

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนาม
สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกผักในพื้นที่โครงการหลวง

The Use of LDD Test Kit for Chemical Fertilizer
Recommendation for Vegetable at Royal Project

โดย

นายปรีวัตร ศรีคำมูล

นายอภิรักษ์ กาวิโล

นางสาวสลิลรัตน์ วิชัยพานิช

ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

ศูนย์ปฏิบัติการโครงการหลวงภาคเหนือ

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน

มกราคม 2560



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน
วันที่... 06 พ.ย. 2562
เลขหมู่... 763.15 5462ก
เลขทะเบียน... 610221

การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนาม
สำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกผักในพื้นที่โครงการหลวง

The Use of LDD Test Kit for Chemical Fertilizer
Recommendation for Vegetable at Royal Project

โดย

นายปริวัตร ศรีคำมูล

นายอภิรักษ์ กาวิโล

นางสาวสลิลรัตน์ วิชัยพานิช

ฝ่ายวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

ศูนย์ปฏิบัติการโครงการหลวงภาคเหนือ

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน

มกราคม 2560

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(5)
บทคัดย่อ	
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	2
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	4
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	5
ผลการทดลองและวิจารณ์	13
สรุป	59
ข้อเสนอแนะ	61
ประโยชน์ที่ได้รับ	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	13
2	น้ำหนักสดของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2556	14
3	น้ำหนักแห้งของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2556	15
4	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและเศษผักของผักกาด หวาน พ.ศ. 2556	16
5	ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดิน ทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	17
6	ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดิน ทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	18
7	ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดิน ทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	19
8	ปริมาณไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ ไนโตรเจนจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	21
9	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	23
10	ปริมาณโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ โปแตสเซียมจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	24
11	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2556	26
12	ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2557	28
13	น้ำหนักสดของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2557	29
14	น้ำหนักแห้งของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2557	30
15	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและเศษผักของผักกาด หวาน พ.ศ. 2557	31

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผลผลิต เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	32
17	ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในฝักหลังตัดแต่ง เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	33
18	ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในฝักหลังตัดแต่ง เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	34
19	ปริมาณไนโตรเจนที่ฝักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	35
20	ปริมาณฟอสฟอรัสที่ฝักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	37
21	ปริมาณโปแตสเซียมที่ฝักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้โปแตสเซียมจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	38
22	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกฝักกาดหวาน พ.ศ. 2557	40
23	ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกฝักกาดหวาน พ.ศ. 2558	43
24	น้ำหนักสดของฝักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พ.ศ. 2558	45
25	น้ำหนักแห้งของฝักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พ.ศ. 2558	47
26	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในฝักหลังตัดแต่งและเศษฟักของฝักกาดหวาน พ.ศ.2558	48
27	ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผลผลิต เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2558	49
28	ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในฝักหลังตัดแต่ง เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวาน พ.ศ. 2558	51
29	ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในฝักหลังตัดแต่ง เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของฝักกาดหวานปี พ.ศ. 2558	52
30	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกฝักกาดหวาน พ.ศ. 2558	57

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	คำแนะนำปุ๋ยสำหรับ คะน้า ผักกาดหัว กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก บล็อกโคลี ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี และ พืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานต้นและใบ อื่น ๆ ของกรมวิชาการเกษตร	65
2	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดิน (Indigenous N Supply, INS) ที่มีเนื้อดินต่างกันต่อฤดูปลูก สำหรับผัก (จำนวน 45 วัน)	66
3	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil Reaction), pH	68
4	ระดับอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter)	68
5	ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available P)	69
6	ระดับของปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Exchangeable K)	69

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ลักษณะโรงเรือนที่ทำการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง	70
2	การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อนำไปวิเคราะห์	70
3	การวางผังการทดลองภายในโรงเรือน	71
4	การปลูกผักกาดหวานภายในโรงเรือนที่ทำการทดลอง	71
5	การใส่ปุ๋ยแต่ละอัตราตามตำรับการทดลอง	72
6	ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ. 2556	72
7	ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ. 2557	73
8	ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ. 2558	73
9	ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของนายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์ ปีพ.ศ. 2558	74
10	ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของนายชาคริต กิตติศรีสกุล ปี พ.ศ. 2558	74
11	การเก็บตัวอย่างผักกาดหวานจากแปลงทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์	75
12	ตัวอย่างผักกาดหวานในแต่ละตำรับการทดลอง	75
13	การเตรียมตัวอย่างผักกาดหวานเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	76
14	ตัวอย่างผักกาดหวานที่เตรียมนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	76

ชื่อโครงการ	การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำ ปุ๋ยในการปลูกผัก ในพื้นที่โครงการหลวง The Use of LDD Test Kit for Chemical Fertilizer Recommendation for Vegetable at Royal Project	
ทะเบียนวิจัยเลขที่	56 58 01 99 021603 018 026 01 11	
กลุ่มชุดดินที่/ชุดดิน	กลุ่มชุดดินที่ 62	
ผู้ดำเนินการ	นาย ปรีวัตร ศรีคำมูล	Mr. Pariwat Sricommul
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายอภิรักษ์ กาวิโล	Mr. Apinan Gavilo
	นางสาวสลิลรัตน์ วิชัยพานิช	Miss Salinrat Wichaipanich

บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกผักในพื้นที่โครงการหลวงได้ทำการทดลองในการปลูกผักกาดหวานในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการในปี พ.ศ. 2556-2558 รวมระยะเวลา 3 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชผักและเพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดินในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักในพื้นที่โครงการหลวง รวมไปถึงการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ชุดตรวจดินภาคสนามในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักในพื้นที่โครงการหลวง โดยทำการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และพ.ศ. 2557 ทำการทดลองภายในโรงเรือนปลูกผักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 4 ซ้ำ 6 ตำรับการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากคู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง ตำรับที่ 4 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จากปริมาณ ไนโตรเจนจากค่าวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุตลอดช่วงเวลาของการเพาะปลูก ความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังโดยถือว่าพืชมีประสิทธิภาพในการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในดิน 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมประเมินจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินซึ่งได้จากค่าวิเคราะห์ดินในช่วงก่อนการเพาะปลูก โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ถ้าค่าวิเคราะห์ดินต่ำกว่าค่าวิกฤตในปริมาณที่ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นจนถึงจุดวิกฤต โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่า

วิกฤตเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าวิกฤตเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับที่ 5 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากความต้องการไนโตรเจนของ ผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังและชดเชยไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับการชะล้าง 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่พืชต้องการ สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมพิจารณา จากค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูก ร่วมกับความต้องการฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง และใส่ชดเชยธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สูญเสียไปกับการชะล้างของดิน 30 เปอร์เซ็นต์ของ ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืชต้องการ โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมหากค่าวิเคราะห์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าปริมาณฟอสฟอรัสและ โปแตสเซียมที่พืชต้องการร่วมกับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่ต้องชดเชย และตำรับที่ 6 ประเมิน อัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตร สำหรับการ ทดลองในปี พ.ศ. 2558 เป็นการทดลองแบบสังเกตการณ์ จำนวน 2 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติและตำรับที่ 2 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่า วิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดิน ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ผลจากการทดลองพบว่าแนวทางที่ เหมาะสมในการให้คำแนะนำอัตราปุ๋ยที่ใส่คือ การใช้ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืชร่วมกับคำแนะนำใน การใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร เนื่องจากได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเอาไว้แล้วซึ่งจะทำให้ เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะเดียวกันการวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจสอบดิน ภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) สามารถใช้วิเคราะห์ดินและให้ค่าวิเคราะห์ความเป็น กรดเป็นด่าง (pH) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ที่มีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจเพียงพอสำหรับการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แต่การวิเคราะห์ค่าอินทรีย์วัตถุยังม ีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง แต่สามารถนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปใช้ในการประเมินหาอัตราปุ๋ยเคมีได้ ช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตในเรื่องของค่าปุ๋ยได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้เกษตรกรได้รับ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีขึ้นเพราะค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ลดลงกว่าการใส่ปุ๋ยตามที่เคยปฏิบัติมาซึ่ง ส่วนใหญ่จะไม่มีหลักเกณฑ์ในการใส่ปุ๋ยและใช้ปุ๋ยในปริมาณมาก

หลักการและเหตุผล

การปลูกผักให้ได้ผลผลิตที่มีทั้งปริมาณ คุณภาพ และเป็นที่ต้องการของตลาดนั้นจะต้องมีการวางแผนการจัดการให้เหมาะสมโดยเฉพาะในเรื่องของการจัดการดิน ทั้งนี้เพราะการจัดการดินนั้นส่งผลโดยตรงต่อปริมาณ คุณภาพของผลผลิตรวมไปถึงต้นทุนในการผลิต

สำหรับผักที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในพื้นที่สูงมักจะเป็นพืชผักเมืองหนาวที่เป็นพืชอายุสั้นในการปลูกพืชแต่ละครั้งมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีสูตรผสมที่มีธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม การใช้ปุ๋ยเคมีสูตรผสมในอัตราสูงอย่างต่อเนื่องย่อมทำให้มีการตกค้างของปุ๋ยเคมีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ส่งผลให้ดินมีสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ

จากข้อมูลด้านความอุดมสมบูรณ์ชั้นพื้นฐานของดินในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง (ปวีณา, 2551) พบว่า ดินในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีความเป็นกรดจัด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก ดังนั้นในพื้นที่ปลูกผักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่าง ๆ และเกษตรกรบนพื้นที่สูงที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรผสมอย่างต่อเนื่องอาจก่อให้เกิดปัญหาการขาดสมดุลของธาตุอาหารในดินตามมา ซึ่งจะมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชรวมไปถึงทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตที่สูง ด้วยเหตุผลนี้การลดการใช้ปุ๋ยเคมีบนพื้นที่สูงจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไม่เพียงแต่จะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตยังส่งผลดีต่อสมบัติและสภาพแวดล้อมของดินอีกด้วย ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในประกอบการพิจารณาเลือกใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม

ปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาชุดตรวจดินภาคสนาม (LDD Test Kit) ขึ้นเพื่อให้เกษตรกรสามารถตรวจวิเคราะห์ดินเบื้องต้นด้วยตนเองได้ง่ายซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและเกษตรกรสามารถเลือกใช้ปุ๋ยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพของชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดินในการนำไปใช้ในการให้คำแนะนำและกำหนดอัตราปุ๋ยการใส่ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืช รวมไปถึงการศึกษาถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดินดังกล่าว จึงได้มีการศึกษาในครั้งนี้ขึ้นโดยทำการศึกษาในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกผักที่สำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชผัก
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดินในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักในพื้นที่โครงการหลวง
3. เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ชุดตรวจดินภาคสนามในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักในพื้นที่โครงการหลวง

การตรวจเอกสาร

ผักกาดหวาน (Cos Lettuce, Romain Lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Lactuca sativa* var. *longifolia* เป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นกอ ลักษณะใบยาวรีซ้อนกันเป็นช่อ ใบบางกรอบ เป็นพืชที่ต้องการสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10-24 องศาเซลเซียส ในสภาพอุณหภูมิสูง การเจริญเติบโตทางใบจะลดลงและพืชจะสร้างสารคลอโรฟิลล์น้อยลงหรืออย่างมาก เส้นใยสูง เหนียวและมีรสขม ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกควรร่วนซุย มีความอุดมสมบูรณ์และอินทรีย์วัตถุสูง หน้าดินลึก และอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง pH ของดินอยู่ระหว่าง 6-6.5 เป็นพืชที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะในสลัดหรือกินกับยำและนำมาตกแต่งในจานอาหาร ผักกาดหวานมีน้ำเป็นองค์ประกอบและมีวิตามินซีสูง นอกจากนี้ยังให้ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูกเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งในการปลูกผักกาดหวานโดยทั่วไปตามคำแนะนำของมูลนิธิโครงการหลวงจะมีการใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกหลังปลูก 7 วัน ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 หลังปลูก 20-25 วัน ใส่ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง, 2546) ในส่วนของกรมวิชาการเกษตรได้ให้คำแนะนำในการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานต้นและใบโดยใช้วิธีการปลูกด้วยต้นกล้า โดยจะทำการใส่ปุ๋ยครั้งแรกหลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ย 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ย 46-0-0 ทั้งนี้อัตราปุ๋ยที่ใช้จะขึ้นอยู่กับค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากการศึกษาวิจัยโดยสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยชุดตรวจสอบดินภาคสนามเป็นชุดน้ำยาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน 4 รายการหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน สำหรับการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจน ใช้หลักการหยดน้ำยาชนิดต่าง ๆ แล้วสังเกตสีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อหยดน้ำยาตัวสุดท้าย ระดับการวิเคราะห์ของไนโตรเจนมี 4 ระดับ ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง และสูง การตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัส ใช้หลักการสกัดสารละลายตัวอย่างดิน แล้วหยดน้ำยา

ชนิดต่าง ๆ สังเกตความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้น ระดับการวิเคราะห์ของฟอสฟอรัส มี 5 ระดับ ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก การตรวจวัดปริมาณโปแตสเซียม ใช้หลักการสกัดสารละลายตัวอย่างดิน แล้วหยดน้ำยาชนิดต่าง ๆ สังเกตปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น ระดับการวิเคราะห์ของโปแตสเซียม มี 5 ระดับ ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูงและสูงมาก การตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างในตัวอย่างดินใช้หลักการเทียบสีของอินดิเคเตอร์ผสมโดยเปรียบเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่สามารถวัดได้อยู่ในช่วง 3.0-8.5 (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2558)

จากการศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสมในการปลูกผักบนพื้นที่สูง พบว่า สำหรับดินบนพื้นที่สูงที่ใช้ปลูกผักส่วนใหญ่มีความเป็นกรดจัด (pH อยู่ในช่วง 3.8-5.4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก (>100 มิลลิกรัม P ต่อ กิโลกรัม และ > 300 มิลลิกรัม K ต่อ กิโลกรัม) และจากการทดลองการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีแบบต่าง ๆ พบว่า วิธีการใส่ปุ๋ยในอัตราที่ได้จากการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในผลผลิตผักให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ตามอัตราของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่าง ๆ ที่ได้ทำการทดลองและอัตราเกษตรกร แต่วิธีการใส่ปุ๋ยดังกล่าวสามารถลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยเคมีได้ถึง 63-95 เปอร์เซ็นต์ (ปริวิตา, 2551) โดย Deenik et al. (2006) ได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับการปลูกกะหล่ำปลี โดยดินที่ปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง พบว่า การใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมแตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดของกะหล่ำปลีแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs (2006) รายงานว่า ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 61 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมหรือมากกว่า ผักสลัดจะไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพิ่มเติมลงไป สำหรับดินที่มีปริมาณโปแตสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 181 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมหรือสูงกว่า ผักสลัดก็ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมเช่นเดียวกัน ทั้งนี้สมดุลธาตุอาหารบางส่วนจะผันแปรไปตามชนิดของผักที่ปลูก หากปริมาณธาตุอาหารหลักที่ใส่ลงไปดินและปุ๋ยมีมากกว่าปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชขนย้ายออกจากดินในรูปของผลผลิตถือว่ามีงบบุลของธาตุอาหารเป็นบวก แต่ถ้าปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตสูงกว่าที่มีอยู่ในดินและปุ๋ยถือว่ามีงบบุลธาตุอาหารเป็นลบ (เนตรดาว, 2547)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น กรกฎาคม พ.ศ. 2556
สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2558

สถานที่ดำเนินการ

1. แปลงทดลอง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง หมู่ที่ 10 ตำบลแม่วีน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดแปลง UTM Zone 47Q 2068847E 452075N

สภาพพื้นที่ (Site Characterization) วัตถุประสงค์กำเนิดดินเป็นกลุ่มหินแกรนิต เนื้อดินเป็นดินเหนียว ละเอียด อิ่มตัวเบสต่ำในชั้นดินล่าง อินทรีย์วัตถุสะสมสูงในชั้นดินล่าง การระบายน้ำดี ดินลึกมาก ความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นดินแบบยูติก อุณหภูมิดินแบบไฮเปอร์เทอร์มิก สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy) จัดอยู่ในพวกดิน fine, kaolinitic, hypertermic

2. แปลงเกษตรกร นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์ หมู่ที่ 2 ตำบลแม่วีน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดแปลง UTM Zone 47Q 2070179E 454477N

สภาพพื้นที่ (Site Characterization) วัตถุประสงค์กำเนิดดินเป็นตะกอนลำน้ำ เนื้อดินเป็นดินร่วน ละเอียด ปฏิกริยาดินไม่เป็นกรด อินทรีย์วัตถุสะสมต่ำในชั้นดินล่าง การระบายน้ำเร็ว ดินลึกมาก ความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นดินแบบแอกวิก อุณหภูมิดินแบบไฮเปอร์เทอร์มิก สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy) จัดอยู่ในพวกดิน fine-loamy, miced, non acid, hypertermic

3. แปลงเกษตรกร นายชาคริต กิตติศรีสกุล หมู่ที่ 8 ตำบลแม่วีน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดแปลง UTM Zone 47Q 2072249E 450001N

สภาพพื้นที่ (Site Characterization) วัตถุประสงค์กำเนิดดินเป็นกลุ่มหินแกรนิต เนื้อดินเป็นดินเหนียว ละเอียด อิ่มตัวเบสต่ำในชั้นดินล่าง อินทรีย์วัตถุสะสมสูงในชั้นดินล่าง การระบายน้ำดี ดินลึกมาก ความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นดินแบบยูติก อุณหภูมิดินแบบไฮเปอร์เทอร์มิก สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy) จัดอยู่ในพวกดิน fine, kaolinitic, hypertermic

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

- 1.1 ตันกล้าผักกาดหวาน
- 1.2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 15-0-0 15-15-15 0-46-0 0-0-60 13-13-21 และ 16-20-0
- 1.3 ปุ๋ยหมัก
- 1.4 ท่อน้ำหยด สปริงเกอร์
- 1.5 เทปวัดระยะ
- 1.6 เครื่องชั่ง
- 1.7 จอบ เสียม มีด
- 1.8 สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช
- 1.9 ป้ายแปลงทดลอง
- 1.10 หลอดเจาะดิน (soil tube)

2. วิธีดำเนินการ

2.1 วางแผนการทดลอง

การทดลองในปี พ.ศ.2556 และปี พ.ศ. 2557 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design) จำนวน 4 ซ้ำ 6 ตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากคู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง, 2546)

ตำรับที่ 4 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากปริมาณไนโตรเจนจากค่าวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุตลอดช่วงเวลาของการเพาะปลูก ความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง โดยถือว่าพืชมีประสิทธิภาพในการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไป在地 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมประเมินจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินซึ่งได้จากค่าวิเคราะห์ดินในช่วงก่อนการเพาะปลูก โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมถ้าค่าวิเคราะห์ดินต่ำกว่าค่าวิกฤตในปริมาณที่ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นจนถึงจุดค่าวิกฤต โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าวิกฤตเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าวิกฤตเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตำรับที่ 5 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังและชดเชยไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับการชะล้าง 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่พืชต้องการ สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูก ร่วมกับการต้องการฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังและใส่ชดเชยธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สูญเสียไปกับการชะล้างของดิน 30 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืชต้องการ โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมหากค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืชต้องการร่วมกับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่ต้องชดเชย

ตำรับที่ 6 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

สำหรับการทดลองในปี พ.ศ. 2558 เป็นการทดลองแบบสังเกตการณ์ (Observation trial) จำนวน 2 ตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ

ตำรับที่ 2 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินในปี พ.ศ. 2558 ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit)

2.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 โดยมีการดำเนินการในปี พ.ศ. 2556 และปี พ.ศ. 2557 ส่วนการดำเนินงานในช่วงที่ 2 เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 โดยมีการดำเนินการในปี พ.ศ. 2558

2.2.1 การดำเนินงานในช่วงที่ 1 ปี พ.ศ.2556 และปี พ.ศ. 2557

1) ทำการคัดเลือกพื้นที่ทำการทดลองในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง โดยจะทำการปลูกผักกาดหวานในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ซึ่งมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 30 เมตร

2) เตรียมแปลงทดลองสำหรับการทดลองในแต่ละตำรับมีขนาดกว้าง 1 เมตรยาว 5.5 เมตรคิดเป็นพื้นที่ 5.5 ตารางเมตรต่อแปลง รวมทั้งสิ้นจำนวน 24 แปลง

3) ดำเนินการปลูกผักกาดหวาน โดยใช้วิธีการย้ายกล้า ซึ่งต้นกล้าที่ใช้ปลูกมีอายุประมาณ 22 วัน ก่อนปลูกมีการใส่ปุ๋ยรองพื้นซึ่งเป็นปุ๋ยหมักในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตรและระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตรมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด สำหรับการใส่ปุ๋ยใช้วิธีการใส่ปุ๋ยระหว่างแถวพืช จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่หลังการย้ายกล้าได้ 7 วัน ครั้งที่ 2 หลังการย้ายกล้าได้ 15 วัน

4) การใส่ปุ๋ยโดยคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลองที่กำหนดไว้ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ โดยเป็นอัตราที่เกษตรกรโดยทั่วไปนิยมใช้ในการปลูกผักกาดหวานซึ่งการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 512 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 512 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 153.6-76.80-76.80 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ โดยจะเป็นอัตราที่ใช้ในการทดลองทั้งในปี พ.ศ. 2556 และปี พ.ศ. 2557

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากคู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูงของสำนักงานพัฒนาเกษตรกรที่สูงซึ่งการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 177.8 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 38.36-26.86-41.09 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ โดยจะเป็นอัตราที่ใช้ในการทดลองทั้งในปี พ.ศ. 2556 และปี พ.ศ. 2557

ตำรับที่ 4 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากปริมาณ ไนโตรเจนจากค่าวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุตลอดช่วงเวลาของการเพาะปลูก ความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง โดยถือว่าพืชมีประสิทธิภาพในการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในดิน 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมประเมินจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินซึ่งได้จากค่าวิเคราะห์ดินในช่วงก่อนการเพาะปลูก โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมถ้าค่าวิเคราะห์ดินต่ำกว่าค่าวิกฤตในปริมาณที่ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นจนถึงจุดค่าวิกฤตโดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าวิกฤตเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าวิกฤตเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การประเมินการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับการทดลองในตำรับนี้สามารถคำนวณได้จากผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกผักกาดหวานในปี พ.ศ. 2556 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 4.57 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และจากความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง คือ 5,333 กิโลกรัมต่อไร่ มีไนโตรเจนในผลผลิต 10.90 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 2.41 กิโลกรัมต่อไร่ และโปแตสเซียม 16.9 กิโลกรัมต่อไร่ (ปวีณา, 2551) และสามารถประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินโดยใช้ตารางภาคผนวกที่ 2 ซึ่งข้อมูลจากตารางดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ได้ปริมาณไนโตรเจนในช่วง 120 วัน แต่ผักกาดหวานใช้เวลาปลูกและเก็บเกี่ยวเพียง 28-30 วัน ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากตารางดังกล่าวจะต้องหารด้วย 4 ก่อนเพื่อให้ได้ปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินในช่วงระยะเวลาดังกล่าว จากนั้นจึงนำมาเทียบกับปริมาณไนโตรเจนในผลผลิตในระดับที่คาดหวังก็จะได้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องใส่

ในส่วนของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ประเมินการใส่ปุ๋ยโดยนำจากผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 12 มาเทียบกับค่าวิกฤตของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ซึ่งพบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าค่าวิกฤต ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโปแตสเซียมในตำรับการทดลองนี้

ดังนั้นการใส่ปุ๋ยในปี พ.ศ. 2556 ของตำรับที่ 4 จะทำการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะใช้ปุ๋ย สูตร 46-0-0 อัตรา 11.94 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 10.98-0-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และในทำนองเดียวกันสำหรับการใส่ปุ๋ยในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งจากผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 สามารถหาอัตราการใส่ปุ๋ยในแต่ละครั้งได้โดยจะใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 9.04 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 8.32-0-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่

ตำรับที่ 5 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวาน เมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังและชดเชยไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับการชะล้าง 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่พืชต้องการ สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูก ร่วมกับความต้องการฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังและใส่ชดเชย ธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สูญเสียไปกับการชะล้างของดิน 30 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืชต้องการ โดยจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมหากค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืช ต้องการร่วมกับฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่ต้องชดเชย

การประเมินการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับการทดลองในตำรับนี้สามารถคำนวณได้จากความต้องการไนโตรเจนของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง คือ 5,333 กิโลกรัมต่อไร่ (ปวีณา, 2551) และชดเชยไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับการชะล้าง 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่พืช ต้องการจึงทำให้มีความต้องการไนโตรเจนในผลผลิตเท่ากับ 14.17 กิโลกรัม และสามารถประเมิน ปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินโดยใช้ตารางภาคผนวกที่ 2 โดยใช้วิธีการเดียวกันกับการคิดปริมาณไนโตรเจนที่ต้องใช้ในการทดลองตำรับที่ 4

สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเมื่อพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูก ร่วมกับความต้องการฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของผักกาดหวานเมื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวัง และใส่ชดเชยธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สูญเสียไปกับการชะล้างของดิน 30 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่พืช ต้องการพบว่ามีความต้องการฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในผลผลิตเท่ากับ 3.13 และ 21.97 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินจากการ วิเคราะห์ดินดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 12 มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและปุ๋ยโปแตสเซียมในตำรับการทดลองนี้

ดังนั้นการใส่ปุ๋ยในปี พ.ศ. 2556 ของดำรับที่ 5 จะทำการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 18.90 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 17.39-0-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และในทำนองเดียวกันสำหรับการใส่ปุ๋ยในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งจากผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกดังแสดงไว้ในตารางที่ 13 สามารถหาอัตราการใส่ปุ๋ยในแต่ละครั้งได้โดยจะใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 12.57 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมด 11.56-0-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่

ดำรับที่ 6 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตรโดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินในปี พ.ศ. 2556 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และข้อมูลจากตารางภาคผนวกที่ 1 ในการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ย ซึ่งดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 4.57 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 171 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจึงต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโปแตสเซียม อัตรา 10-5-5 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16.30 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 0-46-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 9 กิโลกรัมต่อไร่ ในการใส่ปุ๋ยครั้งแรกและใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 17 กิโลกรัมต่อไร่ ในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2

สำหรับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรในปี พ.ศ. 2557 ก็ใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินในปี พ.ศ. 2557 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 และตารางภาคผนวกที่ 1 ในการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโปแตสเซียม ในอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16.30 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 0-46-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 9 กิโลกรัมต่อไร่ ในการใส่ปุ๋ยครั้งแรกและใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 17 กิโลกรัมต่อไร่ ในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2

5) ดูแลรักษาแปลงโดยมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด รวมทั้งดำเนินการป้องกันกำจัดวัชพืชและกำจัดศัตรูพืช

6) ทำการสุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการย้ายกล้าปลูกได้ 30 วัน สำหรับการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และปี พ.ศ. 2557 ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 2 ตารางเมตรต่อ 1 แปลงทดลอง

2.2.2 การดำเนินงานในช่วงที่ 2 ปี พ.ศ.2558

1) ทำการคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการ 3 แห่ง คือ ในโรงเรียนพลาสติกของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่งมีระบบการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และในโรงเรียนพลาสติกของเกษตรกร 2 ราย คือ นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์ และ นายชาคริต กิตติศรีสกุล ซึ่งโรงเรียนทั้ง 2 แห่งมีการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์

2) เตรียมแปลงทดลองในพื้นที่โรงเรียนที่คัดเลือกไว้โดยในโรงเรียนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงใช้พื้นที่ในแต่ละดำรับการทดลองขนาด 36 ตารางเมตร โรงเรียนของนายเสกสรร

ใช้พื้นที่ในแต่ละตำบลการทดลองขนาด 142 ตารางเมตร และโรงเรือนของนายชาคริตใช้พื้นที่ในแต่ละตำบลการทดลองขนาด 105 ตารางเมตร

3) ดำเนินการปลูกผักกาดหวาน โดยใช้วิธีการย้ายกล้า ซึ่งต้นกล้าที่ใช้ปลูกมีอายุประมาณ 22 วัน ก่อนปลูกมีการใส่ปุ๋ยรองพื้นซึ่งเป็นปุ๋ยหมักในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตรและระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตรมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงและมีการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ในแปลงของเกษตรกร สำหรับการใส่ปุ๋ยใช้วิธีการใส่ปุ๋ยระหว่างแถวพืช จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่หลังการย้ายกล้ากล้าได้ 7 วัน ครั้งที่ 2 หลังการย้ายกล้าได้ 15 วัน

4) การใส่ปุ๋ยโดยคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยตามตำบลการทดลองที่กำหนดไว้ ดังนี้

ตำบลที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ โดยในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงใช้ปุ๋ยในอัตรา 153.6-76.80-76.80 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 512 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 512 กิโลกรัมต่อไร่

ในโรงเรือนของนายเสกสรรใช้ปุ๋ยในอัตรา 31.24-49.53-14.20 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 135.21 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 67.60 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 67.60 กิโลกรัมต่อไร่

ในโรงเรือนของนายชาคริตใช้ปุ๋ยในอัตรา 93.78-52.27-15.91 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 90.91 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 106.06 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 90.91 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 106.06 กิโลกรัมต่อไร่

ตำบลที่ 2 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินในปี พ.ศ. 2558 ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test kit) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23 และข้อมูลจากตารางภาคผนวกที่ 1 ซึ่งในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงต้องใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรในอัตรา 15-5-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 33.32 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 5.43 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16.30 กิโลกรัมต่อไร่

ในโรงเรือนของนายเสกสรรต้องใส่ปุ๋ยในอัตรา 20-5-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 33.33 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10.87 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 21.75 กิโลกรัมต่อไร่

ในโรงเรือนของนายชาคริตต้องใส่ปุ๋ยในอัตรา 20-5-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 7 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 33.33 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10.87 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 15 วัน ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 21.75 กิโลกรัมต่อไร่

5) ดูแลรักษาแปลงโดยมีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงและให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ในแปลงของเกษตรกรทั้ง 2 แปลง รวมทั้งดำเนินการป้องกันกำจัดวัชพืชและกำจัดศัตรูพืช

6) ทำการสุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการย้ายกล้าปลูกได้ 30 วัน โดยใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 7 จุดต่อตำรับการทดลองและแต่ละจุดมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 1 ตารางเมตร

2.3 การเก็บข้อมูล

2.3.1 การเก็บข้อมูลดิน

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองก่อนทำการปลูกผักกาดหวาน โดยในปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557 นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ดินต่อน้ำ 1:1 (โดยปริมาตร) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ใช้วิธีของ Walkley and Black 1947 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) โดยวิธีการ Bray II (Bray and Kurtz, 1945) ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) โดยวิธีใช้น้ำยาสกัดแอมโมเนียมอะซิเตต (NH₄OAc) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547)

สำหรับในปี พ.ศ. 2558 นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test kit)

2.3.2 การเก็บข้อมูลด้านพืช

ทำการเก็บข้อมูลด้านน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด น้ำหนักสดผักหลังตัดแต่ง และเศษผักสุ่มตัวอย่างผักสดหลังการตัดแต่งและเศษผักเพื่อนำไปอบแห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในตัวอย่างผักหลังการตัดแต่งและเศษผัก จากนั้นจึงนำไปคำนวณหา ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สะสมในผักหลังการตัดแต่ง เศษผักและส่วนที่เหนือดินทั้งหมดโดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ปริมาณ N หรือ P หรือ K ที่สะสมในผัก (กก./ไร่)} = \frac{\%N \text{ หรือ } \%P \text{ หรือ } \%K}{100} \times \text{น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)}$$

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในทางสถิติ ในการทดลองปี พ.ศ. 2556 และปี พ.ศ. 2557 ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Rank Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ส่วนการทดลองในปี พ.ศ. 2558 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ T-test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556

1.1 ผลการวิเคราะห์ดิน

ผลการวิเคราะห์ดินในโรงเรือนที่ใช้ในการทดลองในปี พ.ศ. 2556 พบว่าดินในโรงเรือนเป็นดินเหนียวละเอียด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.54 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดเล็กน้อย มีอินทรีย์วัตถุ 4.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีอยู่ในระดับสูงมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 171 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งกล่าวได้ว่าในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมอยู่ในระดับสูงมาก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

สำหรับการทดลองในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างดินและทำการวิเคราะห์ก่อนปลูกเท่านั้นไม่ได้มีการดำเนินการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากขอบเขตของการศึกษาเน้นในเรื่องของอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชเป็นหลัก

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

pH	Organic Matter (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable K (mg kg ⁻¹)
6.54	4.6	190	171

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 (2556)

1.2 น้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

น้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง น้ำหนักเศษผัก และน้ำหนักของส่วนเหนือดินทั้งหมด พบการตอบสนองของผักกาดหวานต่ออัตราปุ๋ยทั้ง 6 ดำรับการทดลอง คือ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (ดำรับที่ 1) ผักกาดหวานที่ปลูกบนดินในโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด 2,580 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นผักสดหลังการตัดแต่ง 1,900 กิโลกรัมต่อไร่ และเศษผัก 680 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยดำรับที่ 2 มีผลทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมดเพิ่มขึ้น 69 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักผักหลังตัดแต่งเพิ่มขึ้น 68 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยดำรับที่ 3 มีผลทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมดเพิ่มขึ้น 63 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักผักหลังการตัดแต่งเพิ่มขึ้น 73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองดำรับ สำหรับการใส่ปุ๋ยดำรับที่ 4 5 และ 6 แม้จะทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 21 24 และ 29 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักสดของผักหลังการตัดแต่งเพิ่มขึ้น 29 24 และ 26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่ 1 แต่ความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 ดำรับตลอดจนความแตกต่างของการใช้ปุ๋ยดำรับที่ 4 5 และ 6 กับดำรับที่ 1 ก็ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยดำรับที่ 4 5 และ 6 ยังไม่แตกต่างจากดำรับที่ 3 ในทางสถิติ ในแง่ของน้ำหนักสดของ

ส่วนเหนือดินทั้งหมดและไม่แตกต่างจากตำรับที่ 2 ในแง่ของน้ำหนักของผักหลังการตัดแต่ง ส่วนน้ำหนักของเศษผักการใช้ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 นอกจากจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้วทั้งสามตำรับยังไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยตำรับที่ 3 และตำรับที่ 1 อีกด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2556

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			น้ำหนักสด (กก./ไร่) ^{L1}		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
1	0	0	0	1,900c (100) ^{L2}	680b (100)	2,580c (100)
2	153.60	76.80	76.80	3,190ab (168)	1,170a (172)	4,360a (169)
3	38.36	26.86	41.09	3,290a (173)	910ab (134)	4,200ab (163)
4	10.98	0	0	2,460bc (129)	650b (96)	3,110bc (121)
5	17.39	0	0	2,360bc (124)	830ab (122)	3,190bc (124)
6	10.00	5.00	5.00	2,400bc (126)	920ab (135)	3,320bc (129)
CV (%)				20.09	30.70	19.50

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยตำรับที่ 1

1.3 น้ำหนักแห้งของผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

การตอบสนองของผักกาดหวานต่ออัตราการใช้ปุ๋ยเคมีทั้ง 6 ตำรับการทดลองในแง่ของน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมด ผักหลังการตัดแต่ง และเศษผัก พบว่า อัตราการใช้ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดและน้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่งของผักกาดหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของเศษผัก ปุ๋ยตำรับที่ 2 ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานสูงที่สุดและแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับอื่น ๆ ทุกอัตรา ยกเว้นตำรับที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดประมาณ 215 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าน้ำหนักแห้งของผักกาดหวานในตำรับที่ 1 52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับที่ 3 ให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดประมาณ 180 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 ในทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดอยู่ในช่วง 154-159 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติและไม่ต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1 สำหรับน้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่งพบว่าปุ๋ยตำรับที่ 2 และตำรับที่ 3 ทำให้น้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่งสูงกว่าผักที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญโดยให้น้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่ง 157 และ 146 กิโลกรัม

ต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 48 และ 38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของผักหลังการตัดแต่งแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในทางสถิติ สำหรับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 ยังไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 อีกด้วย ส่วนน้ำหนักเศษผักยังพบว่า การใส่ปุ๋ยทุกอัตราไม่ทำให้น้ำหนักเศษผักมีความแตกต่างกันโดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วงตั้งแต่ 32-57 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2556

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่) ^{L1}					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง		เศษผัก		ส่วนเหนือดินทั้งหมด	
1	0	0	0	106c	(100) ^{L2}	35	(100)	141b	(100)
2	153.60	76.80	76.80	157a	(148)	57	(162)	215a	(152)
3	38.36	26.86	41.09	146ab	(138)	35	(100)	180ab	(128)
4	10.98	0	0	121bc	(114)	32	(91)	154b	(109)
5	17.39	0	0	118bc	(111)	40	(114)	157b	(111)
6	10.00	5.00	5.00	115c	(108)	44	(126)	159b	(113)
CV (%)				14.49		31.25		14.54	

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยตำรับที่ 1

1.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและในเศษผัก

จากการทดลองในแต่ละตำรับการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของผักหลังตัดแต่งมีแนวโน้มสูงกว่าในเศษผัก โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของผักหลังตัดแต่งอยู่ในช่วง 3.95- 5.45 และ 0.52-0.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของเศษผักอยู่ในช่วง 2.98-4.53 และ 0.31-0.41 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มความเข้มข้นของโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งต่ำกว่าในเศษผัก โดยมีความเข้มข้นในผักหลังตัดแต่งอยู่ในช่วง 4.54-5.36 เปอร์เซ็นต์และในเศษผักอยู่ในช่วง 6.09-6.95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งจากลักษณะความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่เกิดขึ้นดังกล่าวอาจมีสาเหตุจากการเกิด Luxury consumption หรือการดูดธาตุอาหารมากเกินไปจนความต้องการแม้ว่าจะมีการส่งธาตุอาหารพืชไปยังส่วนของพืชที่อ่อนกว่าใช้แล้วแต่ก็ยังมีปริมาณธาตุอาหารเหลือเป็นจำนวนมาก (Tisdale and Nelson,1975)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและในเศษผักของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (%)								
	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			ผักหลังตัดแต่ง			เศษผัก		
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	3.95	0.52	4.77	2.98	0.31	6.51
2	153.60	76.80	76.80	5.45	0.57	4.54	4.53	0.34	6.82
3	38.36	26.86	41.09	4.99	0.59	4.95	4.20	0.41	6.95
4	10.98	0	0	4.28	0.59	5.36	3.77	0.38	6.74
5	17.39	0	0	4.46	0.53	4.57	3.91	0.37	6.09
6	10.00	5.00	5.00	4.43	0.60	4.67	4.08	0.37	6.34

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2556)

1.5 ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีต่อปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผักและในส่วนของดินทั้งหมด

1.5.1 ไนโตรเจน (N)

การใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่างกันในแต่ละตำรับการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนของดินทั้งหมดของผักกาดหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยตำรับที่ 2 ซึ่งเป็นตำรับที่ใส่ไนโตรเจนในปริมาณมากที่สุด เมื่อเทียบกับปุ๋ยตำรับอื่น ๆ ทำให้การสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผักและในส่วนของดินทั้งหมด มีมากที่สุด คือ มี 8.53 2.58 และ 11.11 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการสะสมไนโตรเจนของผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 อยู่ 2.0 2.4 และ 2.1 เท่าตัวตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 มีผลทำให้การสะสมไนโตรเจนในส่วนของดินและผักหลังตัดแต่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกันเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี โดยมีการสะสมไนโตรเจนในส่วนของดิน 8.74 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าตำรับที่ 1 1.6 เท่า ส่วนการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่งมีปริมาณ 1.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปุ๋ยตำรับที่ 2 กับปุ๋ยตำรับที่ 3 พบว่าปุ๋ยทั้งสองตำรับมีความแตกต่างกันในทางสถิติในแง่ของผลของการใส่ปุ๋ยที่มีต่อการสะสมไนโตรเจนในส่วนของดินและในเศษผัก แต่ในแง่ของการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่งการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 และปุ๋ยตำรับที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในแง่ของผลที่มีต่อการสะสมไนโตรเจนในส่วนของดินทั้งหมด ในผักหลังการตัดแต่ง และในเศษผัก ทั้ง 3 ตำรับทำให้การสะสมไนโตรเจนในส่วนของดินและในผักหลังตัดแต่งน้อยกว่าปุ๋ยตำรับที่ 2 และปุ๋ยตำรับที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 กับตำรับที่ 1 พบว่าการใส่

ปุ๋ยทั้ง 3 ตำรับทำให้การสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่ง และในเศษผักไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม (กก.N/ไร่) ^{L1}		
				ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	4.21b	1.07b	5.29c
2	153.60	76.80	76.80	8.53a	2.58a	11.11a
3	38.36	26.86	41.09	7.27a	1.47b	8.74b
4	10.98	0	0	5.18b	1.21b	6.39c
5	17.39	0	0	5.27b	1.54b	6.82c
6	10.00	5.00	5.00	5.10b	1.79b	6.9c
F-test ^{L2}				*	*	*
CV (%)				14.45	32.60	14.45

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 * หมายถึง แตกต่างกันในที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2556)

1.5.2 ฟอสฟอรัส (P)

ผลของการใส่ปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ต่อการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่ง และในเศษผักของผักกาดหวาน สำหรับการทดลองปี พ.ศ. 2556 พบว่า เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 ผักกาดหวานมีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมด 0.55 0.11 และ 0.67 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 และ 3 มีผลทำให้ผักกาดหวานมีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดและในผักหลังตัดแต่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและทั้งสองอัตราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดมีอยู่ในช่วง 1.02-1.10 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในผักหลังการตัดแต่งมีอยู่ในช่วง 0.86-0.90 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 แม้ไม่มีผลทำให้การสะสมของฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่งแตกต่างไปจากผักในตำรับที่ 1 ในทางสถิติ และปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 6 ยังมีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่งไม่แตกต่างจากผักที่ได้รับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3

อีกด้วย นอกจากนี้ปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 6 ยังทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงกว่าผักในตำรับที่ 1 25 และ 28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 อีกด้วย อย่างไรก็ตาม การสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 5 และ 6 แม้ว่าจะมีแนวโน้มสูงกว่าผักตำรับที่ 1 แต่ความแตกต่างระหว่างปุ๋ยตำรับที่ 5 และ 6 กับตำรับที่ 1 ก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการสะสมฟอสฟอรัสในเศษผัก พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสม (กก.P/ไร่) ^{L1}		
				ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	0.55c	0.11	0.67c
2	153.60	76.80	76.80	0.90a	0.19	1.10a
3	38.36	26.86	41.09	0.86ab	0.15	1.02ab
4	10.98	0	0	0.71abc	0.12	0.84ab
5	17.39	0	0	0.61c	0.14	0.76c
6	10.00	5.00	5.00	0.69bc	0.16	0.86bc
F-test ^{L2}				*	ns	*
CV (%)				17.09	33.66	16.29

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2556)

1.5.3 โปแตสเซียม (K)

ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับต่าง ๆ ต่อปริมาณการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด ผักหลังตัดแต่ง และเศษผักของผักกาดหวาน สำหรับการทดลองปี พ.ศ. 2556 พบว่า เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 ผักกาดหวานมีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมด 5.05 2.16 และ 7.21 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยพบว่ามีเฉพาะการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 ทำให้การสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 1 โดยการสะสมของโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นเป็น 11.02 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าตำรับที่ 1 53

เปอร์เซ็นต์ ส่วนปุ๋ยตำรับที่ 3 4 5 และ 6 แม้มีแนวโน้มทำให้ผักกาดหวานมีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่ความแตกต่างระหว่างปุ๋ยอัตราเหล่านี้กับตำรับที่ 1 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเพียงปุ๋ยตำรับที่ 3 ที่มีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดิน 9.64 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากปุ๋ยตำรับที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญด้วย สำหรับการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งและเศษผัก พบว่าตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อข้อมูลทั้งสองอย่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แม้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มทำให้การสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งและในเศษผักสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีก็ตาม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสม (กก./ไร่) ^{L1}		
				ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	5.05	2.16	7.21b
2	153.60	76.80	76.80	7.12	3.90	11.02a
3	38.36	26.86	41.09	7.21	2.47	9.64ab
4	10.98	0	0	6.47	2.14	8.62b
5	17.39	0	0	5.33	2.43	7.76b
6	10.00	5.00	5.00	5.38	2.78	8.17b
F-test ^{L2}				ns	ns	*
CV (%)				19.31	30.21	17.02

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2556)

จากรายงานของปวีณา (2551) ผักกาดหวานที่มีน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมด 2,133 กิโลกรัม ให้น้ำหนักแห้ง 145 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณธาตุอาหารหลักในส่วนเหนือดินทั้งหมดดังนี้ 5.7 กิโลกรัมไนโตรเจน 0.56 กิโลกรัมฟอสฟอรัส และ 33.47 กิโลกรัมโปแตสเซียมต่อไร่ ในขณะที่การทดลองนี้ผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงในปี พ.ศ. 2556 โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด 2,580 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ปวีณา (2551) ได้รายงานไว้ จึงคาดว่าดินที่ใช้ในการทดลองนี้น่าจะมีความอุดมสมบูรณ์สูง

กว่า อนึ่งสภาพการปลูกในโรงเรือนก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผักกาดหวานจากการทดลองนี้ให้ผลผลิตสูง จากลักษณะการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ของผักกาดหวานในแง่ของน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมดซึ่งในการทดลองนี้ พบว่า การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 153.6 กิโลกรัม N 76.80 กิโลกรัม P₂O₅ และ 76.80 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ แม้ว่าจะทำให้ผักกาดหวานมีน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินมากที่สุด (4,360 กิโลกรัมต่อไร่) แต่การใส่ปุ๋ยอัตรานี้ก็ไม่ได้ทำให้ผักกาดหวานมีน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 3 และในแง่ของน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 ก็ให้ผลไม่ต่างจากตำรับที่ 4 5 และ 6 ซึ่งเป็นอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่เกิน 18 กิโลกรัมต่อไร่ โดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมหรือธาตุอาหารหลัก 2 อัตรานี้ประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อพิจารณาจากปริมาณของไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดซึ่งผลการทดลองพบว่า ผักกาดหวานจากแปลงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมด 5.29 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งถือว่าเป็นไนโตรเจนที่ผักกาดหวานดูดใช้จากไนโตรเจนที่ได้จากการปลดปล่อยของอินทรีย์วัตถุในดิน ในการทดลองนี้มีการประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินในโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงโดยอ้างอิงวิธีการของ Ankermann and Large (n.d.) การประเมินพบว่าในช่วงเวลาการเพาะปลูกเป็นเวลา 30 วันมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุมี 5.4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินของผักกาดหวานที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี จึงกล่าวได้ว่าวิธีการประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการทดลองนี้มีความแม่นยำพอสมควร หากถือว่าผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพในการดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินได้ไม่แตกต่างจากผักกาดหวานที่ปลูกโดยไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี ดังนั้นผลต่างของไนโตรเจน (ΔN) ที่สะสมในส่วนเหนือดินระหว่างผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนกับผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน คือไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยแต่ละ
ตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			ปริมาณ N ที่สะสมใน ส่วนเหนือดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta N)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูด ใช้ N จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	5.29c		
2	153.60	76.80	76.80	11.11a	5.82	3.8
3	38.36	26.86	41.09	8.74b	3.45	9.0
4	10.98	0	0	6.39c	1.10	10.0
5	17.39	0	0	6.82c	1.53	8.7
6	10.00	5.00	5.00	6.90c	1.61	10.5

หมายเหตุ : L1 (ΔN) ไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณไนโตรเจน
ที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนแต่ละอัตรา กับ
ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน
L2 ประสิทธิภาพการใช้ N จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta N) \times 100 /$ อัตราการใช้ N

จากตารางที่ 8 กล่าวได้ว่าถึงแม้การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 และ 3 ผักกาดหวานมีผลผลิตของส่วนเหนือ
ดินทั้งหมดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ และปุ๋ยตำรับที่ 2 มีการสะสม ไนโตรเจน
ในส่วนเหนือดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 แต่ผักที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 2 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจน
จากปุ๋ยต่ำที่สุดคือประมาณ 3.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในปุ๋ย ในขณะที่ผักที่ได้รับ
ปุ๋ยตำรับที่ 3 4 5 และ 6 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ย 9 10 8.7 และ 10.5 เปอร์เซ็นต์
ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลด้านผลผลิตผักหลังการตัดแต่งและประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยของผักกาด
หวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตรา กล่าวได้ว่าในปี พ.ศ. 2556 การใส่ปุ๋ยเคมีตำรับที่ 3 เป็นอัตราที่
เหมาะสมที่สุดเพราะเป็นอัตราปุ๋ยที่ทำให้ผักกาดหวานมีผลผลิตหลังการตัดแต่งดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมี
นัยสำคัญและเป็นอัตราปุ๋ยที่ทำให้ผักกาดหวานดูดใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไปใช้ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเทียบกับการ
ใส่ปุ๋ยอัตราอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาถึงข้อมูลด้านปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด
ซึ่งในการทดลองนี้ผักกาดหวานในตำรับที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี มีการสะสมฟอสฟอรัสและ
โปแตสเซียมในส่วนเหนือดิน 0.67 และ 7.21 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ หากถือว่าปริมาณฟอสฟอรัสและ
โปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีหรือได้รับการใส่
ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวในตำรับที่ 4 และ 5 คือ ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่ผักได้รับจากฟอสฟอรัส

และโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน ดังนั้นผลต่างของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับจากปุ๋ยดำรับที่ 2 3 และ 6 คือ ปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับจากปุ๋ยที่ใส่ลงไป

สำหรับผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยดำรับที่ 4 และ 5 มีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดมากกว่าผักกาดหวานในดำรับที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี 0.17 และ 0.09 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยทั้งสองอัตราไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ดังนั้นคาดว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนน่าจะมีผลส่งเสริมให้รากมีการเจริญเติบโตดีขึ้นจึงมีผลทำให้ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยดำรับที่ 4 และ 5 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในดินได้สูงกว่าผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งจากรายงานของ Yeshiwas et al. (2018) พบว่า ผักสลัดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 75 และ 150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ มีการเจริญเติบโตของรากมากกว่าผักสลัดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีดำรับที่ 2 3 และ 6 แม้ว่าจะมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับผักกาดหวานในดำรับที่ 1 แต่เมื่อประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ย พบว่า ผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีดำรับที่ 2 3 และ 6 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยที่ใส่ลงไป 1.28 2.98 และ 8.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยทั้ง 3 ดำรับต่ำกว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีอยู่ในปุ๋ยจึงอาจกล่าวได้ว่าในการปลูกผักกาดหวานในโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่งดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูงมากทำให้ผักกาดหวานไม่ได้ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสแต่อย่างใด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยแต่ละ
ตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			ปริมาณ P ที่สะสมใน ส่วนเหนือดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta P)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูด ใช้ P จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	0.67c		
2	153.60	76.80	76.80	1.10a	0.43	1.28
3	38.36	26.86	41.09	1.02ab	0.35	2.98
4	10.98	0	0	0.84ab	0.17	
5	17.39	0	0	0.76c	0.09	
6	10.00	5.00	5.00	0.86bc	0.19	8.72

หมายเหตุ : L1 (ΔP) ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณ
ฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสแต่ละอัตรา
กับปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี
ฟอสฟอรัส

L2 ประสิทธิภาพการใช้ P จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta P) \times 100 /$ อัตราการใช้ P

ในส่วนของคุณภาพดินโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยแต่ละตำรับก็มีลักษณะ
เช่นเดียวกันกับฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับ กล่าวคือ ผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5
ซึ่งเป็นตำรับที่ไม่มีใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมก็มีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดมากกว่าผักกาด
หวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 11.41 และ 0.55 กิโลกรัมต่อไร่ จึงคาดว่าใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
ไนโตรเจนน่าจะส่งเสริมการเจริญของรากและมีผลทำให้ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 มีการดูด
ใช้ฟอสฟอรัสจากดินได้สูงกว่าผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งสอดคล้องกับ Yeshiwas et al.
(2018) ที่พบว่า ผักสลัดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตของรากมากกว่าผักสลัดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย
ไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับที่ 2 3 และ 6 แม้ว่าจะมีการดูด
ใช้โปแตสเซียมเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับผักกาดหวานในตำรับที่ 1 แต่เมื่อประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้
โปแตสเซียมจากปุ๋ย พบว่า ผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับที่ 2 3 และ 6 มีประสิทธิภาพการดูดใช้
โปแตสเซียมจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปดิน 5.98 7.12 และ 23.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปริมาณโปแตสเซียม
ที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยทั้ง 3 ตำรับต่ำกว่าปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมด
ที่มีอยู่ในปุ๋ยจึงอาจกล่าวได้ว่าในการปลูกผักกาดหวานในโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่ง

ดินมีโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูงมาก ทำให้ผักกาดหวานไม่ได้ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้โปแตสเซียมจากปุ๋ยแต่ ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2556

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			ปริมาณ K ที่สะสมใน ส่วนเนื้อดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta K)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูด ใช้ K จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	7.21		
2	153.60	76.80	76.80	11.02	3.81	5.98
3	38.36	26.86	41.09	9.64	2.43	7.12
4	10.98	0	0	8.62	1.41	
5	17.39	0	0	7.76	0.55	
6	10.00	5.00	5.00	8.17	0.96	23.13

หมายเหตุ : L1 (ΔK) ปริมาณโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเนื้อดินทั้งหมดของผักที่ได้รับปุ๋ยเคมีโปแตสเซียมแต่ละอัตรา กับปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเนื้อดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีโปแตสเซียม

L2 ประสิทธิภาพการใช้ K จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta K) \times 100 /$ อัตราการใช้ K

1.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตผักกาดหวานในปี พ.ศ. 2556 เรื่องการเตรียมแปลงปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว ในทุกตำรับมีค่าใช้จ่ายในทุกตำรับเท่ากันยกเว้นตำรับที่ 1 ซึ่งไม่มีต้นทุนในเรื่องของค่าแรงในการใส่ปุ๋ยและค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ โดยตำรับที่มีการลงทุนค่าปุ๋ยมากที่สุดคือ ตำรับที่ 2 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 6 5 และ 4 ตามลำดับ เมื่อรวมค่าใช้จ่ายต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 เป็นตำรับที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 6 5 4 และ 1 ตามลำดับ สำหรับตำรับที่มีมูลค่าผลผลิตต่อไร่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 3 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 2 4 6 5 และ 1 ตามลำดับ ตำรับที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัมที่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 2 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 1 6 4 5 และ 3 ตามลำดับ ตำรับที่มีผลตอบแทนเหนือ

ค่าใช้จ่ายผันแปรที่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 3 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 4 6 2 5 และ 1 ตามลำดับ และตำรับที่มีผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) มากที่สุดคือ ตำรับที่ 3 รองลงมาได้แก่ตำรับที่ 4 5 6 1 และ 2 โดยมีอัตราส่วนเท่ากับ 3.76 3.67 3.39 3.36 3.11 และ 1.36

จากข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดังกล่าวข้างต้น พบว่า ค่าปุ๋ยเป็นตัวกำหนดต้นทุนการผลิตผักกาดหวานซึ่งผันแปรตามปริมาณของปุ๋ยที่ใช้ ทำให้ตำรับที่ 2 มีค่าใช้จ่ายต่อไร่ และค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัมมากที่สุด โดยตำรับที่ 3 เป็นตำรับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด เนื่องจากเป็นตำรับที่มีต้นทุนต่ำมีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร และผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) มากที่สุด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกผักกาดหวานพ.ศ. 2556

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่
	1	2	3	4	5	6
1. การเตรียมแปลง						
1.1 ค่าแรงใส่ปุ๋ยหมัก	300	300	300	300	300	300
1.2 ค่าแรงเตรียมแปลง	600	600	600	600	600	600
2. การปลูก						
2.1 ค่าแรงปลูกผัก	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3. การดูแลรักษา						
3.1 ค่าแรงในการให้น้ำ	600	600	600	600	600	600
3.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (2 ครั้ง)	-	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3.3 ค่าแรงพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (2 ครั้ง)	600	600	600	600	600	600
3.4 ค่าแรงกำจัดวัชพืช (2 ครั้ง)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
4. การเก็บเกี่ยว						
4.1 ค่าแรงเก็บเกี่ยว + ตัดแต่ง	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
5. ค่าวัสดุเกษตร						
5.1 ค่าปุ๋ยหมัก (กก.ละ 5 บาท)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
5.2 ค่าต้นกล้าผักกาดหวาน	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
5.3 ค่าปุ๋ยเคมี	-	20,990	4,531	430	680	1,009
สูตร 46-0-0 (กก.ละ 18 บาท)	-	-	450	430	680	600
สูตร 15-0-0 (กก.ละ 20 บาท)	-	10,240	-	-	-	-
สูตร 15-15-15 (กก.ละ 21บาท)	-	10,750	525	-	-	-
สูตร 0-46-0 (กก.ละ 20 บาท)	-	-	-	-	-	220
สูตร 0-0-60 (กก.ละ 21 บาท)	-	-	-	-	-	189
สูตร 13-13-21 (กก.ละ 20 บาท)	-	-	3,556	-	-	-
5.4 ค่าสารป้องกันกำจัดโรคและศัตรูพืช	350	350	350	350	350	350

ตารางที่ 11 (ต่อ)

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่
	1	2	3	4	5	6
รวมค่าใช้จ่ายต่อไร่ (บาท)	11,550	33,740	17,281	13,180	13,430	13,759
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	1,900	3,190	3,290	2,460	2,360	2,400
ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	25	25	25	25	25	25
มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท)	47,500	79,750	82,250	61,500	59,000	60,000
ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	6.08	10.58	5.25	5.36	5.69	5.73
ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ไร่)	35,950	46,010	64,969	48,320	45,570	46,241
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	3.11	1.36	3.76	3.67	3.39	3.36

หมายเหตุ : 1) ค่าแรงในการดำเนินการคิดวันละ 300 บาทต่อ 1 แรงงาน

- ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี จำนวน 2 ครั้ง ใช้แรงงาน 2 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

- ค่าแรงในการให้น้ำตลอดระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยว จำนวน 30 วัน ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง คิดค่าใช้จ่ายครั้งละ 10 บาทต่อไร่

- ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้แรงงาน 4 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

2) ใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ราคา กิโลกรัมละ 5 บาท

2. ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2557

2.1 ผลการวิเคราะห์ดิน

สำหรับในปี พ.ศ.2557 ใช้โรงเรียนเดิมที่ใช้ในปี พ.ศ.2556 และใช้แผนการทดลองตลอดจนดำเนินการทดลองเหมือนกับที่ใช้ในปี พ.ศ.2556 ก่อนการทดลองในปี พ.ศ.2557 ได้ทำการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองพบว่าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.8 ซึ่งถือว่าเป็นกรดปานกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 5.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูงมากเมื่อนำมาประเมินหาปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุโดยอ้างอิงจากข้อมูลของ Ankermann and Large (n.d.) มีค่าเท่ากับ 6.89 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 210 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งกล่าวได้ว่าในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมอยู่ในระดับสูงมาก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

การทดลองในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างดินและทำการวิเคราะห์ก่อนปลูกเท่านั้นไม่ได้มีการดำเนินการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากขอบเขตของการศึกษาเน้นในเรื่องของอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชเป็นหลัก

ตารางที่ 12 ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

pH	Organic Matter (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable K (mg kg ⁻¹)
5.8	5.4	207	210

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 (2557)

2.2 น้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

การตอบสนองของผักกาดหวานที่ปลูกในปี พ.ศ. 2557 ต่ออัตราการใส่ปุ๋ยเคมีในแต่ละตำรับการทดลองในแง่ของผลผลิตที่คิดเป็นน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่งเศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด พบว่าเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยผักกาดหวานหรือตำรับที่ 1 มีน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่งเศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 2,020 1,460 และ 3,480 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินของผักกาดหวานสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยในช่วง 11-34 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเฉพาะตำรับที่ 3 ที่ทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินแตกต่างจากตำรับที่ 1 ซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับอื่น ๆ ทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินไม่แตกต่างจากตำรับที่ 1 และไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 สำหรับน้ำหนักผักหลังตัดแต่งและน้ำหนักเศษผัก พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทุกตำรับให้ผลไม่แตกต่างกับตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มทำให้ผักหลังการตัดแต่งสูงกว่าขึ้นในช่วง 7-32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักสดของเศษผักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 16-52 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 น้ำหนักสดของฝักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2557

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			น้ำหนักสด (กก./ไร่) ^{L1}					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ฝักหลังตัดแต่ง		เศษฝัก		ส่วนเหนือดินทั้งหมด	
1	0	0	0	2,020	(100) ^{L2}	1,460	(100)	3,480b	(100)
2	153.60	76.80	76.80	2,420	(120)	2,200	(151)	4,620ab	(133)
3	38.36	26.86	41.09	2,460	(132)	2,220	(152)	4,680a	(134)
4	8.32	0	0	2,220	(110)	2,180	(149)	4,400ab	(126)
5	11.56	0	0	2,160	(107)	1,700	(116)	3,800ab	(111)
6	10.00	5.00	5.00	2,500	(124)	1,760	(121)	4,260ab	(122)
CV (%)				20.93		29.32		16.93	

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ DMRT ที่ระดับ P < 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยตำรับที่ 1

2.3 น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 ฝักกาดหวานให้น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่งเศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 107.97 70.23 และ 178.20 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละตำรับไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่งเศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 3 4 และ 6 มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงกว่าตำรับที่ 1 20 15 14 และ 7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับที่ 2 3 4 5 และ 6 มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของเศษฝักสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 42 34 43 11 และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่งพบว่ามีเพียงตำรับที่ 2 3 และ 6 ที่มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่งสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 6 3 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง พ.ศ. 2557

ดำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่) ^{L1}					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง		เศษผัก		ส่วนเหนือดินทั้งหมด	
1	0	0	0	107.97	(100) ^{L2}	70.23	(100)	178.20	(100)
2	153.60	76.80	76.80	114.12	(106)	99.54	(142)	213.60	(120)
3	38.36	26.86	41.09	111.1	(103)	94.32	(134)	205.33	(115)
4	8.32	0	0	103.29	(96)	100.69	(143)	203.98	(114)
5	11.56	0	0	99.85	(92)	78.26	111)	178.12	(100)
6	10.00	5.00	5.00	116.76	(108)	74.38	(106)	191.14	(107)
CV (%)				21.88		25.51		15.53	

หมายเหตุ : L1 ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยดำรับที่ 1

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและในเศษผัก

จากการทดลองในแต่ละดำรับการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่งมีแนวโน้มสูงกว่าในเศษผัก โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของผักหลังตัดแต่งอยู่ในช่วง 4.43-5.15 และ 0.55-0.70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของเศษผักอยู่ในช่วง 3.82-5.02 และ 0.42-0.54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มความเข้มข้นของโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งต่ำกว่าในเศษผัก โดยมีความเข้มข้นของโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งอยู่ในช่วง 3.64-4.87 เปอร์เซ็นต์และในเศษผักอยู่ในช่วง 3.98-4.71 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15 สำหรับลักษณะความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่เกิดขึ้นได้กล่าวไว้ใน การทดลองในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการเกิด Luxury consumption หรือการดูดธาตุอาหารมากเกินไปเกินความต้องการแม้ว่าจะมีการส่งธาตุอาหารพืชไปยังส่วนของพืชที่อ่อนกว่าใช้แล้วแต่ก็ยังมีปริมาณธาตุอาหารเหลือเป็นจำนวนมาก (Tisdale and Nelson, 1975)

ตารางที่ 15 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและเศษผักของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

ตำรับที่	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)			ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (%)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง			เศษผัก		
				N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	4.43	0.55	4.23	3.82	0.42	4.20
2	153.60	76.80	76.80	5.15	0.67	4.87	4.79	0.51	3.98
3	38.36	26.86	41.09	5.05	0.70	4.08	5.02	0.54	4.56
4	8.32	0	0	4.96	0.68	3.78	4.45	0.50	4.37
5	11.56	0	0	4.94	0.68	3.64	4.35	0.50	4.71
6	10.00	5.00	5.00	4.70	0.69	4.63	4.48	0.54	4.43

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2557)

2.5 ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีต่อปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผักและในสวนเหือดดินทั้งหมด

2.5.1 ไนโตรเจน (N)

ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ต่อปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผักและในสวนเหือดดินทั้งหมดของผักกาดหวาน สำหรับการทดลองในปี พ.ศ. 2557 พบว่า เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในผักหลังการตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหือดดินทั้งหมด 4.78 2.70 และ 7.48 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละตำรับไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในสวนเหือดดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่งและในเศษผักแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในสวนเหือดดินทั้งหมดและในเศษผักสูงขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผลผลิต เศษฟัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม (กก.N/ไร่)		
				ผักหลังตัด แต่ง	เศษฟัก	ส่วนเหนือดิน ทั้งหมด
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	4.78	2.70	7.48
2	153.60	76.80	76.80	5.91	4.78	10.70
3	38.36	26.86	41.09	5.57	4.78	10.36
4	8.32	0	0	5.15	4.46	9.61
5	11.56	0	0	4.61	3.40	8.01
6	10.00	5.00	5.00	5.46	3.37	8.84
F-test ^{L1}				ns	ns	ns
CV (%)				22.11	30.36	19.40

หมายเหตุ : L1 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2557)

2.5.2 ฟอสฟอรัส (P)

ผลของการใส่ปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ต่อการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่ง และในเศษฟักของผักกาดหวาน สำหรับการทดลองปี พ.ศ. 2557 พบว่า เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือตำรับที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษฟักและในส่วนเหนือดินทั้งหมด 0.61 0.29 และ 0.90 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตราไม่มีผลทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่ง และในเศษฟักแตกต่างกันจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็มีแนวโน้มทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในทุกส่วนของผักกาดหวานสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีโดยในส่วนเหนือดินมีการสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 1.08-1.31 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 20-59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในผักหลังตัดแต่งมีการสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.68-0.80 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 19-33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในเศษฟักการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้การสะสมฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.39-0.52 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 35-79 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสม (กก.P/ไร่)		
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
1	0	0	0	0.61	0.29	0.90
2	153.60	76.80	76.80	0.76	0.52	1.29
3	38.36	26.86	41.09	0.78	0.52	1.31
4	8.32	0	0	0.70	0.51	1.22
5	11.56	0	0	0.68	0.39	1.08
6	10.00	5.00	5.00	0.80	0.40	1.21
F-test ^{L1}				ns	ns	ns
CV (%)				22.53	36.95	18.18

หมายเหตุ : L1 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2557)

2.5.3 โปแตสเซียม (K)

ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีตำรับต่าง ๆ ต่อปริมาณการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด ในผักหลังตัดแต่ง และในเศษผักของผักกาดหวาน สำหรับการทดลองปี พ.ศ. 2557 พบว่าในผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีหรือในตำรับที่ 1 มีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมด 4.58 3.02 และ 7.60 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีในทุกตำรับการทดลองไม่มีผลทำให้การสะสมโปแตสเซียมในทุกส่วนของผักกาดหวานแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในทางสถิติ แต่การสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตรามีแนวโน้มสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในช่วงตั้งแต่ 8-29 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณการสะสมโปแตสเซียมอยู่ในช่วง 8.32-9.80 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในเศษผักก็มีการสะสมโปแตสเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละตำรับโดยมีการสะสมโปแตสเซียมสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในช่วง 6-59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณการสะสมโปแตสเซียมประมาณ 3.22-4.82 กิโลกรัมต่อไร่ ในกรณีของผักหลังตัดแต่งพบว่าการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 และ 6 มีแนวโน้มทำให้การสะสมโปแตสเซียมสูงกว่าตำรับที่ 1 ซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี 27 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราอื่นที่เหลือมีแนวโน้มทำให้การสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งต่ำกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในช่วง 1-20 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสม (กก./ไร่)		
				ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด
ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	4.58	3.02	7.60
2	153.60	76.80	76.80	5.81	3.98	9.80
3	38.36	26.86	41.09	4.53	4.57	9.11
4	8.32	0	0	3.88	4.43	8.32
5	11.56	0	0	3.65	4.82	8.48
6	10.00	5.00	5.00	5.42	3.22	8.65
F-test ^{L1}				ns	ns	ns
CV (%)				33.58	34.71	23.67

หมายเหตุ : L1 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2557)

ผลการทดลองในปี พ.ศ.2557 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 3 ที่ทำให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมดแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 1 แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 4 5 และ 6 ในทางสถิติ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยเคมีในทุกตำรับการทดลองไม่ทำให้ผลผลิตผักหลังการตัดแต่งแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ โดยผักกาดหวานที่ปลูกในตำรับที่ 1 มีน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงถึง 3,480 กิโลกรัมต่อไร่ และเป็นน้ำหนักผลผลิตผักหลังการตัดแต่ง 2,020 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตของผักกาดหวานที่ปลูกในปี พ.ศ. 2556 การสะสมไนโตรเจน ในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีก็มีมากถึง 7.48 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแสดงว่าสภาพแวดล้อมของดินเอื้ออำนวยให้กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินของจุลินทรีย์เป็นไปได้ดีกว่าที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2556 ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีมีสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนที่ประเมินจากปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยอ้างอิงข้อมูลของ Ankermann and Large (n.d.) ซึ่งมีค่าประมาณ 6.89 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงว่าสภาพแวดล้อมของดินที่ใช้ในการทดลองในปี พ.ศ. 2557 เอื้ออำนวยให้การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นไปได้ดี ทำให้ผักกาดหวานไม่ตอบสนองต่ออัตราการใส่ปุ๋ยเคมี

หากพิจารณาถึงปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานในปี พ.ศ. 2557 กล่าวได้ว่าผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 2 3 5 และ 6 มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือ

ดินทั้งหมดต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ย และเมื่อประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยของ ผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละอัตราโดยถือว่าผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีแต่ละอัตรา มีประสิทธิภาพในการดูดใช้ไนโตรเจนที่ได้จากการปลดปล่อยของอินทรีย์วัตถุในดินได้ไม่ต่างจากผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นแนวทางในการพิจารณาข้อมูลดังที่ได้วิจารณ์มาแล้ว สำหรับการทดลองในปี พ.ศ. 2557 พบว่า ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีตำรับที่ 2 3 4 5 และ 6 มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมดมากกว่าผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี 3.22 2.88 2.13 0.53 และ 1.36 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในปุ๋ย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

ตำรับที่	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)			ปริมาณ N ที่สะสมใน ส่วนเหนือดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta N)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูด ใช้ N จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	7.48		
2	153.60	76.80	76.80	10.70	3.22	2.10
3	38.36	26.86	41.09	10.36	2.88	7.51
4	8.32	0	0	9.61	2.13	25.60
5	11.56	0	0	8.01	0.53	4.58
6	10.00	5.00	5.00	8.84	1.36	8.88

หมายเหตุ : L1 (ΔN) ไนโตรเจนที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ได้รับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนแต่ละอัตรา กับปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน
L2 ประสิทธิภาพการใช้ N จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta N) \times 100 /$ อัตราการใส่ N

ดังนั้นหากพิจารณาจากผลต่างของปริมาณไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินทั้งหมดของ ผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีกับการสะสมไนโตรเจนของส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ไม่ได้ รับการใส่ปุ๋ย คือ ไนโตรเจนที่พืชได้รับจากปุ๋ยและใช้ข้อมูลนี้ประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของ ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีแต่ละตำรับ พบว่า ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 2 3 4 5 และ 6 มี ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจน 2.10 7.51 25.60 4.58 และ 8.88 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนใน ปุ๋ยตามลำดับ โดยการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 4 เป็นตำรับการใส่ปุ๋ยที่ทำให้ผักกาดหวานมีประสิทธิภาพการดูดใช้ ไนโตรเจนสูงกว่าตำรับอื่น ส่วนตำรับที่ 2 ผักกาดหวานสามารถดูดใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยได้เพียง 2.10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

สำหรับปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของฝักกาดหวานที่ปลูกในปี พ.ศ. 2557 พบว่า ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีใด ๆ ในตำรับที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด 0.9 กิโลกรัม ต่อไร่ สำหรับฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 ซึ่งไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและมีการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด 1.22 และ 1.08 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การที่ฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ย 2 อัตรานี้มีการสะสมฟอสฟอรัสสูงกว่าฝักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 1 คาดว่าเป็นผลของไนโตรเจนในปุ๋ยที่อาจส่งเสริมการเจริญของรากและทำให้พืชดูดใช้ฟอสฟอรัสจากดินได้มากขึ้น เช่นเดียวกับในการทดลองปี พ.ศ. 2556 ในกรณีของฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 2 3 และ 6 ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสพบว่าการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมดมากกว่าฝักกาดหวานที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมี 0.39 0.41 และ 0.31 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในปุ๋ยที่ใส่และหากประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยของฝักกาดหวานที่ได้รับจากปุ๋ยตำรับที่ 2 3 และ 6 พบว่า มีประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 1.16 3.49 และ 14.22 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยที่ใส่ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 ซึ่งไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเลยมีค่าใกล้เคียงกับการสะสมฟอสฟอรัสในฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 6 ดังนั้นจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของการสะสมฟอสฟอรัสในฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 6 เป็นผลมาจากปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไป ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยแต่ละ
ตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

ตำรับที่	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)			P ที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta P)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูดใช้ P จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	0.90		
2	153.60	76.80	76.80	1.29	0.39	1.16
3	38.36	26.86	41.09	1.31	0.41	3.49
4	8.32	0	0	1.22	0.32	
5	11.56	0	0	1.08	0.18	
6	10.00	5.00	5.00	1.21	0.31	14.22

หมายเหตุ : L1 (ΔP) ปริมาณฟอสฟอรัสที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ได้รับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสแต่ละอัตรา กับปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส

L2 ประสิทธิภาพการใช้ P จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta P) \times 100 /$ อัตราการใส่ P

ส่วนของปริมาณการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดในการทดลองปี พ.ศ. 2557 พบว่าผักกาดหวานที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 1 มีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด 7.60 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงว่าพืชชนิดนี้สามารถดูดใช้โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินตามธรรมชาติ 7.60 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 มีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด 8.32 และ 8.48 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มของโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 น่าจะเป็นผลของไนโตรเจนในปุ๋ยซึ่งกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากเช่นเดียวกับที่ Yeshiwas et al. (2018) ได้ทำการศึกษาไว้ในผักสลัด ทำให้ผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 4 และ 5 ดูดใช้โปแตสเซียมจากดินได้มากขึ้น สำหรับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 3 และ 6 ซึ่งผลการทดลองพบว่าการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมด 9.80 9.11 และ 8.65 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานในตำรับที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ย 29 20 และ 13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณการสะสมโปแตสเซียมในผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีทั้ง 3 ตำรับแตกต่างจากผักกาดหวานที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีเพียง 2.20 1.51 และ 1.05 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ หากถือว่าผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีตำรับที่ 2 3 และ 6 มีความสามารถในการดูดใช้โปแตสเซียมจากดินได้ไม่ต่างจากผักกาดหวานในตำรับที่ 1 การสะสมโปแตสเซียมที่เพิ่มขึ้นในผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียม คือ โปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับจากปุ๋ยที่ใส่ จึงกล่าวได้ว่าการดูด

ใช้โปแตสเซียมจากปุ๋ยมียังเล็กน้อยคือ ประมาณ 3.45 4.43 และ 25.30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณโปแตสเซียมที่อยู่ในปุ๋ย ผลการทดลองนี้แสดงว่าผักกาดหวานที่ปลูกในการทดลองนี้ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมเช่นเดียวกันกับผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีตำรับที่ 4 และ 5 ซึ่งมีการดูดใช้โปแตสเซียมจากดินได้ถึง 8.32 และ 8.48 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยตำรับที่ 2 3 และ 6 มีสูงถึง 153.6 38.36 และ 10.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ อาจส่งผลให้ไนโตรเจนในปุ๋ยที่ใส่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้มีการดูดใช้โปแตสเซียมจากในดินของรากทำได้ดีมากกว่าการดูดใช้โปแตสเซียมที่มีอยู่ในปุ๋ย โดยดูได้จากการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 2 3 และ 6 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหวานในตำรับที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยเคมี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ปริมาณโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับและประสิทธิภาพการดูดใช้โปแตสเซียมจากปุ๋ยแต่ละตำรับการทดลองของผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

ตำรับที่	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)			ปริมาณ K ที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมด (กก./ไร่)	$(\Delta K)^{L1}$	ประสิทธิภาพการดูดใช้ K จากปุ๋ย (%) ^{L2}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	7.60		
2	153.60	76.80	76.80	9.80	2.20	3.45
3	38.36	26.86	41.09	9.11	1.51	4.43
4	8.32	0	0	8.32	0.72	
5	11.56	0	0	8.48	0.12	
6	10.00	5.00	5.00	8.65	1.05	25.30

หมายเหตุ : L1 (ΔK) ปริมาณโปแตสเซียมที่ผักกาดหวานได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมี = ผลต่างของปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ได้รับปุ๋ยเคมีโปแตสเซียมแต่ละอัตรา กับปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีโปแตสเซียม

L2 ประสิทธิภาพการใช้ K จากปุ๋ยของผัก = $(\Delta K) \times 100 /$ อัตราการใส่ K

จากผลการทดลองด้านการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีในปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2557 พบว่ามีปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมด 5.29 และ 7.48 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นไนโตรเจนที่พืชผักชนิดนี้ได้รับจากไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินและไนโตรเจนที่ตกค้างในช่วงเวลาที่ทำการเพาะปลูกแสดงให้เห็นว่าหาก

ในพื้นที่ปลูกฝักกาดหวานมีการปรับปรุงบำรุงดินอย่างสม่ำเสมอดังเช่นที่ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงความจำเป็นในการใส่ปุ๋ยเคมีก็จะลดลงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเนตรดาว (2547) ดังนั้นฝักกาดหวานที่ปลูกในปี พ.ศ. 2557 จึงไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญเมื่อการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ละตำรับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

2.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตฝักกาดหวานในปี พ.ศ. 2557 เรื่องการเตรียมแปลงปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว ในทุกตำรับมีค่าใช้จ่ายเท่ากันยกเว้นตำรับที่ 1 ซึ่งไม่มีต้นทุนในเรื่องของค่าแรงในการใส่ปุ๋ยและค่าปุ๋ยเคมี โดยตำรับที่มีการลงทุนค่าปุ๋ยมากที่สุดคือ ตำรับที่ 2 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 6 5 และ 4 ตามลำดับเช่นเดียวกับในปี พ.ศ. 2556 เมื่อรวมค่าใช้จ่ายต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 เป็นตำรับที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 6 5 4 และ 1 ตามลำดับเช่นกัน สำหรับตำรับที่มีมูลค่าผลผลิตต่อไร่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 6 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 2 4 5 และ 1 ตามลำดับ ตำรับที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อไร่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 2 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 5 4 1 และ 6 ตามลำดับ ตำรับที่มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรที่มากที่สุดคือ ตำรับที่ 6 รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ 3 4 5 1 และ 2 ตามลำดับ และตำรับที่มีผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) มากที่สุดคือ ตำรับที่ 6 รองลงมาได้แก่ตำรับที่ 1 4 5 3 และ 2 โดยมีอัตราส่วนเท่ากับ 3.54 3.37 3.24 3.09 2.56 และ 0.79 ตามลำดับ

จากข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดังกล่าวข้างต้น พบว่า ในปี พ.ศ. 2557 ค่าปุ๋ยยังเป็นตัวกำหนดต้นทุนการผลิตฝักกาดหวานเช่นเดียวกับในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งผันแปรตามปริมาณของปุ๋ยที่ใช้ทำให้ตำรับที่ 2 มีค่าใช้จ่ายต่อไร่และค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อไร่มากที่สุด โดยตำรับที่ 6 เป็นตำรับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด เนื่องจากเป็นตำรับที่มีต้นทุนต่ำ มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรและผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) มากที่สุด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2557

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่
	1	2	3	4	5	6
1. การเตรียมแปลง						
1.1 ค่าแรงใส่ปุ๋ยหมัก	300	300	300	300	300	300
1.2 ค่าแรงเตรียมแปลง	600	600	600	600	600	600
2. การปลูก						
2.1 ค่าแรงปลูกผัก	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3. การดูแลรักษา						
3.1 ค่าแรงในการให้น้ำ	600	600	600	600	600	600
3.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (2 ครั้ง)	-	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3.3 ค่าแรงพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (2 ครั้ง)	600	600	600	600	600	600
3.4 ค่าแรงกำจัดวัชพืช (2 ครั้ง)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
4. การเก็บเกี่ยว						
4.1 ค่าแรงเก็บเกี่ยว + ตัดแต่ง	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
5. ค่าวัสดุเกษตร						
5.1 ค่าปุ๋ยหมัก (กก.ละ 5 บาท)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
5.2 ค่าต้นกล้าผักกาดหวาน	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
5.3 ค่าปุ๋ยเคมี	-	20,990	4,531	325	453	1,009
สูตร 46-0-0 (กก.ละ 18 บาท)	-	-	450	325	453	600
สูตร 15-0-0 (กก.ละ 20 บาท)	-	10,240	-	-	-	-
สูตร 15-15-15 (กก.ละ 21บาท)	-	10,750	525	-	-	-
สูตร 0-46-0 (กก.ละ 20 บาท)	-	-	-	-	-	220
สูตร 0-0-60 (กก.ละ 21 บาท)	-	-	-	-	-	189
สูตร 13-13-21 (กก.ละ 20 บาท)	-	-	3,556	-	-	-
5.4 ค่าสารป้องกันกำจัดโรคและศัตรูพืช	350	350	350	350	350	350

ตารางที่ 22 (ต่อ)

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่	ตำรับที่
	1	2	3	4	5	6
รวมค่าใช้จ่ายต่อไร่ (บาท)	11,550	33,740	17,281	13,075	13,203	13,759
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	2,020	2,420	2,460	2,220	2,160	2,500
ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	25	25	25	25	25	25
มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท)	50,500	60,500	61,500	55,500	54,000	62,500
ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	5.72	13.94	7.02	5.89	6.11	5.50
ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ไร่)	38,950	26,760	44,219	42,425	40,797	48,741
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	3.37	0.79	2.56	3.24	3.09	3.54

หมายเหตุ : 1) ค่าแรงในการดำเนินการคิดวันละ 300 บาทต่อ 1 แรงงาน

- ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี จำนวน 2 ครั้ง ใช้แรงงาน 2 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

- ค่าแรงในการให้น้ำตลอดระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยว จำนวน 30 วัน ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง คิดค่าใช้จ่ายครั้งละ 10 บาทต่อไร่

- ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้แรงงาน 4 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

2) ใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาต่อกิโลกรัมละ 5 บาท

จากผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 พบว่า การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 3 คือใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากคู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง เป็นตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตผักกาดหวานหลังการตัดแต่งดีที่สุดทำให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด ในขณะที่ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2557 พบว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 6 คือประเมินอัตราการใช้ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตรเป็นตำรับการทดลองที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตผักกาดหวานหลังการตัดแต่งดีที่สุดทำให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด เมื่อนำทั้งสองตำรับมาเปรียบเทียบกันพบว่าการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 ใช้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 3 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 ซึ่งเป็นตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยน้อยที่สุดพบว่าการใช้ปุ๋ยให้ผลผลิตหลังการตัดแต่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติแต่หากจะนำการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 มาเป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรแล้วยังเป็นเรื่องที่ยังยากเพราะการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 ต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างที่น่ามาประกอบการประเมินอัตราปุ๋ยซึ่งข้อมูลเหล่านั้นยังต้องการการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ในขณะที่การใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 นั้นต้องการข้อมูลที่น่ามาประกอบการประเมินอัตราปุ๋ยที่น้อยกว่าและข้อมูลส่วนใหญ่มีการศึกษาวิจัยเอาไว้แล้ว

ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกให้กับเกษตรกร และได้นำมาใช้เป็นตำรับการทดลองที่ 2 ในการทดลองปลูกผักกาดหวานในปี พ.ศ. 2558

3. ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2558

3.1 ผลการวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในปี พ.ศ. 2558 ได้ทำการวิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองทั้ง 3 แปลง โดยนำตัวอย่างดินที่เก็บไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการในห้องปฏิบัติการและใช้ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ในการวิเคราะห์ควบคู่ไปด้วย และนำค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ไปใช้ในการประเมินอัตราการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23

การทดลองในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างดินและทำการวิเคราะห์ก่อนปลูกเท่านั้นไม่ได้มีการดำเนินการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากขอบเขตของการศึกษาเน้นในเรื่องของอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชเป็นหลัก

ตารางที่ 23 ผลวิเคราะห์ดินแปลงปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2558

แปลง	pH		Organic Matter (%)		Available P (mg kg ⁻¹)		Exchangeable K (mg kg ⁻¹)	
	Lab	LDD Test Kit	Lab	LDD Test Kit	Lab	LDD Test Kit	Lab	LDD Test Kit
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง	5.8	5.5	5.31	ปานกลาง	198	สูงมาก	190	สูงมาก
นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	5.9	6.0	2.23	ต่ำ	252	สูงมาก	186	สูงมาก
นายชาคริต กิตติศรีสกุล	5.6	5.5	1.70	ต่ำ	148	สูงมาก	223	สูงมาก

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 (2558)

จากค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูกซึ่งได้มีการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธีการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการและการวิเคราะห์โดยใช้ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ตรวจวัดโดยวิธีการทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.1-0.3 pH unit ส่วนปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ตรวจวัดโดยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ต่ำกว่าค่าวิเคราะห์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ 1 ระดับ ซึ่งความคลาดเคลื่อนดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากความไม่ชำนาญในการดูสีของตัวอย่างดินที่เกิดขึ้นในระหว่างการไตเตรทของผู้ใช้ชุดตรวจดิน อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทที่เปลี่ยนไประหว่างการเก็บรักษาก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรนำไปศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขจุดอ่อนในดังกล่าว

สำหรับค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก การใช้ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) วิเคราะห์ระดับของสมบัติของดินทั้งสองค่าสามารถวิเคราะห์ได้สอดคล้องกับค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากในการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของกรมวิชาการเกษตรพิจารณาจากค่าวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูก หากชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ให้ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ

โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่สอดคล้องกับค่าวิเคราะห์ดินด้วยวิธีการของห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่กรมวิชาการเกษตรใช้ในการวิเคราะห์ดินเพื่อให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ย การประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมตามค่าวิเคราะห์ของชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ย่อมสอดคล้องกับคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งแนะนำให้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ หากดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สกัดโดยน้ำยาสกัดดิน Bray II ในระดับสูง (>20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมในอัตรา 5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ เมื่อค่าวิเคราะห์โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc มีค่า > 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ระดับสูง)

แต่การประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งพิจารณาจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุซึ่งกรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนดังนี้ อินทรีย์วัตถุ > 1.5 เปอร์เซ็นต์ (ระดับต่ำ) ใส่ไนโตรเจน 20 กิโลกรัมต่อไร่ อินทรีย์วัตถุ 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ (ระดับปานกลาง) ใส่ไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ และอินทรีย์วัตถุ > 2.5 เปอร์เซ็นต์ (ระดับสูง) ใส่ไนโตรเจน 10 กิโลกรัมต่อไร่ หากการวิเคราะห์ดินโดยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ให้ค่าวิเคราะห์ดินต่ำกว่าค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุโดยการใช้ ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ย่อมสูงกว่าอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร 5 กิโลกรัมต่อไร่

3.2 น้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

การตอบสนองของผักกาดหวานที่ปลูกในปี พ.ศ. 2558 ต่ออัตราการใส่ปุ๋ยเคมีในแง่ของผลผลิตที่คิดเป็นน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่งเศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด พบว่า การทดลองในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรหรือการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 15-5-5 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ทำให้น้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่งมีแนวโน้มที่ดีกว่าการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1 ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 153.60-76.80-76.80 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ คือการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 ให้น้ำหนักสดผักหลังตัดแต่ง 2,869 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1 18 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในส่วนของน้ำหนักสดของเศษผักและส่วนเหนือดินทั้งหมดการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือให้น้ำหนักเศษผัก 617 กิโลกรัมต่อไร่ และให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด 3,486 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตำรับที่ 1 35 และ 21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในการทดลอง ณ โรงเรือนของนายเสกสรร พบว่า การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1 ในอัตรา 31.24-49.53-14.20 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ทำให้ผักกาดหวานให้ผลผลิตน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง 2,743 กิโลกรัมต่อไร่ เศษผัก 663 กิโลกรัมต่อไร่ และส่วนเหนือดินทั้งหมด 3,406 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 2 มีผลทำให้น้ำหนักสดของผักหลังการตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 22 28 และ

23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีน้ำหนัก 3,360 846 และ 4,206 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

ในการทดลอง ณ โรงเรือนของนายชาคริต พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยตามตำรับที่ 1 ในอัตรา 93.78-52.27-15.91 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ผักกาดหวานให้ผลผลิตน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 5,063 1,417 และ 6,480 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยตามตำรับที่ 2 ในอัตรา 20-5-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีผลทำให้น้ำหนักสดของเศษผักและส่วนเหนือดินทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามตำรับที่ 1 คือให้น้ำหนักสดของเศษผักและส่วนเหนือดินทั้งหมด 1,120 และ 5,806 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าผักกาดหวานที่ใส่ปุ๋ยอัตราเกษตรกร 21 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักสดของผักหลังตัดแต่งก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือให้น้ำหนักผักหลังตัดแต่ง 4,686 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าผักกาดหวานที่ใส่ปุ๋ยอัตราเกษตรกร 7 เปอร์เซ็นต์ แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 น้ำหนักสดของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พ.ศ. 2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)					น้ำหนักสด (กก./ไร่)				
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด			
1.ศูนย์พัฒนา	1	153.60	76.80	76.80	2,423	(100) ^{L2}	457	(100)	2,880	(100)
โครงการหลวง	2	15	5	5	2,869	(118)	617	(135)	3,486	(121)
ทุ่งหลวง		t-test ^{L1}			ns	*	*			
2.นายเสกสรร	1	31.24	49.53	14.20	2,743	(100)	663	(100)	3,406	(100)
เจริญสุขบุญสังข์	2	20	5	5	3,360	(122)	846	(128)	4,206	(123)
		t-test ^{L1}			*	*	*			
3.นายชาคริต	1	93.78	52.27	15.91	5,063	(100)	1,417	(100)	6,480	(100)
กิตติศรีสกุล	2	20	5	5	4,686	(93)	1,120	(79)	5,806	(90)
		t-test ^{L1}			ns	*	*			

หมายเหตุ : L1 * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ T < 0.05 ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1

3.3 น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด

สำหรับการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ฝักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ให้น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 139 23 และ 162 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนฝักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ให้น้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 162 35 และ 198 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าฝักที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 17 57 และ 22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ความแตกต่างของปุ๋ยทั้งสองอัตราไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติทั้งในแง่ของน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝักและส่วนเหนือดินทั้งหมด

ณ โรงเรือนของนายเสกสรร ฝักกาดหวานก็มีลักษณะในการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 และการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 เหมือนกับฝักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง คือ การใส่ปุ๋ยทั้งสองตำรับไม่มีความแตกต่างในทางสถิติในแง่ของน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด โดยฝักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 100 15 และ 115 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 112 16 และ 128 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 12 4 และ 11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ณ โรงเรือนของนายชาคริต ฝักกาดหวานที่ใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่ง เศษฝัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 262 68 และ 331 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทำให้มีน้ำหนักแห้งของเศษฝักและส่วนเหนือดินทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ให้น้ำหนักแห้ง 49 และ 283 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักแห้งของฝักหลังตัดแต่งก็ลดลงเช่นกันคือประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 234 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ความแตกต่างระหว่างปุ๋ยทั้งสองตำรับไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 น้ำหนักแห้งของผักกาดหวานต่อการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ พ.ศ. 2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)				น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)					
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด			
1. ศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ทุ่งหลวง	1	153.60	76.80	76.80	139	(100) ^{L2}	23	(100)	162	(100)
	2	15	5	5	162	(117)	35	(157)	198	(122)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
2. นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	1	31.24	49.53	14.20	100	(100)	15	(100)	115	(100)
	2	20	5	5	112	(112)	16	(104)	128	(111)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
3. นายชาคริต กิตติศรีสกุล	1	93.78	52.27	15.91	262	(100)	68	(100)	331	(100)
	2	20	5	5	234	(89)	49	(72)	283	(86)
		t-test ^{L1}			ns		*		*	

หมายเหตุ : L1 * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ T < 0.05, ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ผลผลิตเปรียบเทียบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1

3.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและในเศษผัก

อัตราการใช้ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและในเศษผัก พบว่า ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ผักกาดหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมดังนี้ 4.46 0.66 และ 4.28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นเป็น 4.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมกลับลดลงเป็น 0.5 และ 3.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเศษผักเมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 3.0 0.35 และ 4.87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีผลทำให้ไนโตรเจนในเศษผักเข้มข้นเป็น 3.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 0.29 และ 4.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ณ โรงเรือนของนายเสกสรร ผักกาดหวานที่ใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในผักหลังตัดแต่ง 5.09 0.98 และ 4.42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในผักหลังตัดแต่งลดลงโดยมีความเข้มข้นเท่ากับ 4.82 0.81 และ 4.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนในเศษผักเมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 4.79 0.8 และ 4.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักทั้งสามธาตุลดลง โดยมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 4.58 0.72 และ 4.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในกรณีของผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของนายชาคริต พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่งมีดังนี้ 5.44 0.59 และ 4.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 5.35 0.5 และ 3.66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับในเศษผักพบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 4.54 0.38 และ 5.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 4.65 0.42 และ 4.86 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับดังแสดงไว้ในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในผักหลังตัดแต่งและเศษผักของผักกาดหวาน พ.ศ.2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (%)					
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง			เศษผัก		
					N	P	K	N	P	K
1.ศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ทุ่งหลวง	1	153.60	76.80	76.80	4.46	0.66	4.28	3.00	0.35	4.87
	2	15	5	5	4.83	0.51	3.43	3.89	0.29	4.08
2.นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	1	31.24	49.53	14.20	5.69	0.98	4.42	4.79	0.8	4.3
	2	20	5	5	4.82	0.81	4.38	4.58	0.72	4.11
3.นายชาคริต กิตติศรีสกุล	1	93.78	52.27	15.91	5.44	0.59	4.32	4.54	0.38	5.11
	2	20	5	5	5.35	0.5	3.66	4.65	0.42	4.86

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2558)

3.5 ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีต่อปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในผักกาดหวานหลังตัดแต่ง เศษผักและส่วนเหนือดินทั้งหมด

3.5.1 ไนโตรเจน (N)

ในพื้นที่ทดลองที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ผักกาดหวานที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 6.15 0.69 และ 6.84 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีผลทำให้การสะสมไนโตรเจนในทุกส่วนของผักกาดหวานแตกต่างกันมีนัยสำคัญ โดยในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด มีการสะสมไนโตรเจน 7.78 1.38 และ 9.18 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมากกว่าการสะสมไนโตรเจนของผักที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 127 100 และ 34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในกรณีของผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายเสกสรร พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 5.71 0.72 และ 6.43 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ที่มีการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 5.46 0.73 และ 6.19 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

สำหรับผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายชาคริต เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมไนโตรเจนในผักหลังตัดแต่ง เศษผัก และส่วนเหนือดินทั้งหมด 14.23 3.12 และ 17.37 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีผลทำให้การสะสมไนโตรเจนในทุกส่วนของผักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 โดยในผักหลังตัดแต่งและส่วนเหนือดินทั้งหมดลดลงประมาณ 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีปริมาณการสะสมไนโตรเจน 12.58 และ 14.86 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ สำหรับในเศษผักมีการสะสมไนโตรเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ ลดลงประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับผักที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 และมีปริมาณการสะสมไนโตรเจน 2.29 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดของ ผักกาดหวาน พ.ศ. 2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				การสะสมไนโตรเจน (กก.N/ไร่)					
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง		เศษผัก		ส่วนเหนือดินทั้งหมด	
1.ศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ทุ่งหลวง	1	153.60	76.80	76.80	6.15	(100) ^{L2}	0.69	(100)	6.84	(100)
	2	15	5	5	7.78	(127)	1.38	(200)	9.18	(134)
		t-test ^{L1}				*		*		*
2.นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	1	31.24	49.53	14.20	5.71	(100)	0.72	(100)	6.43	(100)
	2	20	5	5	5.46	(96)	0.73	(101)	6.19	(96)
		t-test ^{L1}				Ns		ns		ns
3.นายชาคริต กิตติศรีสกุล	1	93.78	52.27	15.91	14.23	(100)	3.12	(100)	17.37	(100)
	2	20	5	5	12.58	(88)	2.29	(73)	14.86	(86)
		t-test ^{L1}				Ns		*		ns

หมายเหตุ : L1 * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ T < 0.05, ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมเปรียบเทียบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยตำรับที่ 1

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2558)

3.5.2 ฟอสฟอรัส (P)

ผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนของดินทั้งหมด 0.91 0.08 และ 0.99 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ไม่มีผลทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในทุกส่วนของผักกาดหวานแตกต่างจากผักที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 ในทางสถิติ และมีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนของดินทั้งหมด 0.81 0.1 และ 0.93 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

สำหรับผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายเสกสรรที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนของดินทั้งหมด 0.98 0.72 และ 1.09 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ไม่ทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในทุกส่วนของผักกาดหวานแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนของดินทั้งหมด 0.93 0.73 และ 1.04 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

ในกรณีของผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายชาคริต พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมฟอสฟอรัสในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนของดินทั้งหมด 1.53 0.26 และ 1.78 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีผลทำให้การสะสมฟอสฟอรัสในส่วนของดินทั้งหมดและในผักหลังตัดแต่งต่ำกว่าผักที่ใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 คือมีการสะสมฟอสฟอรัส 1.38 และ 1.18 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าผักที่ได้ใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 24 และ 23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเศษผักก็มีการสะสมฟอสฟอรัสลดลง 19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 และมีการสะสมฟอสฟอรัส 0.21 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ความแตกต่างระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งสองตำรับไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติดังแสดงไว้ในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหนือดินทั้งหมดของ ผักกาดหวาน พ.ศ. 2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)				การสะสมฟอสฟอรัส (กก.P/ไร่)					
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง		เศษผัก		สวนเหนือดินทั้งหมด	
1.ศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ทุ่งหลวง	1	153.60	76.80	76.80	0.91	(100) ^{L2}	0.08	(100)	0.99	(100)
	2	15	5	5	0.81	(89)	0.10	(125)	0.93	(94)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
2.นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	1	31.24	49.53	14.20	0.98	(100)	0.72	(100)	1.09	(100)
	2	20	5	5	0.93	(95)	0.73	(101)	1.04	(95)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
3.นายชาคริต กิตติศรีสกุล	1	93.78	52.27	15.91	1.53	(100)	0.26	(100)	1.78	(100)
	2	20	5	5	1.18	(77)	0.21	(81)	1.38	(76)
		t-test ^{L1}			*		ns		*	

หมายเหตุ : L1 * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ T < 0.05, ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

L2 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมเปรียบเทียบกับ คิดเป็น % ของผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ยตำรับที่ 1

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2558)

3.5.3 โปแตสเซียม (K)

ผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงมีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังการตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหนือดินทั้งหมด 5.94 1.10 และ 7.04 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหนือดินทั้งหมด 5.5 1.43 และ 6.99 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ในทางสถิติ

สำหรับผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายเสกสรร ที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังการตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหนือดินทั้งหมด 4.43 0.65 และ 5.08 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ไม่ได้ทำให้ผักกาดหวานซึ่งมีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในสวนเหนือดินทั้งหมด 4.90 0.67 และ 5.57 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ในทางสถิติ

ในกรณีของผักกาดหวานที่ปลูกในโรงเรือนของนายชาคริต พบว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมด 11.36 3.48 และ 14.84 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 มีผลทำให้ทุกส่วนของผักกาดหวานมีการสะสมโปแตสเซียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 โดยมีการสะสมโปแตสเซียมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดในปริมาณ 8.60 2.40 และ 11.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าการสะสมโปแตสเซียมในผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 24 30 และ 26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในผักหลังตัดแต่ง ในเศษผัก และในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานปี พ.ศ. 2558

พื้นที่ทดลอง	อัตราการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่)			การสะสมโปแตสเซียม (กก.K/ไร่)						
	ตำรับที่	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ผักหลังตัดแต่ง	เศษผัก	ส่วนเหนือดินทั้งหมด			
1.ศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ทุ่งหลวง	1	153.60	76.80	76.80	5.94	(100) ^{L2}	1.10	(100)	7.04	(100)
	2	15	5	5	5.50	(93)	1.43	(130)	6.94	(92)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
2.นายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์	1	31.24	49.53	14.20	4.43	(100)	0.65	(100)	5.08	(100)
	2	20	5	5	4.90	(110)	0.67	(103)	5.57	(110)
		t-test ^{L1}			ns		ns		ns	
3.นายชาคริต กิตติศรีสกุล	1	93.78	52.27	15.91	11.36	(100)	3.48	(100)	14.84	(100)
	2	20	5	5	8.60	(76)	2.40	(70)	11.00	(74)
		t-test ^{L1}			*		*		*	

หมายเหตุ : L2 * หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับ T < 0.05, ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05

L3 ตัวเลขในวงเล็บ คือ ปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมเปรียบเทียบ คิดเป็น % ของผลผลิตเมื่อใส่ปุ๋ยตำรับที่ 1

ที่มา : กลุ่มวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2558)

จากผลการทดลองใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ตำรับคือ ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ ตำรับที่ 2 ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกาดหวานของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินในปี พ.ศ. 2558 ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) พบว่า การตอบสนองของผักกาดหวานต่ออัตราการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งผันแปรตามพื้นที่ทดลองชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีโดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งจำเป็นและการที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีโดยทำตามเพื่อนบ้านหรือใส่ปุ๋ยตามที่เจ้าหน้าที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแนะนำในอัตราสูงเป็นการจัดการปุ๋ยที่ไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาข้อมูลด้านการสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนเหนือดินทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ซึ่งในการทดลองพบว่าในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงเป็นพื้นที่เดียวซึ่งใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรแล้วทำให้การสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมดและในผลผลิตผักหลังการตัดแต่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามอัตราเกษตรกร ในขณะที่อีก 2 พื้นที่การใส่ปุ๋ยทั้งสองอัตราให้ผลไม่แตกต่างกัน ในแง่ของการสะสมฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมซึ่งพบว่ามีเพียงพื้นที่ของนายชาคริตเท่านั้นที่มีการสะสมฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดและในผลผลิตของผักหลังการตัดแต่งผันแปรตามอัตราการใส่ปุ๋ยเคมี โดยการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรทำให้การสะสมฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในส่วนเหนือดินทั้งหมดและในผลผลิตหลังการตัดแต่งต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ หากเปรียบเทียบปริมาณของธาตุอาหารหลักแต่ละธาตุที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดกับปริมาณธาตุอาหารหลักที่อยู่ในปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเพาะปลูกก็จะพบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนเหนือดินของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยเคมีแต่ละอัตราต่ำกว่าปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ย สำหรับปริมาณโปแตสเซียมที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานที่ได้รับปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรซึ่งสูงกว่าปริมาณที่มีอยู่ในปุ๋ยน่าจะเป็นโปแตสเซียมที่พืชได้รับจากโปแตสเซียมที่มีอยู่ในดิน ซึ่งผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ที่พบว่าผักกาดหวานที่ปลูกในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงมีปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนปลูก 171 และ 210 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ เมื่อปลูกผักกาดหวานโดยใส่ปุ๋ยเคมีมีการสะสมโปแตสเซียมในส่วนเหนือดิน 7.21 และ 7.60 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ บ่งชี้ให้เห็นว่าในดินซึ่งมีปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง สามารถปลดปล่อยโปแตสเซียมให้แก่พืชโดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมได้ถึงประมาณ 7 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นในพื้นที่ทดลองทั้ง 3 แห่งซึ่งมีปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนปลูกในระดับสูงมากจึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยโปแตสเซียม

สำหรับการปลูกผักกาดหวานในกรณีของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสก็ไม่น่าจะเป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน เพราะดินทั้ง 3 พื้นที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูง จากผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่งดินก่อนปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูงมาก (> 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อปลูกผักกาดหวานโดยไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีการสะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมด 0.67 และ 0.90 กิโลกรัมต่อไร่ และหากได้รับการใส่ไนโตรเจนอย่างเดียวสามารถดู

ใช้ฟอสฟอรัสจากดินได้ในปริมาณที่ไม่ต่างจากผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส โดยปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในผักกาดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเพียง 7.46 – 8.32 กิโลกรัมต่อไร่ ก็สามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสจากดินได้ถึง 1.08 – 1.22 กิโลกรัมต่อไร่ ตามผลการทดลองในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่แตกต่างจากการสะสมฟอสฟอรัสของผักกาดหวานที่ปลูกในพื้นที่ทดลองในปี พ.ศ. 2558 มากนัก

ในกรณีของการสะสมไนโตรเจนซึ่งทดลองในปี พ.ศ. 2558 พบว่าผักกาดหวานที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับที่ 1 ซึ่งมีการใส่ไนโตรเจน 153.60 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพื้นที่การทดลองในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง 31.24 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพื้นที่การทดลองของนายเสกสรร และ 93.78 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับพื้นที่การทดลองของนายชาคริต มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินทั้งหมด 6.84 6.43 และ 17.37 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 4.45 30.27 และ 18.53 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในปุ๋ย ในขณะที่ผักกาดหวานที่ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรหรือตำรับที่ 2 ซึ่งใส่ไนโตรเจนในอัตรา 15 20 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน 9.18 6.19 และ 14.86 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 61 32 และ 74.3 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่มีอยู่ในปุ๋ย แต่ไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเหนือดินทั้งหมดของผักกาดหวานย่อมได้จากไนโตรเจนที่มาจาก การปลดปล่อยของอินทรีย์วัตถุในดินด้วย จากการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ผักกาดหวานที่ปลูกในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูงและปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีใด ๆ มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดินได้ถึง 5.29 และ 7.48 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยอัตราเกษตรกรของทุกพื้นที่เป็นอัตราการใส่ไนโตรเจนที่มากเกินไปเกินความต้องการของพืชเป็นการลงทุนที่สูงเปล่าและยังอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อพืชและต่อดิน ในกรณีของพืชการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปอาจชักนำให้พืชขาดทองแดงหรือสังกะสี (Jones, 1966) และที่น่าคำนึงถึงคือ ผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงอย่างต่อเนื่องน่าจะมีผลต่อคุณภาพของดินเพราะหากไนโตรเจนที่ใส่อยู่ในรูปของยูเรียหรือแอมโมเนียม ไนโตรเจนในรูปเหล่านี้จะเปลี่ยนสภาพไปเป็น ไนเตรทโดยกระบวนการ Nitrification ของจุลินทรีย์ดินซึ่งกระบวนการดังกล่าวก่อให้เกิด H^+ ion ซึ่งมีผลทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น

สำหรับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโปแตสเซียมโดยไม่มีผลทำให้พืชมีผลผลิตเพิ่มขึ้นและเป็นการใส่ปุ๋ยที่สูญเปล่ายังชักนำให้พืชขาดธาตุอาหารพืชบางอย่าง มีรายงานระบุว่า การใส่ฟอสฟอรัสมากเกินไปทำให้พืชขาดทองแดงหรือสังกะสีหรือขาดทั้งสองธาตุ (Bringham, 1966) ส่วนการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมมากเกินไปมีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืชหลายธาตุ เช่น แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี เหล็ก และการที่โปแตสเซียมสะสมมากในดินอาจชักนำให้พืชเกิดการขาดธาตุ แมกนีเซียม (Ulrich and Ohki, 1966)

จากผลการทดลองในปี พ.ศ. 2558 ทำให้ผู้ทดลองทราบว่าชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) สามารถใช้วิเคราะห์ดินได้และให้ค่าวิเคราะห์ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของ

อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่มีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจเพียงพอสำหรับการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แต่การวิเคราะห์ค่าอินทรีย์วัตถุยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างซึ่งมีผลทำให้การประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างจากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรในระดับ 5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อัตราการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรสำหรับการปลูกผักกาดหวานยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควรเพราะยังมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมแม้ดินมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูงและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมตามคำแนะนำดังกล่าวก็ไม่สอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินของผักชนิดนี้ ในขณะเดียวกันผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ก็ชี้ให้เห็นว่าการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีโดยปราศจากค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับความต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมของพืชเพื่อให้ผลผลิตในระดับที่คาดหวังจะมีความเหมาะสมมากกว่า แต่แนวทางการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีดังกล่าวอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคตเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกับการตรวจดินโดยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุมพื้นที่ซึ่งมีลักษณะดินและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากพื้นที่ที่ผู้ทดลองใช้ในการทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตามการทดลองที่ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2558 ก็สามารถชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินหรือใช้ค่าวิเคราะห์ร่วมกับความต้องการธาตุอาหารพืชในการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยในการปลูกผักกาดหวานให้กับเกษตรกรได้

3.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนในการผลิตในส่วนของการเตรียมแปลง การปลูก การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวในแต่ละแห่งไม่แตกต่างกันมีเพียงต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีเท่านั้นที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะแปลงทดลองทั้ง 3 แห่งมีการใช้อัตราปุ๋ยที่แตกต่างกัน แต่พบว่าทั้ง 3 แปลงในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยแบบที่เกษตรกรเคยใช้ในตำรับที่ 1 มีค่าปุ๋ยมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบตำรับที่ 2 ซึ่งประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกาดหวานของกรมวิชาการเกษตรโดยใช้ด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่อไร่พบว่าค่าใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ของทั้ง 3 แปลงทดลองจะมีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 เช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัมของทั้ง 3 แปลงทดลองที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัมของการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มากกว่าตำรับที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้นั้นเอง ในขณะที่มูลค่าผลผลิตต่อไร่ของการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 จากแปลงของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงและนายเสกสรรมีน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 แต่ในแปลงของนายชาคริตกลับมีมูลค่าของผลผลิตต่อไร่จากการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีมากกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากมูลค่าของผลผลิตต่อไร่ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิตต่อไร่ เช่นเดียวกันกับผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรที่การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 จากแปลงทดลองของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงและของนายเสกสรรมีน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 แต่ในแปลง

ทดลองของนายชาคริตการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ให้ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรมากกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 แต่ในส่วนของผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) นั้นการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 มีน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ในทั้ง 3 แปลงทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ซึ่งประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกึนใบของกรมวิชาการเกษตรดังเช่นที่แสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 ร่วมกับการใช้ผลวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ให้ผลประโยชน์ต่อการลงทุนมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติ ทั้งยังสามารถประเมินอัตราปุ๋ยที่จะใช้ได้สะดวก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกผักกาดหวาน พ.ศ. 2558

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ศูนย์ฯทุ่งหลวง		นายเสกสรร		นายชาคริต	
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2
1. การเตรียมแปลง						
1.1 ค่าแรงใส่ปุ๋ยหมัก	300	300	300	300	300	300
1.2 ค่าแรงเตรียมแปลง	600	600	600	600	600	600
2. การปลูก						
2.1 ค่าแรงปลูกผัก	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3. การดูแลรักษา						
3.1 ค่าแรงในการให้น้ำ	600	600	600	600	600	600
3.2 ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี (2 ครั้ง)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3.3 ค่าแรงพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (2 ครั้ง)	600	600	600	600	600	600
3.4 ค่าแรงกำจัดวัชพืช (2 ครั้ง)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
4. การเก็บเกี่ยว						
4.1 ค่าแรงเก็บเกี่ยว + ตัดแต่ง	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
5. ค่าวัสดุเกษตร						
5.1 ค่าปุ๋ยหมัก (กก.ละ 5 บาท)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
5.2 ค่าต้นกล้าผักกาดหวาน	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
5.3 ค่าปุ๋ยเคมี	20,992	1,091	4,597	1,287	7,045	1,287
สูตร 46-0-0 (กก.ละ 18 บาท)	-	391	-	587	1,909	587
สูตร 15-0-0 (กก.ละ 20 บาท)	10,240	-	-	-	-	-
สูตร 15-15-15 (กก.ละ 21บาท)	10,752	700	-	700	2,227	700
สูตร 13-13-21 (กก.ละ 20 บาท)	-	-	1,352	-	-	-
สูตร 16-20-0 (กก.ละ 16 บาท)	-	-	3,245	-	2,909	-
5.4 ค่าสารป้องกันกำจัดโรคและศัตรูพืช	350	350	350	350	350	350

ตารางที่ 30 (ต่อ)

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่ (บาท)					
	ศูนย์ฯทุ่งหลวง		นายเสกสรร		นายชาคริต	
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2
รวมค่าใช้จ่ายต่อไร่ (บาท)	33,742	13,841	17,347	14,037	19,795	14,037
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	2,423	2,869	2,743	3,360	5,063	4,686
ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	25	25	25	25	25	25
มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท)	60,575	71,725	68,575	84,000	126,575	117,150
ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	13.93	4.82	6.32	4.18	3.91	3.00
ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ไร่)	26,833	57,884	51,228	69,963	106,780	103,113
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio)	0.80	4.18	2.95	4.98	5.39	7.35

หมายเหตุ : 1) ค่าแรงในการดำเนินการคิดวันละ 300 บาทต่อ 1 แรงงาน

- ค่าแรงใส่ปุ๋ยเคมี จำนวน 2 ครั้ง ใช้แรงงาน 2 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

- ค่าแรงในการให้น้ำตลอดระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยว จำนวน 30 วัน ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง คิดค่าใช้จ่ายครั้งละ 10 บาทต่อไร่

- ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้แรงงาน 4 แรงงานต่อครั้งต่อไร่

2) ใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ราคา กิโลกรัมละ 5 บาท

สรุป

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ของชุดตรวจดินภาคสนามสำหรับให้คำแนะนำปุ๋ยในการปลูกผักในพื้นที่โครงการหลวงเป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีให้สอดคล้องกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชผักนั้น พบว่า จากผลการทดลองในปี พ.ศ. 2556 การใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 3 คือใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำจากคู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง เป็นตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตผักกาดหวานหลังการตัดแต่งดีที่สุดทำให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด ในขณะที่ผลการทดลองในปี พ.ศ. 2557 พบว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 6 คือประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกินใบของกรมวิชาการเกษตรเป็นตำรับการทดลองที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตผักกาดหวานหลังการตัดแต่งดีที่สุดทำให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด เมื่อนำทั้งสองตำรับมาเปรียบเทียบกันพบว่าการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 ใช้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 3 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 ซึ่งเป็นตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยน้อยที่สุดพบว่าการให้ผลผลิตหลังการตัดแต่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติแต่หากจะนำการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 มาเป็นแนวทางในการแนะนำให้เกษตรกรแล้วยังเป็นเรื่องที่ยุ้งยากเพราะการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 4 ต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างที่นำมาประกอบการประเมินอัตราปุ๋ย เช่น ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืชในแต่ละชนิด ความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของดินต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยและเป็นการยากที่เกษตรกรจะนำไปปฏิบัติด้วยตนเอง ในขณะที่การใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 นั้นต้องการข้อมูลที่นำมาประกอบการประเมินอัตราปุ๋ยที่น้อยกว่าและข้อมูลส่วนใหญ่มีการศึกษาวิจัยเอาไว้แล้ว ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกพืชให้สอดคล้องกับคุณภาพดินและความต้องการธาตุอาหารของพืช ซึ่งช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้ได้ผลผลิตที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดสามารถลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดีรวมทั้งเป็นการรักษาทรัพยากรดินไม่ให้เกิดการเสื่อมโทรม ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยในตำรับที่ 6 ได้นำมาใช้เป็นตำรับการทดลองที่ 2 ในการทดลองปลูกผักกาดหวานในปี พ.ศ. 2558

จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ดินด้วยวิธีการในห้องปฏิบัติการควบคู่ไปกับการใช้ชุดตรวจสอบดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ก่อนที่จะนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปใช้ในการให้คำแนะนำอัตราการใส่ปุ๋ยให้กับผักกาดหวาน พบว่า ชุดตรวจสอบดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) สามารถใช้วิเคราะห์ดินได้และให้ค่าวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่มีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจเพียงพอสำหรับการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร แต่การวิเคราะห์ค่าอินทรีย์วัตถุยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เมื่อนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักในพื้นที่โครงการหลวง พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการ

ปลูกผักกาดหวานมีปริมาณลดลงจากเดิมที่เกษตรกรเคยใช้ปุ๋ยในปริมาณมากช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในเรื่องของค่าปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้จากการใช้ชุดตรวจสอบดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) มาช่วยให้คำแนะนำในการกำหนดอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกผักกาดหวาน จะเห็นได้ว่าต้นทุนในด้านค่าปุ๋ยลดลงต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยแบบที่เกษตรกรเคยปฏิบัติกันมาซึ่งไม่มีหลักเกณฑ์ใดๆ มาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจว่าควรจะใช้ปุ๋ยอย่างไร อัตราเท่าใด ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตสูง ดังเช่น การทดลองในปี พ.ศ. 2558 การใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 2 ซึ่งเป็นประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของผักกาดหวานของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัมต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยในตำรับที่ 1 ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยตามวิธีการและอัตราที่เกษตรกรเคยปฏิบัติแต่มีผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B:C ratio) ที่สูงกว่า

ข้อเสนอแนะ

1. จากการนำข้อมูลการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุของ Ankermann and Large (n.d.) มาใช้ในการทดลองนี้ จะเห็นว่า ปริมาณที่ไนโตรเจนทั้งหมดที่ดูดใช้ของวิธีการให้ปุ๋ยอัตราที่ 1 ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณไนโตรเจนที่สามารถปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดิน มีความผันแปรไป ไม่ตรงกับปริมาณที่ประเมินได้จากข้อมูลของ Ankermann and Large (n.d.) ซึ่งอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมและการบริหารจัดการที่ไม่ตรงกัน จึงควรมีการศึกษาถึงการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดินในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ถูกต้องต่อไป

2. การใส่ปุ๋ยของเกษตรกรโดยส่วนใหญ่ จะใช้ปุ๋ยผสมซึ่งมีธาตุอาหารหลักครบ (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม) และใส่ในปริมาณสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในดินในระดับสูงมาก การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมจึงไม่พบการตอบสนองของผักกาดหวานที่ใช้ทดสอบ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากผักกาดหวานเป็นพืชที่ปลูกในระยะสั้นประมาณ 30 วัน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินเมื่อมีการใช้พื้นที่อย่างต่อเนื่อง

3. การส่งเสริมให้เกษตรกรมีแนวคิดในการใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม ควรมีการให้ความรู้แก่เกษตรกรในเรื่องการใช้ปุ๋ยและสนับสนุนการเข้าถึงอุปกรณ์ เครื่องมือ ที่เกี่ยวข้องให้กับเกษตรกรได้ใช้ได้ง่ายและมีราคาไม่สูงจนเกินไป

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. จากการศึกษาพบว่าแนวทางที่เหมาะสมในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกพืชผัก คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับความต้องการธาตุอาหารของพืชซึ่งจะช่วยให้ได้ผลผลิตสูงและประหยัดต้นทุนในด้านการใช้ปุ๋ยเคมี

2. ข้อมูลจากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าการใช้ชุดตรวจดินภาคสนามของกรมพัฒนาที่ดิน (LDD Test Kit) ในการให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชผักบนพื้นที่สูง มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสำหรับใช้ประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกผักได้ในระดับหนึ่ง

3. สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปถ่ายทอดให้เกษตรกรได้มีความรู้และเข้าใจถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ดินก่อนการเพาะปลูกและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

4. เกษตรกรสามารถนำความรู้ในเรื่องของการวิเคราะห์ดินและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไปใช้ในการลดต้นทุนการผลิตด้านการใช้ปุ๋ยเคมี

5. ช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. สำนักงานเลขาธิการกรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เนตรดาว ปาลี. 2547. การประเมินสมดุลบางส่วนของธาตุอาหารหลักของพืชผักที่ปลูกในระบบปลอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปวีณา เกียรติตระกูลกาล. 2551. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสมในการปลูกผักบนพื้นที่สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง. 2546. คู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุ ปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2558. การใช้ชุดตรวจดินภาคสนาม (LDD Test Kit). กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Ankerman, D and R. Large. n.d. **Agronomy Handbook**. Midwest Laboratories, Inc.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Bringham, F.T. 1966. Phosphorus, pp. 324-361. In Chapman H.D., **Diagnostic Criteria for Plants and Soil**. Division of agriculture sciences, University of California.
- Deenik, J., R. Hanasaki, R. Shimabuka, S. Nakamoto and R. Uchida. 2006. Phosphorus fertilizer management for head cabbage. **Soil and Crop Management.** 16: 1-6.
- Jones,w.w. 1966. Nitrogen, pp. 310-323. In Chapman H.D., **Diagnostic Criteria for Plants and Soil**. Division of agriculture sciences, University of California.
- Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. 2006. **Endive and Parsley-Fertility**. Government of Ontario, Canada.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil fertility and Fertilizers**. Macmillan Publishing Co. Inc.

Ulrich, A. and K. Ohki. 1966. Potassium, pp. 361-393. *In* Chapman H.D., **Diagnostic Criteria for Plants and Soil**. Division of agriculture sciences, University of California.

Walkley, A. and I.A. Black, 1947, Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. **Soil. Sci. Amer. Proc.** 63: 257.

Yeshiwas, Y., B. Y. B. Zewdie, A. Chekol and A. Walle. 2018. Effect of nitrogen fertilizer and farm yard manure on growth and yield of lettuce. **International of Agriculture Research.** 13: 74-79.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 คำแนะนำปุ๋ยสำหรับ ค่ะน้ำ ผักกาดหัว กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก บล๊อคโคลี ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี และ พืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานต้นและใบ อื่น ๆ ของกรมวิชาการเกษตร

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่
1) อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) (เปอร์เซ็นต์)	
< 1.5	ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 20 กิโลกรัมต่อไร่
1.5 – 2.5	ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 15 กิโลกรัมต่อไร่
> 2.5	ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 10 กิโลกรัมต่อไร่
2) ฟอสฟอรัส (Available P ใช้น้ำยาสกัด Bray II) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
< 10	ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 10 กิโลกรัมต่อไร่
10 – 20	ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 5 กิโลกรัมต่อไร่
> 20	ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 5 กิโลกรัมต่อไร่
3) โพแทสเซียม (Exchangeable K ใช้น้ำยาสกัด NH_4OAc) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
< 60	ปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 15 กิโลกรัมต่อไร่
60 – 100	ปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 10 กิโลกรัมต่อไร่
> 100	ปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 5 กิโลกรัมต่อไร่

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2548)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดิน (Indigenous N Supply, INS) ที่มีเนื้อดินต่างกันต่อฤดูปลูกสำหรับฝัก (จำนวน 45 วัน)

% OM	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดิน (Indigenous N Supply, INS) (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ต่อฤดูปลูก 45 วัน)		
	ดินเนื้อละเอียด (clay loam)	ดินเนื้อปานกลาง (silty loam)	ดินเนื้อหยาบ (sandy loam)
1.0	3.00	4.05	4.62
1.1	3.14	4.19	4.76
1.2	3.29	4.33	4.91
1.3	3.43	4.47	5.05
1.4	3.57	4.62	5.19
1.5	3.71	4.76	5.33
1.6	3.86	4.90	5.48
1.7	4.00	5.04	5.62
1.8	4.14	5.18	5.76
1.9	4.28	5.26	5.90
2.0	4.43	5.47	6.05
2.1	4.57	5.61	6.19
2.2	4.71	5.75	6.33
2.3	4.85	5.89	6.47
2.4	5.00	6.03	6.61
2.5	5.13	6.18	6.75
2.6	5.28	6.32	6.90
2.7	5.42	6.46	7.04
2.8	5.56	6.60	7.18
2.9	5.70	6.68	7.32

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

% OM	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุในดิน (Indigenous N Supply, INS) (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ต่อฤดูปลูก 45 วัน)		
	ดินเนื้อละเอียด (clay loam)	ดินเนื้อปานกลาง (silty loam)	ดินเนื้อหยาบ (sandy loam)
	3.0	5.84	6.99
3.1	5.99	7.03	7.61
3.2	6.13	7.17	7.75
3.3	6.27	7.31	7.89

ที่มา : ดัดแปลงจาก Agronomy Handbook Midwest Laboratories (Ankerman, D and R. Large, n.d.)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil Reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1 : 1) (Land Classification Division FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

ระดับ (Rating)	พิสัย (Range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) (% Organic Carbon × 1.724)

ระดับ (Rating)	พิสัย (Range)
ต่ำมาก (VL)	< 0.5
ต่ำ (L)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0-1.5
ปานกลาง (M)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง (MH)	2.5-3.5
สูง (H)	3.5-4.5
สูงมาก (VH)	> 4.5

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ระดับของปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available P)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3-10
ปานกลาง (medium)	11-15
สูง (high)	16-45
สูงมาก (very high)	> 45

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางภาคผนวกที่ 6 ระดับของปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K)

ระดับความเป็นประโยชน์ต่อพืช	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30-60
ปานกลาง (medium)	61-90
สูง (high)	91-120
สูงมาก (very high)	> 120

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2547)



ภาพภาคผนวกที่ 1 ลักษณะโรงเรือนที่ทำการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยหลวง



ภาพภาคผนวกที่ 2 การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อนำไปวิเคราะห์



ภาพภาคผนวกที่ 3 การวางผังการทดลองภายในโรงเรือน



ภาพภาคผนวกที่ 4 การปลูกผักกาดหวานภายในโรงเรือนที่ทำการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 5 การใส่ปุ๋ยแต่ละอัตราตามดำรับการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 6 ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ.2556



ภาพภาคผนวกที่ 7 ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ. 2557



ภาพภาคผนวกที่ 8 ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ปี พ.ศ. 2558



ภาพภาคผนวกที่ 9 ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของนายเสกสรร เจริญสุขบุญสังข์ ปี พ.ศ. 2558



ภาพภาคผนวกที่ 10 ผักกาดหวานที่ปลูก ณ โรงเรือนของนายชาคริต กิตติศรีสกุล ปี พ.ศ. 2558



ภาพภาคผนวกที่ 11 การเก็บตัวอย่างผักกาดหวานจากแปลงทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์



ภาพภาคผนวกที่ 12 ตัวอย่างผักกาดหวานในแต่ละดำรับการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 13 การเตรียมตัวอย่างผักกาดหวานเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวกที่ 14 ตัวอย่างผักกาดหวานที่เตรียมนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

