีค่าการสะสมสังกะสี แมงกานีส และเหล็ก มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยการใช้ปุ๋ยหมัก 20 ตันต่อเฮกเตอร์ ร่วมกับปุ๋ย ยูเรีย 250 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกเตอร์ ทำให้เมล็ดข้าวมีสังกะสี (22.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (3.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเหล็ก (25.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูง ตรงข้ามกับการศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนในอัตราต่างๆ ได้แก่ 25, 50, 75, 100, 150 และ 175 ตันต่อเฮกเตอร์ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราต่ำ (25 ตันต่อเฮกเตอร์) ทำให้ส่วนต้นของต้นกล้าสน มีปริมาณสังกะสี (254.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด แต่การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราสูง (175 ตันต่อเฮกเตอร์) ทำให้ส่วนต้นของต้นกล้าสนมีสังกะสีน้อยกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยหมัก ส่วนการสะสมแมงกานีสของต้นกล้าสน เมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยหมักจนถึงระดับ 75 ตันต่อเฮกเตอร์ จะทำให้มีแมงกานีสในส่วนต้นของต้นกล้าสนเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยหมักสูงขึ้นไปอีกจะทำให้ปริมาณแมงกานีสในส่วนต้นของต้นกล้าสนลดลง (Selivanovskaya and Latypova, 2006)

การใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ทำให้ปริมาณสังกะสีและปริมาณแมงกานีสในผักกาดหอมเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณเหล็กในผักกาดหอม ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ผักกาดหอม มีปริมาณสังกะสี แมงกานีสและปริมาณเหล็กเพิ่มสูงขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีปริมาณสังกะสี (0.18 มิลลิกรัมต่อต้น) และปริมาณแมงกานีส (0.75 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด ส่วนการใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม มีปริมาณเหล็ก (3.27 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด เมื่อน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมเพิ่มขึ้น ปริมาณสังกะสี แมงกานีส และเหล็กในผักกาดหอมจะมีค่าสูงขึ้นด้วย

การใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยวมีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี (36.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.10

มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส (101.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.26 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก (710.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.82 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับผักกาดหอมที่ใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี เท่ากับ 36.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.09 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส เท่ากับ 88.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.22 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก เท่ากับ 845.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 2.12 มิลลิกรัมต่อต้น เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ มีปริมาณจุลธาตุ คือ สังกะสี แมงกานีส และเหล็กสูง ดังนั้นการใช้ในอัตราต่ำ (3 ตันต่อไร่) พอเหมาะ ทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมเพิ่มมากขึ้น

การใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ ในอัตราที่เพิ่มขึ้น กลับทำให้ผักกาดหอมมีความเข้มข้นของตะกั่วลดลง และมีค่าต่ำกว่าผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยหมักมีบทบาทหน้าที่ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน ซึ่งเมื่อปุ๋ยหมักสลายตัวแล้วจะได้ฮิวมัสซึ่งมีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูง จึงทำให้ตะกั่วจากดินถูกฮิวมัสที่ได้จากปุ๋ยหมักดูดซับไว้ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักสามารถช่วยต้านทานความเป็นพิษของตะกั่วในดินได้ และจากการทดลองผักกาดหอมชุดควบคุมมีความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุด ซึ่งความเข้มข้นของตะกั่วที่สูง จะมีผลยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของพลาสติด ยับยั้งการออกซิไดซ์ซัคซิเนตในกระบวนการหายใจที่ไมโทคอนเดรีย มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และยับยั้งการเจริญของรากและใบ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2536) ส่งผลให้ผักกาดหอมที่มีความเข้มข้นของตะกั่วสูง มีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของสุภาพร (2545) พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่มีตะกั่วอยู่ในช่วง 23.65 – 29.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณตะกั่ว(ในราก 0.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และใบ 2.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) น้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในดินที่มีตะกั่ว 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ในราก 41.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และใบ 5.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในการรับประทานผักที่มีการปนเปื้อนของตะกั่วจะต้องไม่เกินมาตรฐานที่ FAO/WHO กำหนดไว้ คือ ไม่ควรบริโภคพืชผักที่มีตะกั่วปนเปื้อนเกิน 3 มิลลิกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งถ้าหากบริโภคเกินจะมีตะกั่วสะสมอยู่ในร่างกายในระดับที่เป็นพิษต่อมนุษย์ได้ คือจะมีผลต่อระบบหมุนเวียนโลหิต ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง มีผลต่อระบบประสาทสมอง คือ ตะกั่วจะทำลายเลือดฝอยในสมอง ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาท มีผลต่อไตและอวัยวะอื่นๆ (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2536) เช่นเดียวกับนิภาพร (2549) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อการสะสม

โลหะหนักในข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งปุ๋ยหมักที่ใช้มีตะกั่ว 79.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราสูง (150 กรัมต่อดิน 8 กิโลกรัม) ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการสะสมตะกั่ว (476 ไมโครกรัมต่อต้น) น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (1,793 ไมโคกรัมต่อต้น) อีกทั้งการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ปริมาณตะกั่วในข้าวโพดฝักอ่อนน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ตรงข้ามกับการศึกษาของ Perez-Murcia *et al*. (2006) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก (ที่มีปริมาณตะกั่ว 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในอัตราสูงทำให้บล็อกโคลี่มีการสะสมตะกั่ว (0.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมธาตุอาหาร และโลหะหนักของผักคะน้า ได้ผลดังนี้

1.1 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (26.60, 42.50 และ 47.07 เซนติเมตร ตามลำดับ) จำนวนใบ (4.8, 7.7 และ 9.2 ใบต่อต้น ตามลำดับ) พื้นที่ใบ (10.51, 23.63 และ 35.02 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) น้ำหนักสด (ใบ + ต้น) (23.98, 64.98 และ 86.48 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้ง (ใบ + ต้น) (2.682, 6.381 และ 8.975 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด และทำให้ผักคะน้า อายุ 50 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (2.27 เซนติเมตร) มากที่สุดด้วย

1.2 การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 10 – 10 และ 15 – 15 – 15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสด (55.03 กรัมต่อต้น) และน้ำหนักแห้งของผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 50 วัน) (5.812 กรัมต่อต้น) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 56.65 และ 5.778 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

1.3 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน (3.50 เปอร์เซ็นต์ และ 314.02 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ปริมาณฟอสฟอรัส (48.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม (4.80 เปอร์เซ็นต์ และ 430.99 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด

1.4 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักคะน้าระยะเก็บเกี่ยว มีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี (39.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.36 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส (180.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.62 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และความเข้มข้นและปริมาณเหล็ก (397.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 3.58

มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด แต่กลับมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของตะกั่ว (19.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม (19.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2. การศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต การสะสมธาตุอาหาร และโลหะหนักของผักกาดหอม ได้ผลดังนี้

2.1 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) มีความสูง (12.53, 19.56 และ 24.26 เซนติเมตร ตามลำดับ) จำนวนใบ (9.7, 12.6 และ 13.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ) พื้นที่ใบ (8.73, 9.68 และ 9.97 ตารางเซนติเมตรต่อใบ ตามลำดับ) น้ำหนักสด (31.03, 55.66 และ 78.47 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้ง (1.627, 3.101 และ 4.157 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด

2.2 การใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 10 – 10 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 42 วัน) (45.75 และ 2.543 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 46.08 และ 2.543 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

2.3 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจน (3.26 เปอร์เซ็นต์ และ 136.15 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ปริมาณฟอสฟอรัส (20.24 มิลลิกรัมต่อต้น) และเปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม (5.99 เปอร์เซ็นต์ และ 249.90 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด

2.4 การใส่ปุ๋ยหมัก 9 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมระยะเก็บเกี่ยว มีความเข้มข้นและปริมาณสังกะสี (42.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.18 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และความเข้มข้นและปริมาณแมงกานีส (177.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.75 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) สูงสุด แต่กลับทำให้ผักกาดหอมมีความเข้มข้นของตะกั่ว (5.35 มิลลิกรัมต่อต้น) ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม (23.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่ผักกาดหอมชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี) มีความเข้มข้นของเหล็ก (1,383.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด

และการใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีปริมาณเหล็ก (3.27 มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในการปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมให้ได้ผลผลิตดี โดยลดการใช้ปุ๋ยเคมี ควรใช้ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี อัตรา 6 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ครึ่งหนึ่งในการปลูกผักคะน้า คือ การใส่ปุ๋ยหมัก **6** ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตผักคะน้าเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ และในการปลูกผักกาดหอม ควรใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ครึ่งหนึ่ง คือ การใส่ ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตผักกาดหอมเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัม

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงระยะเวลาในการการตกค้างของปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักในรอบการเพาะปลูกถัดไป เพื่อประเมินปริมาณประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตพืช และการลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ย โดยการปลูกพืชติดต่อกันในพื้นที่เดิมที่มีการใส่ปุ๋ยหมักเป็นระยะเวลา 2 – 3 รอบการเก็บเกี่ยว

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมะริยะ ขันราม. 2546. **การศึกษาการเจริญเติบโตของผักคะน้า (*Brassica alboglabra*) โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพจากหอยเชอรี่ (*Pila spp.*)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันราชภัฏพระนคร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2549**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

__________. ม.ป.ป.. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

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

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548ก. คะน้า. **ห้องสมุดความรู้การเกษตร**. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/kana/index.htm, 24 กรกฎาคม 2550.

__________. 2548ข. ผักกาดหอม. **ห้องสมุดความรู้การเกษตร**. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/lettuce/index.htm, 24 กรกฎาคม 2550.

กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบข้อมูล สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. **สถิติการปลูกพืช จังหวัดจันทบุรี**. กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบข้อมูล สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2540. **เอกสารวิชาการ ด้านปฐพีวิทยา เรื่องทิศทางการใช้ปุ๋ยเพื่อพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน**. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คมกฤช ภาคย์ทองสุข. 2535. **ความเสี่ยงในการสะสมโลหะหนักของผักคะน้า (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Bailey) และผักกาดหอม (*Lactuca sativa* var. crispa) เมื่อใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ร่วมกับแกลบในพื้นที่การเกษตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2549. **รายงานผลการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและคุณภาพปุ๋ยหมักของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์**. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

จิตรารัตน์ โพธิมามกะ. 2516. **การประมาณความต้องการธาตุอาหารของผักบางชนิดจากปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราพร จรรยาอ่อน. 2544. **ผลของกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานแช่เยือกแข็งอาหารทะเลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราพรรณ ทองหยอด. 2547. **การศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จากการหมักขยะของตลาดผลไม้เทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำลอง วรรณโคตร. 2539. **อิทธิพลของปุ๋ยหมักบางชนิดต่อถั่วเหลืองฝักสดใน 10 ชุดดินบริเวณภาคกลาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และ อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2549. ผลของการใช้วัสดุปรับสภาพดินต่อคุณภาพของดินและผลผลิตคะน้า, น. 481 - 488. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยยศ ศรีเกษ, พ.ต.. 2537. **ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และ ปัญญา เต็มเจริญ. 2536. **หลักการทางพิษวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ธีระศักดิ์ พงษาอนุทิน. 2547. **การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอมที่ปลูกสารละลายสูตรต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาวนา ลิกขนานนท์ และ สมศักดิ์ วังใน. 2539. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ EM (โบกาฉิ) โดยเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์อื่นๆ. **วารสารเกษตรศาสตร์ (สาขาวิทยาศาสตร์)** 30 (5): 121 - 127.

มณฑล แข็งธัญญกิจ. 2550. **การกำจัดขยะโดยกระบวนการหมักแบบมีส่วนร่วม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กรณีศึกษาพื้นที่โครงการหมู่บ้านป่าไม้แผนใหม่บ้านนาศิริ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สายธุรกิจโรงพิมพ์ บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

มูลนิธิชัยพัฒนา. ม.ป.ป.. **การทำปุ๋ยหมักจากขยะโดยการฝังกลบในกล่องคอนกรีต**. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต.แหลมผักเบี้ย จ.เพชรบุรี, กรุงเทพฯ.

__________. 2548. **การประยุกต์เทคโนโลยีการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริสู่ท้องถิ่น**. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต.แหลมผักเบี้ย จ.เพชรบุรี, กรุงเทพฯ.

นัทฐา ทักษ์รัตนศรัณย์. 2548. **ผลของการใส่ฟางข้าวและปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินพิมายและชุดดินสิงห์บุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิทัศน์ เขียวสี, อาภรณ์ วงษ์วิจารณ์, สุคนธ์ ตันติไพบูลย์วุฒิ และ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์. 2538. ผลของปุ๋ยหมักกากตะกอนกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อสมบัติของดินและผลผลิตของผักคะน้าในดินชุดร้อยเอ็ด, น. 292 – 300. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิภาพร สุวรรณ. 2549. **ผลของปุ๋ยหมักและการใส่ปุ๋ยเคมีต่อการดูดกินและสะสมโลหะหนักในข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญมี ปัญญากรณ์. 2549. **ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการกำจัดขยะโดยวิธีทำปุ๋ยหมักในกล่องคอนกรีตของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญส่ง นิยมธรรม. 2546. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพแทนปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามแนวเกษตรธรรมชาติที่ยั่งยืน**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, กาฬสินธุ์.

ประภาพรรณ ซื่อสัตย์. 2548. **การใช้ปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีกล่องคอนกรีตเป็นวัสดุปลูกดาวเรือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีดี รักษา. 2534. ประโยชน์ปุ๋ยหมักและการใช้ปุ๋ยหมัก. *ใน* **การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปิโยรส เมธาลักษณ์. 2547. **ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea L.*) พันธุ์อาร์เอส 1 และสมบัติบางประการของดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณวดี ธำรงหวัง. 2537. **ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำที่ชะผ่านกองปุ๋ยหมักไฮเทคและในปุ๋ยหมักจากขยะของเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพรัตน์ ฟางทสวัสดิ์. 2548. **การศึกษาประสิทธิภาพของขยะจากงานหลอดอะลูมิเนียมที่นำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมเป็นปุ๋ยธาตุรองในการปลูกคะน้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

พิมล เกษสยม. 2534. **อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารและปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในพริกชี้ฟ้า คะน้า และผักกาดหัวที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรพจน์ รัมพณีนิล. 2529. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดส์บุคส์, กรุงเทพฯ.

สกล ศรีวัณโณ. 2549. **ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนต่อสมบัติดินและผลผลิตของผักคะน้าที่ปลูกในชุดดินบางเขน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมถวิล รุ่งศิรินันท์พร. 2543. **ผลของปุ๋ยหมักฟางข้าวชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อผลผลิตของผัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันราชภัฏเลย.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 4. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. **แร่ธาตุอาหารพืชสวน**. โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ ออฟเซ็ท, ขอนแก่น.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, กฤษณา เผือกนอก และ จุฑารัตน์ สิทธิบาล. 2550. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อการฟื้นฟูสมบัติของดิน, น. 601 - 608. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุคนธ์ แสงแก้ว. 2538. **ผลของวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกหวาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา บัวพันธ์. 2548. **การศึกษาสูตรและสัดส่วนธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำอัดลมสำหรับการปลูกพืชผักปลอดสารพิษ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

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

สุปรานี จอมขันเงิน. 2545. **อิทธิพลของการใช้กากตะกอนหม้อกรองโรงงานน้ำตาลร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ที่มีต่อคุณสมบัติบางประการของดินและผลผลิตของผักคะน้าและผักกาดหัวในชุดดินร้อยเอ็ด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสวียน เปรมประสิทธิ์, ชาวไร่ กาญจโนมัย, สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์, เพื่อนจิตต์ บุญจันทร์ และ สุชาดา บัวพันธ์. 2548. **การเพิ่มมูลค่าข้าวลีบ กากมัน เปลือกมัน ขี้เถ้าแกลบ และกากตะกอนน้ำเสียผลิตปุ๋ยหมักเพื่อผลิตผักปลอดสารพิษ**. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

หนึ่ง เตียอำรุง. 2547. **รายงานการวิจัย โครงการพัฒนาและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสม**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

อภิรักษ์ วิภาวิน. 2549. **อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อารีย์ แก้วเขียว. 2547. **การดึงโลหะหนักในปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนด้วยกระบวนการทางเคมีและกระบวนการทางธรรมชาติ กรณีศึกษา: ปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนของเทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอนก รัตน์รองใต้. 2544. **รายงานการศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของผักกาดหอม**. สำนักงานเกษตรจังหวัดหนองคาย กรมส่งเสริมการเกษตร, หนองคาย.

Ali, M., A.J. Griffiths, K.P. Williams and D.L. Jones. 2007. Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. **Soil Biology**. 43: s317-s319.

Ayaz, F.A., R.H. Glew, M. Millson, H.S. Huang, L.T. Chuang, C. Sanz and S.H. Ayaz. 2006. Nutrient contents of kale (*Brassica oleraceae* L. var. *Acephala* DC.). **Food Chemistry**. 96: 572 – 579.

Casado-Vela, J., S. Selles, J. Navarro, M.A. Bustamante, J. Mataix, C. Guerrero and I. Gomez. 2006. Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils. **Waste Management**. 26: 946-952.

Chen, Y. and Avnimelech. 1986. **The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publishers**, Dordecht.

Collins, H.P., P.E. Rasmussen and C.L. Douglas. 1992. Crop rotation and residue management effects on soil carbon and microbial biomass dynamic. **Soil Sci. Am. J**. 56: 783-788.

Dick, R.P., P.E. Rassmussen and E.A. Kesle. 1988. Influence of long-term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of wheat follow system. **Biol. Fertil. Soils**. 6: 159-164.

Dye, M. and J.W. Crist. 1929. Relation of soil fertility to vitamin a content of leaf lettuce. **The journal of Nutrition**. 1 (4): 335-338.

Fogarty, A.M. and O.H. Tuovinen. 1991. Microbiological degradation of pesticides in yard waste composting. **Microbiol**. 55 (2): 225-233.

Gallardo-Lara, F. and R. Nogales. 1987. Effect of application of town refuse compost on the soil-plant system: A review. **Biol. Waste**. 19: 35-62.

Gisbert, C., R. Clemente, J. Navarro – Avimo, C. Baixauli, A. Giner, R. Serrano, D.J. Walker and M.P. Bernal. 2006. Tolerance and accumulation of heavy metals by Brassicaceae species grown in contaminated soil from Mediterranean regions of Spain. **Environmental Botany**. 56: 19 – 27.

Giusquiani, P., M. Pagliai, G. Gigliotti, D. Businelli and A. Benetti. 1995. Urban waste compost: effect on physical, chemical and biochemical soil properties. **J. Environ. Qual**. 24: 175-182.

Kalavrouziotis, I.K., P. Robolas, P.H. Koukoulakis and A.H. Papadopoulou. 2008. Effect of municipal reclaimed wastewater on the macro - and micro – elements status of soil and *Brassica olevacea* var. *Italica*, and *B. olevacea* var. *Gemmifera*. **Agricultural Water Management**. 95: 419 – 426.

Khaleel, R., K.R. Reddy and M.R. Overcash. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application: A review. **J. Environ. Qual**. 10: 133-141.

Kiziloglu, F.M., M. Turan, U. Sahin, Y. Kusiu and A. Dursun. 2008. Effect of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica olerecea* L. var. *botrytis*) and red cabbage (*Brassica olerecea* L. var. *rubra*) grown on calcareous soil in Turkey. **Agricultural Water Management**. 95: 716 – 724.

Lee, J.J., R.D. Park, Y.W. Kim, J.H. Shim, D.H. Chae, Y.S. Rim, B.K. Sohn, T.H. Kim and K.Y. Kim. 2004. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. **Bioresour. Technol**. 93: 21-28.

Lefsrud, M.G., D.A. Kopsell, D.E. Kopsell and J.C. Celentano. 2006. Irradiance levels affect growth parameters and carotenoid pigments in kale and spinach grown in a controlled environment. **Physiologia Plantarum**. 127: 624 – 631.

Paudel, K.P. 2004. **The Effect of Organic Manures and Chemical Fertilizers on Production of Lettuce (*Lactuca sativa* L.)**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

Perez-Murcia, M.D., R. Moral, J. Moreno-Caselles, A. Perez-Espinosa and C. Paredes. 2006. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. **Bioresour. Technol**. 97: 123-130.

Planqurt, P., G. Bonin, A. Prone and C. Massiani. 1999. Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings. **The Science of the Total Environment**. 241: 161 – 179.

Rasa, E. and R. Heaney. 1996. Seasonal variation in protein, mineral and glucosinolate composition of Portuguese cabbages and kale. **Animal Feed Science Technology**. 57: 111 – 127.

Selivanovskaya, S.Y. And V.Z. Latypova. 2006. Effect of composted sewage sludge on microbial biomass, activity and pine seedlings in nursery forest. **Waste Management**. 26: 1,253-1,258.

Sinha, P., B.K. Dube, P. Srivastava and C. Chatterjee. 2006. Alteration in uptake and translocation of essential nutrients in cabbage by excess lead. **Chemosphere**. 65: 651 – 656.

Tejada, M. and J.L. Gonzalez. 2006. Crushed cotton gin compost on soil biological properties and rice yield. **Europ. J. Agronomy**. 25: 22-29.

Wei, Y. and Y. Liu. 2005. Effect of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3 – year field study. **Chemosphere**. 59: 1,257 – 1,265.

Wen-Yee, L., W. Iannucci-Berger, B.D. Eitzer, J.C. White and M.I. Mattina. 2003. Persistent

Organic Pollutants in the environment: Chlordane residues in compost. **J. Environ. Qual**. 32: 224-231.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี

คุณลักษณะ	**ปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์**	**ค่ามาตรฐาน /1**
ขนาดของปุ๋ย (12.5 × 12.5 มิลลิเมตร) (เปอร์เซ็นต์)	100.00	≤ 12.5 × 12.5
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	29.07	≤ 35
พีเอช (pH)	5.50	5.5 - 5.8
C/N ratio	5.58	≤ 20:1
ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	3.86	≥ 30
ปริมาณอินทรียคาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	2.24	-
การย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ (เปอร์เซ็นต์)	83.00	≥ 80
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.44	≥ 1
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.60	≥ 0.50
ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้(เปอร์เซ็นต์)	0.06	-
โพแทสเซียมทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.14	≥ 0.50
แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	1,300.0	-
แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	1,750.0	-
กำมะถัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	3,400.0	-
เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	104,613	-
สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	109.5	-
แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	925.5	-
แคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ND	≤ 5
ปรอท (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ND	≤ 2
ตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	2.05	≤ 500
สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	2.65	≤ 50

หมายเหตุ /1 = ค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- = ไม่มีค่ามาตรฐานกำหนดไว้

ND = Non detected

ตารางผนวกที่ 2 คุณสมบัติของดินในพื้นที่ที่ทำการทดลอง

คุณสมบัติ	ค่าที่ตรวจวัดได้
ลักษณะเนื้อดิน	ดินเหนียว
พีเอช (pH)	6.55
ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (เดซิซีเมนต์ต่อเมตร)	0.23
ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	2.17
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	372.50
โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	253.50

ภาพผนวกที่ 1 การเตรียมแปลงปลูกผัก

ภาพผนวกที่ 2 ผักคะน้า อายุ 30, 40 และ 50 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ภาพผนวกที่ 3 ผักกาดหอม อายุ 28, 35 และ 42 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลานารายณ์ จังหวัดจันทบุรี และปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวธัญพรรณพร พัฒนเจริญ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	21 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
	มหาวิทยาลัยมหิดล