สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

T108912

เรื่อง

ผลของปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักหวานบ้าน

Effect of Chemical Fertilizer Rates on Growth in *Souropus androgynus*

โดย

นาย สุนทร นาบำรุง

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ภัญชนา มีแก้วกุญชร

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช)

พุทธศักราช 2547

ปพ.
ส788ผ
2547
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....108912
วัน,เดือน,ปี.....-2 ส.ค. 2553
b.....12227547
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักหวานบ้าน

Effect of Chemical Fertilizer Rates on Growth in *Souropus androgynus*

โดย

นาย สุนทร นาบำรุง

ได้รับการพิจารณาโดย

....

(รศ. ภัญชนา มีแก้วกุญชร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่...4...เดือน...มิ.ย....พ.ศ...48...

ภาควิชารับรองแล้ว

....

(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่...4...เดือน...มิ.ย....พ.ศ...48...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆต่อการเจริญเติบโตของผักหวานบ้าน

โดย : นายสุนทร นาบำรุง
สาขา : เทคโนโลยีการผลิตพืช
ภาควิชา : พืชสวน
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ภัญชนา มีแก้วกุญชร

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่ระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นผักหวานบ้านโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD.) โดยใช้ปุ๋ยผสมระหว่างปุ๋ยสูตร 40-0-0 และ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในอัตราส่วน 3:1 ทั้งหมด 7 วิธีการ โดยใช้ปุ๋ยผสม 10 กรัม , 20 กรัม 30 กรัม , 40 กรัม , 50 กรัม , 60 กรัม เปรียบเทียบกับ ไม่ใส่ปุ๋ย (control) เริ่มให้ปุ๋ยครั้งแรก วันที่ 26 ธ.ค. 47 หลังจากปลูก 5 วัน และต่อมาให้ปุ๋ยทุก 5 วัน เป็นเวลา 10 ครั้ง จึงเก็บผลพบว่า ปุ๋ย 40 กรัม/ ต้น / ครั้ง ทำให้ผักหวานบ้านมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด คือ 34.36 เซนติเมตร ผักหวานบ้านที่ไม่ใส่ปุ๋ย (control) มีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 11.94 เซนติเมตร ส่วนน้ำหนักยอดผักหวานปุ๋ย 40 กรัม / ต้น / ครั้ง ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด คือ 11.88 กรัม ส่วนผักหวานที่ไม่ใส่ปุ๋ยผสม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุด คือ 6.25 กรัม และที่ระดับปุ๋ย 30 กรัม / ต้น / ครั้ง ผักหวานแตกยอดเฉลี่ยดีที่สุด คือ 3.88 ยอด ไม่ใส่ปุ๋ยผสม จำนวนยอดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.93 ยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of chemical Fertilizer Rates on Growth in *Souropus androgynus*

By : Mr. Suntorn Nabumroong

Major : Plant Production Technology

Department :, Horticulture

Faculty : Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Chaokuntaharn Ladkrabang

Adviser : Assoc. Prof. Punchana Meekaewkunchorn

Abstract

Effect of chemical fertilizer rates on growth of *Souropus androgynus*. The experiment was completely Randomized Design (CRD). 7 treatments , 4 replications. There were mixed chemical fertilizer 40-0-0 and 16-16-16, ratio 3:1, 10 grams. 20 grams , 30 grams, 40 grams , 50 grams, 60 grams and control (no chemical fertilizer). Giving fertilizer on 26 th November 2004 after planting 5 days and every 5 days 10 times. 5 days after the last giving fertilizer , the result showed that treatment which was applied by mixed chemical fertilizer 40 grams had the highest shoot growth 34.36 cm., and the most of weight , 11.88 grams/plant. 30 grams had the highest number of shoot , 3.88 shoots/plant, control gave the lowest shoot growth , 11.94 cm. the least of weight 11.88 grams/plant and the least number of shoot. 3.88 shoots/plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ. ภัญชนา มีแก้วกุญชร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้ให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขเพิ่มเติมจนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ ประสาทวิชาความรู้ ให้สามารถนำมาใช้กับงานครั้งนี้ได้ ซึ่งผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ญาติพี่น้องที่ช่วยสนับสนุนทางด้านการศึกษาและให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำหมวดไม้ผล และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา จนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายสุนทร นาบำรุง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญภาคผนวก	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	24

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 ตารางแสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยความยาวยอด (ซม.) 19
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม) และค่าเฉลี่ยจำนวนยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 ค่าเฉลี่ยความสูง (ซม.) ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัม) ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด 20

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ภาพที่

1 แปลงปลูกผักหวาน 25

2 ผักหวานที่ไม่ใส่ปุ๋ย 26

3 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 10 กรัม 27

4 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 20 กรัม 28

5 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 30 กรัม 29

6 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 40 กรัม 30

7 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 50 กรัม 31

8 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 60 กรัม 32

ตารางที่

1 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวยอด (ซม.) 33

2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยความยาวยอด 33

3 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม) 34

4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 34

5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอด 35

6 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยจำนวนยอด 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักหวานบ้านเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ตลาดมีความต้องการมาก เนื่องจากประชาชนโดยทั่วไปนิยมรับประทานผักหวานซึ่งเป็นผักที่มีรสชาติดีมากและไม่มีสารพิษตกค้าง ในปัจจุบันนั้นมีผู้ที่ผลิตเพื่อการค้าน้อยโดยส่วนใหญ่แล้วผู้ที่ผลิตจะเป็นเกษตรกรรายย่อย ผักหวานบ้านสามารถปลูกและดูแลรักษาได้ง่ายไม่ค่อยมีโรคและแมลงมารบกวน จึงไม่ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัด แต่ที่ยังต้องมีค่าใช้จ่ายในส่วนใหญ่สำหรับเกษตรกรในการผลิตตอนนี้คือ ค่าใช้จ่ายในด้านของปุ๋ยเคมี เนื่องจากยังไม่ทราบปริมาณการให้ที่แน่นอน โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรมักมีความเชื่อว่ายิ่งให้ปุ๋ยในปริมาณที่มากก็จะทำให้ได้ผลผลิตมากตามไปด้วย เพราะเหตุนี้จึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูงแต่โดยความจริงแล้วการให้ปุ๋ยมากนั้นไม่ได้ส่งผลดีเสมอไปแต่ต้องให้ในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการ ของพืชแต่ละชนิดในปัจจุบันนั้นปุ๋ยเคมีมีการปรับตัวในราคาที่สูงขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งให้มากที่สุด

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีการศึกษา การใช้ปุ๋ยเคมี อัตราต่าง ๆ ต่อผลผลิตของผักหวานบ้านเพื่อให้ทราบอัตราปุ๋ยที่เหมาะกับการใช้ในการผลิตเพื่อการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาอัตราของปุ๋ยเคมีที่ให้ผลผลิตสูงสุดต่อการผลิตผักหวาน
2. เป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการผลิตเพื่อการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ผักหวานบ้าน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

วงศ์ : Euphorbiaceae

ชื่อตามท้องถิ่น : ผักหวานบ้าน ผักหวาน (ทั่วไป)
ก๊านตง จ๊าผักหวาน ผักหลน (ภาคเหนือ)
ไถหลุ่ยกะนีเตาะ (กะเหรี่ยง ; แม่ฮ่องสอน)
นานาเซียม (มาเลเซีย)
ผักหวานใต้ใบ (สตูล)
มะยมป่า (ประจวบคีรีขันธ์)

ถิ่นกำเนิด : ประเทศมาเลเซีย และปลูกทั่วไปในประเทศทางเอเชีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง สูงประมาณ 2 – 3 เมตร ลำต้นตั้งตรงเปลือกต้นขรุขระ สีน้ำตาลปนเทา กิ่งอ่อนสีเขียวเข้มผิวมันเรียบ

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ ก้านใบสั้น รูปไข่ปลายแหลมออกเป็นคู่ตรงข้ามกันดูคล้ายใบประกอบ รูปคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ใบกว้าง 1.5 – 3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.6 เซนติเมตร มีหูใบเล็ก ๆ ที่โคนก้านใบ ด้านบนสีเขียวเข้ม ด้านล่างสีเขียวอ่อนออกนวล ๆ ขอบใบเรียบ

ดอก ดอกช่อออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ มีดอกตัวเมีย 1 – 3 ดอก และดอกตัวผู้จำนวนมาก ไม่มีกลีบดอกดอกตัวเมียกลีบเลี้ยงสีแดงเข้มหรือสีเหลืองจุดประสีแดงเข้ม ช่อดอกยาว 1.2 -1.6 เซนติเมตร

ผล จะมีลักษณะกลมแป้นฉ่ำน้ำ ภายในแบ่งเป็น 6 พลู พลู ๆ ละ 1 เมล็ด ผลมีสีเขียวอ่อนและเมื่อแก่เต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีขาวอมเหลือง ผลแห้ง แตกได้เมล็ดมีขนาดเล็กสีดำ

การขยายพันธุ์ ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดและปักชำกิ่ง สามารถเก็บส่วนต่าง ๆ มาขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต คือ ดินร่วนมีความชุ่มชื้น สามารถขึ้นเองได้ตามป่าละเมาะ ที่รกร้างว่างเปล่าทั่ว ๆ ไป ปลูกตามบ้านเรือนและสวนไร่นา (เพ็ญนภา , 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์

ทางอาหาร ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน ใช้ต้มเป็นผักจิ้มน้ำพริก แกงจืด แกงเลียง แกงปลาย่าง

ทางยา ใบ และต้น ปรุงเป็นยาเขียว มีรสหวาน เย็น น้ำยางใช้หยอดเป็นยาแก้อักเสบ รักษาแผลในจมูก ชาวกะเหรี่ยง มูเซอ ใช้ทั้งใบและต้นต้มน้ำอาบ เคี้ยวกินสด ๆ แก้ปวดเมื่อยร่างกาย เป็นยาบำรุงสุขภาพสำหรับสตรีหลังคลอด สารสกัดจากใบและลำต้นด้วยแอลกอฮอล์ มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ HIV -1 reverse transciptase เล็กน้อย ใบมีสาร papaverine กินมากจะทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะและท้องผูกจึงห้ามรับประทานสด ราก ตำให้ละเอียดใช้พอกฝี ต้มเป็นยาแก้ไข้ ถอนพิษไข้ รักษาคางทูม

ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้มาจากสารประกอบอนินทรีย์ต่าง ๆ หรือเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการทางเคมี ที่ให้ธาตุอาหารพืชในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ทันที

ปุ๋ยเคมีและความสำคัญต่อการผลิตพืช

การปลูกพืชถ้าจะให้ได้ผลดี พืชจะต้องได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทุกปัจจัยอย่างเพียงพอและสัดส่วนที่เหมาะสม จะขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่ได้ ซึ่งตามธรรมชาติของการเจริญเติบโตของพืชดังกล่าวก็เป็นไปตามกฎของ Justus von Liebig นักเคมีชาวเยอรมันที่ว่าด้วยเรื่อง "ปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช (law of the limiting factors) สำหรับการปลูกพืชนั้น ในกรณีที่ปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ยกเว้นดิน การปลูกพืชให้ได้ผลดีจะต้องพิจารณาให้ความสำคัญเกี่ยวกับการปรับปรุงดินหรือการยกระดับความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน (soil productivity) เป็นหลัก โดยทั่วไปถ้าชนิดดินที่ใช้ในการปลูกพืช ไม่ใช่เป็นดินที่มีปัญหา (problem soil) รุนแรงอันเนื่องมาจากสมบัติเฉพาะตัว เช่นเป็นดินที่มีเนื้อทรายจัด เป็นดินเปรี้ยว ดินด่าง ดินเค็ม ดินพรุ (peat soil) ดินอินทรียวัตถุสลายรูป (muck soil) หรือดินลูกรังตื้น (skeletal soil) ความสามารถในการให้ผลผลิตพืช ในการเกษตรจะมีมากหรือน้อยส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจาก ปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินเป็นสำคัญ หรืออีกนัยหนึ่งขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าจะเป็นผลอันเนื่องมาจากปัจจัยดินอื่น ๆ ก็คือการใช้ปุ๋ยเคมี (มุกดา , 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต

ปุ๋ยเคมีคือสารอนินทรีย์สังเคราะห์ (organic synthetic) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลว และเมื่อมีการใช้กับพืชไม่ว่าจะโดยทางดิน ทางใบ (foliar application) ทางน้ำชลประทาน(fertigation) หรือโดยวิธีการอื่นใด ที่มีผลทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารที่มีในปุ๋ยแล้วเจริญเติบโตได้ดี สำหรับการเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการที่มีความสำคัญและยอมรับกันเป็นสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืชเศรษฐกิจอายุสั้น เช่น ข้าว ข้าวโพด เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงหรือในระดับที่คุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การปลูกพืชไร่บางชนิด เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี อาจให้ผลผลิตเมล็ดเพียงประมาณ 100 – 200 กิโลกรัมต่อ ไร่ ในขณะเดียวกันการปลูกข้าวโพดในพื้นที่เดียวกันโดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีและมีการปฏิบัติดูแลรักษาพืชเหมือน ๆ กัน อาจให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่าตัว
(มุกดา , 2543)

การใช้ปุ๋ยเคมีในประเทศไทย

ในอดีตประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ โดยจะเห็นได้จากคำกล่าวเสมอว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” หรือ “ เมืองไทยใหญ่อุดม ดินดีสมเป็นนาสวน” แต่ในปัจจุบันคำกล่าวข้างต้นนั้นกลับกลายเป็นตรงกันข้ามเสียแล้ว ในน้ำจะไม่มีปลา และ ในนาจะไม่มีข้าว ดินเสื่อมโทรมกล่าวคือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ หรือความสามารถในการให้ผลผลิตต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากที่ดินได้ใช้ปลูกพืชติดต่อกันมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน แต่ขาดการปรับปรุงดินที่เหมาะสม

สภาพดิน

จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2526 ประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมดทั่วประเทศประมาณ 320.7 ล้านไร่ ซึ่งในจำนวนนี้เป็นพื้นที่ใช้เพื่อการเกษตรประมาณ 147.6 ล้านไร่ เป็นที่รกร้างว่างเปล่าประมาณ 33.9 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ป่าไม้อื่น ๆ ประมาณ 138.8 ล้านไร่ จากการสำรวจในปัจจุบันพบว่าพื้นที่ดินส่วนใหญ่ประมาณ 224.9 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ที่มีปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน กล่าวคือ เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดธาตุอาหารในดินและเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์ในดิน พบว่ามีพื้นที่ที่มีอินทรียวัตถุในดินระดับต่ำช่วง 0.3-0.5 % เป็นจำนวนสูงถึง 191 ล้านไร่ พื้นที่ดังกล่าวนี้ให้ผลผลิตต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน นับว่ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างยิ่ง เพราะว่าหากพื้นที่ดินแห่งใดมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ ก็จะมีผลทำให้พืชเจริญเติบโตงอกงามได้ดี และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง แต่ถ้าหากพื้นที่แห่งใดขาดธาตุอาหาร หรือมีปริมาณธาตุอาหารน้อยก็อาจจะปลูกพืชไม่ได้ หรือถ้าได้พืชก็จะเจริญเติบโตงอกงามได้ดีไม่เท่าที่ควรและมีผลให้ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำอย่างไรก็ตา ถึงแม้ว่าพื้นที่ดินแห่งใด จะมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์แล้วความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ดินก็จะลด ไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดไม่อาจใช้สำหรับปลูกพืชต่อไปได้ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินตามความเหมาะสม เพื่อให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงอยู่เสมอโดยการใส่ปุ๋ยเคมี

สภาพการใช้ปุ๋ย

การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน หรือเพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นนั้นดูเหมือนจะเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็วและเห็นผลได้ทันตาอย่างเด่นชัดในการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากดินทั่วไปส่วนใหญ่ของประเทศ มักขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม

เกษตรกรไทยเริ่มจะรู้จักใช้ปุ๋ยเคมีในระยะหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยไนโตรเจน คือรู้จักใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตละลายน้ำรดผัก ความนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นของเกษตรกรไทยได้เริ่มมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในปี พ.ศ. 2493 เป็นต้นมา การใช้ปุ๋ยเคมีของประเทศไทยในปัจจุบัน (2522-2524) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อสิบปีที่แล้ว (2512-2514) จะเพิ่มสูงขึ้นเป็นอันมาก คือในปี พ.ศ. 2512-2514 ประเทศไทยใช้ธาตุอาหารพืชที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในปุ๋ยเคมีจำนวน 105,000 ตัน และในปี พ.ศ. 2522-2524 ใช้ธาตุอาหารปุ๋ยเคมีจำนวน 265,000 ตันปริมาณการใช้ธาตุอาหารปุ๋ยเคมีในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาของประเทศไทยสูงขึ้นถึง 25.26 เท่าตัว โดยสามารถคิดเป็นธาตุอาหารปุ๋ยแต่ละตัวได้ดังนี้คือ ใช้ปุ๋ยธาตุอาหาร N จำนวน 119,800 ตัน ปุ๋ยธาตุอาหาร P_2O_5 จำนวน 106,800 ตัน และปุ๋ยธาตุอาหาร K_2O จำนวน 38,900 ตัน จากตัวเลขดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าประเทศไทยเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ ส่วนปุ๋ยเคมีโพแทสเซียมนั้นใช้น้อย ทั้งนี้และทั้งนั้นเนื่องจากดินในประเทศไทยยังมีธาตุโพแทสเซียมอยู่ค่อนข้างสูงนั่นเอง

ถึงแม้ว่าตัวเลขปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย จะชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเกษตรกรไทยมีความนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มสูงขึ้นก็ตาม แต่ยังปรากฏว่าปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีต่อพื้นที่หรืออัตราปุ๋ยที่ใช้ของเกษตรกรไทยยังอยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรในประเทศที่พัฒนาแล้ว หรือแม้แต่ประเทศเพื่อนบ้าน ดังนั้น ผลผลิตต่อพื้นที่ของพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทยจะสูงขึ้นก็ตาม แต่ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีต่อพื้นที่หรืออัตราปุ๋ยที่ใช้ยังต่ำอยู่มาก(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2530)

แนวโน้มการใช้ปุ๋ยเคมีในปัจจุบัน

ปัจจุบันเกษตรกรทั่วไปยอมรับว่าปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการผลิตพืชเพื่อการค้า ดังจะเห็นได้จากสถิติการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรไทย ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในช่วงปี 2520 – 2533 ปริมาณอัตราในการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.90 ต่อปี และถ้าพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงเดียวกันนี้ในรูปของธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O จะมีอัตราเฉลี่ยร้อยละ 11.87, 9.12 และ 10.84 ตามลำดับ นอกจากนี้ถ้าจะแยกพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมีออกตามกลุ่มต่าง ๆ คือ ข้าว พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ดอกไม้ประดับ ช่วงปี 2525 – 2533 ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งหมดในการผลิตพืชต่าง ๆ จะมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12.86 โดยเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตไม้ผลไม้ยืนต้นประมาณ 1.40 – 6.92 แสนตัน หรือคิดเป็นปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการผลิตร้อยละ 13.42 - 26.41 แม้ว่าจะมีสูตรปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเกษตรมีจำหน่ายในตลาดมากมายหลายสูตรก็ตาม แต่จากการศึกษาของกองวิจัยเศรษฐกิจเกษตร เมื่อปี 2532 พบว่ามีเพียง 6 สูตรเท่านั้นที่มีปริมาณการใช้มากที่สุด คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แอมโมเนียมซัลเฟต (20-0-0) ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 16-16-16, 16-20-0 และ 13-13-21 (กองวิจัยเศรษฐการเกษตร, 2535)

ปุ๋ยยูเรีย เป็นปุ๋ยอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้มากในปัจจุบัน เกษตรกรชาวเอเชียใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณร้อยละ 85 ของปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณการใช้ในแถบอื่น ๆ ก็มีแนวโน้มการใช้มากเช่นเดียวกัน (ปิยะ, 2538) ปุ๋ยยูเรียมีปฏิกิริยาเป็นด่างแต่เมื่อใส่ลงอยู่ในดินจะทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดทั้งนี้เนื่องจากแอมโมเนียมอิออนที่เกิดจากยูเรีย แปรสภาพจะถูกออกซิไดซ์กรดไนตริกในลักษณะเดียวกับปุ๋ยแอมโมเนียมทั้งหลาย แต่ความเป็นกรดที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่า แอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมคลอไรด์ ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารจำเป็น (essential element) ต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชส่วนใหญ่ต้องการในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนมาก รองจาก C, H และ O (Berger, 1962 ; Geus, 1973) ปุ๋ยยูเรีย หรือ คาร์บาไมด์ (carbamide) สูตรทางเคมี คือ $CO(NH_2)_2$ มีไนโตรเจนประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวละลายน้ำได้ดีและดูดความชื้นได้ง่ายมาก แต่ลดการจับตัวเป็นก้อนโดยใช้ผลึกเคลือบผิวด้วยวัสดุเฉื่อย เป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้กันมากที่สุด เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรียลงในดินจะให้ปฏิกิริยาเป็นกรด และถ้าหว่านบนผิวดินที่ชื้นจะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง และถ้าอากาศร้อนจะสูญเสียไปจากดินได้ง่าย ในรูปของก๊าซแอมโมเนีย (NH_3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยยูเรีย นอกจากจะมีการใส่ทางดินแล้วสามารถนำมาผสมน้ำฉีดพ่นทางใบให้กับพืชในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.5 – 2 เปอร์เซ็นต์ มียูเรียเป็นส่วนผสมที่สำคัญคือปุ๋ยยูเรียอาจมีสารไบยูเรต (biuret) ผสมอยู่ด้วย ซึ่งสารนี้เป็นพิษกับพืชอาจทำให้ใบไหม้ได้ อย่างไรก็ตามยูเรียที่สั่งเข้ามาขายภายในประเทศ โดยขณะนี้กฎหมายกำหนดให้มีสารไบยูเรต (biuret) ผสมอยู่ได้ไม่เกิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ (สุนทร , 2526)

ปุ๋ยและการให้ปุ๋ย

ธาตุไนโตรเจน มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุดในบรรดาธาตุอาหารหลักด้วยกันปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนอาจจะเลือกใช้ปุ๋ยยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต หรือแอมโมเนียมคลอไรด์ เนื่องจากปุ๋ยทั้งสามมีประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตเท่า ๆ กัน แต่อย่างไรก็ตามจากการคิดเป็นราคาธาตุอาหารไนโตรเจนแล้ว ปุ๋ยยูเรียจะมีราคาถูกที่สุด การปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น การใส่ทำได้ทั้งก่อนและหลังการปลูก หรือพร้อมปลูก ช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ และรูปของไนโตรเจนที่ใช้ (เปรมปรี , 2540)

ในแง่ของพืชผักไนโตรเจนนับว่ามีบทบาทสำคัญ ในการช่วยเร่งส่วนที่เป็นลำต้นและใบให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ และทำให้พืชผักหลายชนิดมีลักษณะอวบน้ำ (succulence) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการ ดังนั้นธาตุไนโตรเจนจึงเป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชผักมากกว่าธาตุอาหารอย่างอื่น เช่น ฟอสฟอรัส หรือโปแตสเซียม ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่ถูกชะล้างหรือทำให้สูญหายออกไปจากดินบริเวณระบบรากได้ง่ายมาก สำหรับ พืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานส่วนของต้นและใบนั้น พืชพวกนี้ต้องการไนโตรเจนสูงทั้งนี้เพื่อต้องการสร้างความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นและใบมีความกรอบมีพวกไฟเบอร์หรือเสี้ยนน้อย ดังนั้นเมื่อปลูกผักประเภทนี้จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มาก ๆ และจะให้ผลผลิตในจำนวนที่มากได้ก็ต่อเมื่อพืชได้รับปริมาณธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอเท่านั้น แต่ควรระวังการให้ไนโตรเจน มากก็ต้องให้ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมให้เพียงพอด้วยเช่นกัน

ส่วนพืชที่ปลูกเพื่อรับประทานผลนั้น ปริมาณความต้องการไนโตรเจนน้อยกว่าพวกแรกที่กล่าวมาแล้ว ปุ๋ยไนโตรเจนควรจะให้อย่างเพียงพอในระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโตเท่านั้น เพราะไนโตรเจนจำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีนที่นำไปสร้างเซลล์สำหรับยอดอ่อนและดอกซึ่งจะเจริญเป็นใบและผลต่อไป ส่วนพืชที่ปลูกเพื่อใช้หัว (bulb) และราก (root) รับประทานนั้น ความต้องการปุ๋ยก็เช่นเดียวกับพวกที่ใช้ผลรับประทาน กล่าวคือ พืชประเภทนี้ต้องการไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เพื่อนำไปสร้างต้นและรากให้ได้มากที่สุด แต่ในระยะหลังความต้องการไนโตรเจน จะลดลงมาก โดยเฉพาะในระยะแรกที่กำลังสร้างหัวและราก ทั้งนี้เพื่อจะนำแป้งและน้ำตาลมาสะสมไว้ที่หัวและให้มากที่สุด การให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปหรือให้ปุ๋ยช้าลงมาจนถึงระยะสร้างหัวและรากจึงมีผลให้คุณภาพของรากและหัวด้อยลง เช่นถ้าเป็นพวกหอมที่หัวโตขึ้นก็จริง แต่มีน้ำหนักเบาและแบน เน่าและเสียง่าย พวกที่ให้หัวที่ราก (tuber) ก็จะมีแป้งและน้ำตาลน้อยและมีขนาดเล็กเนื้อหยาบไม่น่ารับประทาน ในกรณีที่ไนโตรเจนมากเกินไปก็สามารถแก้ไขได้โดยการ เพิ่มปุ๋ยโปแตสเซียมและฟอสเฟตให้มากขึ้นก่อนการเกิดผลเสียหายขึ้นกับผลผลิต (สุนทร , 2526)

ความสำคัญของไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

เมื่อกล่าวถึงอาหารธาตุพวกที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient) แล้ว ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด อาทิเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืช สวนครัว ต้นพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโตและเขียวสดขึ้นทันที ทั้งนี้เป็นเพราะไนโตรเจนเป็นตัวที่ช่วยทำให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอพืชทุกชนิดต้องมีโปรตีนทั้งนี้เพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของ protoplasm โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมาก กรดอะมิโนอยู่มากกว่า 20 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในโปรตีนของพืชไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในเอนไซม์ต่าง ๆ ที่เป็นสารประกอบช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืชให้ดำเนินไปอย่างเป็นปกติ นิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกเหมือนกัน สารประกอบนี้อยู่ในโครโมโซมและทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในระบบ heredity คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ใบไม้มีสีเขียวและมีความสำคัญใน ขบวนการแสงสังเคราะห์ก็มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย นอกจากนั้นยังมีสารประกอบที่สำคัญ ๆ อีกมากมายในพืช เช่น วิตามิน (vitamin) และ adenosine triphosphate (ATP) ต่างก็มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ความสำคัญและหน้าที่ของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชอาจจะกล่าวได้อย่างกว้าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจนในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของพืช

เมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลสะท้อนต่อพืชดังต่อไปนี้คือ

1. **จะช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง (vigor)**
2. **ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น**
3. **ทำให้ใบมีสีเขียว**
4. ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้นและหัวเป็นอาหาร
5. ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต
6. เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ เช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์
7. ควบคุมการออกดอกออกผลของพืช
8. ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด (fruit and grain crops)

ไนโตรเจนในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช

ถ้าหากไนโตรเจนในดินมีเป็นปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช อาการขาดอาหารไนโตรเจนของพืชก็จะเกิดขึ้น พืชแต่ละชนิดจะมีอาการขาดอาหารธาตุนี้ต่างกันไป แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจนมักจะแสดงอาการดังต่อไปนี้

1. พืชจะปราศจากสีเขียว โดยเฉพาะที่ใบ ใบของพืชจะเหลืองผิดปกติ
2. พืชบางชนิดจะมีลำต้นสีเหลือง บางทีก็มีสีชมพูเจือปนอยู่ด้วย
3. ใบล่างของพืชจะมีสีเหลืองปนส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อย ๆ แห้งและลุกลามเข้าไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดใบจะร่วงหล่นออกจากต้นก่อนกำหนดที่ควรจะหล่น
4. ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านลีบเล็ก และมีจำนวนน้อย
5. พืชจะไม่เติบโต หรือโตช้ามาก การแตกยอดและกิ่งก้านก็ช้า
6. ให้ผลผลิตต่ำ และคุณภาพไม่พึงปรารถนา

ไนโตรเจนในปริมาณมากเกินความต้องการของพืช

สำหรับในกรณีที่พืชได้รับอาหารไนโตรเจนมากจนเกินพอ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เนื่องมาจากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างหละหลวมนั่นเอง ผลเสียหายบางประการจะเกิดขึ้นเป็นต้นว่า

1. **คุณภาพของเมล็ด ผล และ ใบ โดยเฉพาะใบยาสูบจะเสื่อมคุณภาพลงได้**
2. **ทำให้พืชแก่ช้าผิดปกติ เพราะไนโตรเจนส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อย ๆ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำให้ผลผลิตของพืชที่ให้เมล็ดลดลง เพราะในสภาพที่มีไนโตรเจนมาก ๆ นั้น พืชมุ่งในการสร้างยอด ลำต้น กิ่งและใบมากกว่าสร้างดอกและเมล็ด
4. ทำให้ต้นอ่อน และล้มง่ายสำหรับพืชพวก ข้าว และข้าวโพด
5. ความต้านทานต่อโรคลดลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร ฯ , 2530)

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของพืชมากแต่ความต้องการธาตุนี้ยังน้อยกว่าไนโตรเจนและโปแตสเซียม ปุ๋ยผสมฟอสฟอรัสที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ดับเบิ้ล-ซูเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งปุ๋ยเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี เหมาะที่จะใช้ในถิ่นที่ไม่เป็นกรดจัด แต่ถ้าดินมี pH 5 – 5.5 ก็ควรใส่หินฟอสเฟตบดดีกว่าเพราะจะมีคุณสมบัติค่อย ๆ ปล่อยละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดี ในดินที่มีสภาพเป็นกรดจัด (เปรมปรี , 2540) พืชผักจะมีผลตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างสูงในกรณีที่ดินปลูกผักไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยประเภทนี้มาเป็นระยะเวลานาน แต่ในแง่ของการปฏิบัติกันอยู่ในขณะนี้ จะเห็นได้ว่าดินที่ใช้ในการปลูกพืชผักส่วนใหญ่ มักมีการใส่ปุ๋ยให้เป็นจำนวนมากและเป็นระยะเวลาติดต่อกันนานหลายปี จนกระทั่งมีการสะสมของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูง การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสของพืชที่ปลูกในแหล่งโดยทั่วไปจึงมีน้อยมาก สำหรับปุ๋ยฟอสเฟตนั้นถึงแม้พืชจะมีความต้องการที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจนและโปแตสเซียมแต่ก็มีความสำคัญในการช่วยทำให้พืชผักตั้งตัวเร็ว โดยเฉพาะในช่วงระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโต นอกจากนั้นยังช่วยทำให้พืชผักแก่และเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น ผักพวกนี้จะมีรสดีเมื่อได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่เหมาะสม
(สุนทร , 2526)

บทบาทของฟอสฟอรัสในพืช

ไอออนลบฟอสเฟตอิสระอยู่ในน้ำในทางลำเลียงน้ำ (xylem) และอยู่ในน้ำในเซลล์ของพืช โดยทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระดับความเป็นกรดเป็นด่างภายในพืชให้คงที่ขณะเดียวกันก็เป็นวัตถุดิบของกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ โดยเฉพาะสารที่เกี่ยวกับระบบการถ่ายทอดพลังงานในพืช

สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตมี 3 ประเภท คือ

1. สารพวกที่จำเป็นของเซลล์ที่มีชีวิต เช่น nucleic acid, nucleoprotein (nucleic acid เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ genes บน chromosome)

2. สารพวกที่เป็นแหล่งสะสม (storage) ของฟอสฟอรัสไว้ให้พืชใช้ เช่น phytin และ phospholipids ซึ่งพบในเมล็ด เป็นแหล่งของฟอสเฟตของต้นกล้าที่เริ่มงอกเมื่อรากยังไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาฟอสเฟตออกมาใช้ได้ (พวก phytin, phospholipid จะทำปฏิกิริยากับน้ำ (hydrolyse) ปลดปล่อยไอออนลบฟอสเฟตออกมาเมื่อเมล็ดได้รับน้ำ)

3. สารพวก intermediate metabolite เช่น phosphorylated sugars ต่าง ๆ (เช่นใน กระบวนการ glycolysis ของ amylase มี glucose-1-phosphate, fructose 1,6 diphosphate etc.) และ highenergy phosphate ต่าง ๆ เช่น adenosine triphosphate, ATP, di- และ tri-phosphate pyridine nucleotide, flavin nucleotide เป็นต้น

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ nucleic acid (ใน gene บน chromosome) nucleoprotein เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหน้าที่ของเซลล์ การสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ การแบ่งเซลล์และการสืบพันธุ์) และยิ่งกว่านั้น ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของสารฟอสเฟต ที่ทำหน้าที่รับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่าง ๆ ของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบการสังเคราะห์แสงและระบบการหายใจในพืชเป็นต้น นอกจากนี้ในกระบวนการเพื่อการดำรงชีพและการเติบโตของพืชต่าง ๆ เช่น การดูดกินน้ำและธาตุอาหารพืชการสร้างสาร การขนย้ายสาร ฯลฯ ล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ด้วยเหตุเหล่านี้ฟอสฟอรัสจึงเกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมการเติบโต ความแข็งแรงของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและรากตลอดจนการออกดอกออกผลถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการ ไม่ว่าในช่วงใดของชีพจักรของพืช ย่อมมีผลทำให้กระบวนการเพื่อการดำรงชีพ และการเติบโตของพืชผิดปกติ ซึ่งอาจมีผลมากพอที่ทำให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติของพืชออกมา ให้มองเห็นได้ในบางกรณี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงและความยาวนานของการขาดแคลน ชนิดของพืช และช่วงของอายุขัยของพืช ในกรณีที่ความขาดแคลนรุนแรงพืชโดยทั่วไปจะแสดงลักษณะอาการผิดปกติดังนี้ คือ พืชมีการเติบโตที่จำกัด ต้นเล็กผอมแกรน ไม้เถาอาจพบลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้แข็งเปราะหักง่าย ใบเล็กผิดปกติ สีของใบล่างมักมีสีเหลือง อมสีอื่น (เช่นข้าวโพดอมสีม่วง) สีของใบบน ๆ ใกล้ยอดกับสีของใบล่างต่างกันเด่นชัด ออกดอกช้ากว่าปกติ ดอกอาจเล็กและเปอร์เซ็นต์ของดอกที่ติดผลต่ำกว่าปกติ พืชแก่ช้า รากผอม บาง สั้น และมีจำนวนจำกัด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร ฯ , 2530)

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน

ในดินมีฟอสฟอรัสต่ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจนและโพแตสเซียม โดยเฉลี่ยแล้วในดินมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนเป็น 0.14 และของโพแตสเซียมเป็น 0.83 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินบนของดินนาในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.02 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าดินบนของดินนาของประเทศอื่นๆ ทั้งสิ้น (พม่า 0.082,มาเลเซีย 0.040,ฟิลิปปินส์ 0.059,ละญี่ปุ่น 0.080 เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน ในแต่ละจุดพื้นที่หรือตามแนวความลึก (หรือหน้าตัดดิน) แตกต่างกันไปตามชนิดของต้นกำเนิดดิน ความมากน้อยของการชะล้าง และการใช้ที่ดิน ถ้าดินนั้นกำเนิดมาจากต้นกำเนิดเดียวกัน พวกดินเนื้อละเอียด มักมีฟอสฟอรัสมากกว่าดินที่หยาบ ดินที่ถูกใช้มานานหรือชะล้างมากกว่า จะเหลือฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่าดินที่เปิดป่าใหม่

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินชั้นบนมักน้อยกว่าดินชั้นล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่การชะล้างมากๆ คือ ชั้น A_2 ส่วนดินชั้นที่มีการสะสมของสารที่ถูกชะล้างมากคือชั้น B_2 มักมีฟอสฟอรัสมากกว่าทุกชั้นของดินในหน้าตัดดิน

สารประกอบของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในดินเกือบทั้งหมด ปรากฏอยู่ในพวกออร์โทฟอสเฟต หรือพวกที่แปลงมาจากกรดออร์โทฟอสฟอริด (H_3PO_4) เกือบทั้งสิ้น ฟอสเฟตในดินแบ่งออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆคือ อินทรีย์ฟอสเฟตกับอนินทรีย์ฟอสเฟต ในดินทั่วๆไปมีฟอสเฟตทั้งสองส่วนนี้ต่างกัน พวกอินทรีย์ฟอสเฟตมีแนวโน้มที่มีมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นในดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อยและมีมากในดินชั้นบน จากผลการวิเคราะห์ดินทั่วๆไป พบว่าดินบนมีอินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 95% ของฟอสเฟตทั้งหมดในดิน แต่ในดินที่ใช้ในการเขตกรรมทั่วๆไป มีอนินทรีย์ฟอสเฟตมากกว่า 90% ของฟอสเฟตในดิน (ดินลึก 1 เมตร) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรฯ ,2541)

โพแตสเซียม เป็นธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้มากไม่แพ้ไนโตรเจนแต่ส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ในส่วนของลำต้นและใบของพืช มีการทดสอบเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยกับไม่ใส่ปุ๋ยของข้าวโพด ผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจสอบปริมาณโพแตสเซียมในดิน โดยการวิเคราะห์ดินอยู่เสมอ ๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อการใส่ปุ๋ยได้ทันท่วงทีเมื่อปริมาณโพแตสเซียมต่ำลง (เปรมปรี , 2540) พืชมีความต้องการธาตุอาหารหรือการเจริญเติบโต การพัฒนา และการสร้างผลผลิตจะมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทางด้านสรีระวิทยา และสะสมสารสังเคราะห์ในส่วนต่าง ๆ (กรมวิชาการเกษตร , 2537) โพแตสเซียมมีความจำเป็นอย่างมากต่อกระบวนการสังเคราะห์และการเคลื่อนย้ายแป้งในพืช โดยเฉพาะพืชผักประเภทหัวนั้นต้องการโพแตสเซียมในปริมาณที่สูง มากกว่าพืชผักชนิดอื่น ๆ ดินส่วนใหญ่มีโพแตสเซียมเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบในปริมาณที่มาก แต่จะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ หรือพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยทั่วไปดินที่มีคุณสมบัติเป็นดินเหนียวจะมีโพแตสเซียมอยู่สูงมากและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างดี ส่วนดินประเภทดินทรายหรือดินอินทรีย์วัตถุสูง เช่น muck และ peat soil มีโพแตสเซียมต่ำ ดังนั้นอาการขาดธาตุโพแตสเซียมจึงแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนแก่พืชผักที่อยู่ในดินประเภทนี้

ผักที่รับประทานต้นและใบมีความต้องการธาตุนี้ไม่น้อยไปกว่าไนโตรเจนทั้งนี้เพราะโพแตสเซียม มีส่วนในการเสริมคุณภาพของผักให้ดีขึ้น เช่น ช่วยทำให้กะหล่ำปลีออกปลีได้ดี ปลีมีน้ำหนักดี ภายในปลีเนื้อแน่น ปลีขึ้นมันเป็นเงาน่ารับประทาน นอกจากนั้นผักพวกนี้เมื่อได้รับโพแตสเซียมในปริมาณที่เพียงพอ เมื่อปรุงเป็นอาหารก็จะมีรสชาติที่ดีกว่าผักที่ขาดธาตุนี้ พืชผักพวกผักกาดต่าง ๆ ที่รับประทานใบ เมื่อได้รับปุ๋ยโพแตสเซียมเต็มที่จะไม่ค่อยเหี่ยวเฉาง่าย เมื่อตัดส่งตลาดจะสดอยู่ได้นานกว่าและทำให้ผักมองดูสดน่ารับประทาน ส่วนความต้องการปุ๋ยโพแตสเซียมของพืชที่ให้หัวและราก ก็มีค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน เช่น หอมมีความต้องการโพแตสเซียมสูงมาก ปริมาณน้ำตาลในหัวหอมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณโพแตสเซียมที่ได้รับ เมื่อได้รับเพียงพอหัวหอมจะมีน้ำหนักดี เนื้อแน่น เก็บได้นานโดยไม่งอกหน่อในระหว่างเก็บรักษา (สุนทร , 2526)

บทบาทของโพแตสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

โพแตสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชธาตุหนึ่งในจำนวน 16 ธาตุที่เรารู้จักกันดี โพแตสเซียมเมื่อเข้าไปอยู่ในพืชแล้วไม่ได้เปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนกับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม แต่จะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ซึ่งละลายได้ โพแตสเซียมจำเป็นต่อการทำกิจกรรมหรือขบวนการสร้างสมต่างๆในเซลล์ที่มีชีวิต โพแตสเซียมมีอิทธิพลต่อพืชดังนี้

1. กระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง

มีผู้พบว่าในพืชที่ขาดโพแตสเซียมจะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าปกติ เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของ reducing sugar ต่อปริมาณแป้งทั้งหมดในพืชบางชนิด จะพบว่ามี reducing sugar เพิ่มขึ้นและ non-reducing sugar ลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในราก เมื่อดินมีโพแตสเซียมต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล

จากการศึกษาได้พบว่า การเคลื่อนย้ายของน้ำตาลในอ้อยหยุดชะงักเนื่องจากพืชขาดโพแตสเซียมมีผู้พบว่าในอ้อยซึ่งมีโพแตสเซียมมีอัตราการเคลื่อนย้ายน้ำตาลเท่ากับ 2.5 ซม./นาที แต่ในอ้อยที่ขาด โพแตสเซียมอัตราการเคลื่อนย้ายลดลงไปมาก ประมาณว่าน้อยกว่า 1.25 ซม./นาที

3. กระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

ได้มีการศึกษาการตอบสนองของข้าว 2 พันธุ์ต่อโพแตสเซียม และพบว่า ผลผลิตของข้าว เพิ่มขึ้นเมื่อใส่โพแตสเซียมมากกว่าเมื่อได้รับแสงเต็มที่ นอกจากนั้นยังพบว่า พืชหัวต้องการโพแตสเซียมในปริมาณที่มากกว่าพืชที่ให้ไปรดีน **การเจริญของรากของพืชหัวจะลดลงมากถ้ามีโพแทสเซียมจำกัด เมื่อเทียบกับการเจริญของใบ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรฯ ,2530)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 ต้นพันธุ์ผักหวานบ้าน

1.2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 และ 16-16-16

1.3 จอบ

1.4 บัวรดน้ำ

1.5 ไม้บรรทัด

1.6 ตลับเมตร

1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.8 แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด

1.9 กล้องถ่ายรูป

2. วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design : CRD. แบ่งออกเป็น 7 วิธีการ (treatment) วิธีการละ 4 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 4 ต้น จำนวนประชากรทั้งหมด 122 ต้น ดังนี้

วิธีการที่ 1	ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี (control)
วิธีการที่ 2	ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ผสมกับปุ๋ยสูตร16-16-16 อัตราส่วน3:1 และใส่ปุ๋ยผสมนี้ 10 กรัม ต่อต้น
วิธีการที่ 3	ปุ๋ยผสม 20 กรัม
วิธีการที่ 4	ปุ๋ยผสม 30 กรัม
วิธีการที่ 5	ปุ๋ยผสม 40 กรัม
วิธีการที่ 6	ปุ๋ยผสม 50 กรัม
วิธีการที่ 7	ปุ๋ยผสม 60 กรัม

1. วิธีดำเนินงาน

1. เตรียมแปลงสำหรับการทดลอง 7 แปลง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร ยาว 4.00 เมตร ทำการกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยคอกและแกลบดิบ รดน้ำให้ชุ่มก่อนปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. ปลูกต้นพันธุ์ผักหวานบ้าน ระยะปลูก 45 x 50 เซนติเมตร
3. รดน้ำให้ชุ่มทุกวัน
4. หลังจากปลูกได้ 1 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดทุก ๆ 5 วัน เป็นเวลา 10 ครั้ง

2. การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยการวัดความสูงของต้น จำนวนของยอดแขนงต่อต้นและน้ำหนักสดของผลผลิตผักหวานบ้าน

3. สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองทางการเกษตร ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

วันที่ 26 ธันวาคม 2547 ถึง วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2548 รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 61 วัน

108912

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักหวานบ้านโดยใช้ปุ๋ยผสมที่ระดับต่าง ๆ กัน คือ control , 10 กรัม , 20 กรัม , 30 กรัม , 40 กรัม , 50 กรัม , 60 กรัม /ต้น /ครั้ง โดยใช้เวลาในการทดลอง 61 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า

ผักหวานบ้านที่ใส่ปุ๋ย 40 กรัม ให้ความยาวเฉลี่ยยอดสูงสุดคือ 34.38 เซนติเมตร รองลงมาคือปุ๋ยผสม 30 กรัม ให้ความยาวเฉลี่ยยอด 29.19 เซนติเมตร ส่วนปริมาณปุ๋ยผสม 50 ,20 ,60 ,10 กรัม/ ต้น/ครั้ง และ control นั้นมีความยาวยอด 25.09 ,22.81 , 18.92 ,16.88 และ 11.94 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยปุ๋ยผสมทุกอัตรามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ control

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่สูงสุด คือ ปุ๋ยผสม 40 กรัม ให้จำนวนน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด คือ 11.88 กรัม รองลงมาคือปุ๋ยผสม 50 กรัม ให้น้ำหนักเฉลี่ย 9.38 กรัม ส่วนปริมาณปุ๋ยผสม 30 , 20 , 10 , 60 กรัม/ต้น/ครั้ง และ control ให้น้ำหนักเฉลี่ย 9.06 , 8.01 , 7.50 , 6.25 และ 6.25 กรัม ตามลำดับ โดยปุ๋ยผสม 30 ,40 , 50 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ control

ค่าเฉลี่ย สูงสุดของจำนวนยอดใส่ปุ๋ยผสมจำนวน 30 กรัม ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.88 ยอด รองลงมาคือปุ๋ยผสม 20 กรัม ให้จำนวนยอดเฉลี่ย คือ 3.18 ส่วนปริมาณปุ๋ยผสม 10 , 40 , 50 , 60 กรัม/ ต้น/ ครั้ง และ control ให้น้ำหนักเฉลี่ย 2.90 , 2.85 , 2.80 , 2.73 ,1.93 ยอด ตามลำดับ โดยปุ๋ยผสม 30 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

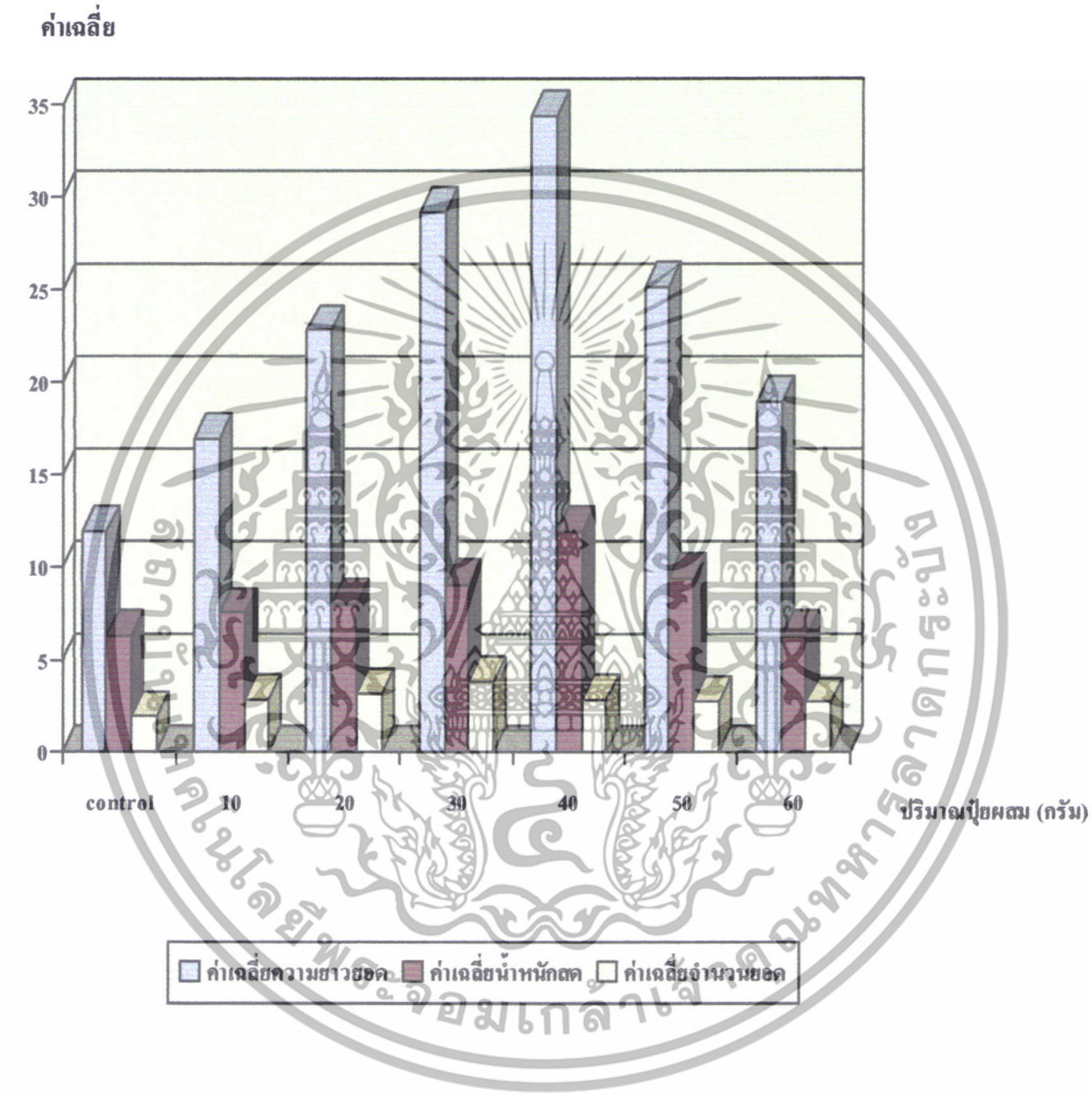
ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ยความยาวยอด(ซม.) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด(กรัม) และ ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด

วิธีการ	ค่าเฉลี่ยความยาวยอด (ซม.)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม)	ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด (ยอด)
control	11.94^{e}	6.25^{c}	1.93^{b}
ปุ๋ยผสม 10 กรัม	16.88^{d}	7.50^{bc}	2.90^{ab}
ปุ๋ยผสม 20 กรัม	22.81^{c}	8.01^{bc}	3.18^{ab}
ปุ๋ยผสม 30 กรัม	29.18^{b}	9.06^{b}	3.88^{a}
ปุ๋ยผสม 40 กรัม	34.38^{a}	11.88^{a}	2.85^{ab}
ปุ๋ยผสม 50 กรัม	25.09^{c}	9.38^{ab}	2.80^{ab}
ปุ๋ยผสม 60 กรัม	18.92^{d}	6.25^{c}	2.73^{ab}

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบแบบ Duncan's multiple range-test

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟ แสดงค่าเฉลี่ยความยาวยอด(ซม.)ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก(กรัม)และค่าเฉลี่ยจำนวนยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณปุ๋ยเคมีในการปลูกผักหวานบ้าน พบว่าความยาวยอดนั้นใน วิธีการ ที่ 5 ปุ๋ยเคมี 40 กรัมต่อต้น มีความยาวยอดเฉลี่ยยาวที่สุด คือ 34.38 ซม. ทั้งนี้เพราะ การให้ปุ๋ยในปริมาณนี้พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด ส่วนในวิธีการอื่น ๆ นั้นอาจเป็นเพราะได้รับปริมาณปุ๋ยที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้าเช่นเดียวกันในด้านของจำนวนยอดในวิธีการ ที่ 5 ปุ๋ยเคมี 40 กรัมต่อต้น และน้ำหนักสดของผลผลิตก็พบว่าวิธีการ ที่ 5 ปุ๋ยเคมี 40 กรัมต่อต้น มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 11.88 กรัมเช่นกัน ส่วน วิธีการที่ 1 นั้นไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมีเลย จึงมีผลทำให้มี ค่าเฉลี่ยความยาวยอด และน้ำหนักสดของผลผลิต น้อยที่สุด (ตารางแสดงผลการทดลอง) จากการทดลองนี้จะเห็นว่าปุ๋ยเคมีมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช หากได้รับในปริมาณที่เหมาะสมแล้วจะส่งผลให้พืชสามารถเจริญได้ดี แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลงเพราะปุ๋ยเคมีจะทำให้ดินเพิ่มความเป็นกรด

การผลิตผักหวานบ้านเพื่อการค้านั้นในทางเศรษฐกิจต้องการการลงทุนที่น้อยที่สุดแต่ได้กำไรสูงสุด ซึ่งราคาของผักหวานบ้านขณะนี้กิโลกรัมละ 60 บาท และราคาปุ๋ยเคมี กิโลกรัมละ 14 บาท ถ้าไม่ใส่ปุ๋ยผสมเลยยอดผักหวานบ้าน 1 ต้น ราคา 0.37 บาท ถ้าใส่ปุ๋ยผสม 10 กรัม เป็นเงิน0.14 บาท จะได้ผักหวานบ้าน 7.50 กรัม เป็นเงิน 0.45 บาท หักค่าปุ๋ยแล้วจะเหลือรายได้สุทธิ 0.31บาทต่อต้น ซึ่งรายได้ลดลงจาก control ในทำนองเดียวกันการใช้ปุ๋ยอัตรา 20,30,40,50 และ 60 กรัม รายได้เฉลี่ยต่อต้นอาจเพิ่มขึ้นแต่ยังน้อยกว่าราคาปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นแม้ปุ๋ยผสม 40 กรัม จะให้ผลผลิตสูงสุด 11.88 กรัม เป็นเงิน 0.71 บาทต่อต้น แต่ต้นทุนค่าปุ๋ย 0.50 บาท เพราะฉะนั้นรายรับสุทธิ เหลือ 0.21 บาทต่อต้น เมื่อพิจารณาจากรายรับแล้วเราไม่ควรใส่ปุ๋ยผสมเกิน10 กรัมต่อต้น เพราะอัตรานี้จะให้รายได้สุทธิสูงกว่าการใช้ปุ๋ยผสมอัตราอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อการผลิตผักหวานบ้าน โดยใช้ปุ๋ยผสมที่ระดับต่าง ๆ กัน คือ ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ปุ๋ยผสม 10 กรัม , ปุ๋ยผสม 20 กรัม , ปุ๋ยผสม 30 กรัม , ปุ๋ยผสม 40 กรัม , ปุ๋ยผสม 50 กรัม และ ปุ๋ยผสม 60 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า

1. เมื่อใส่ปุ๋ยให้กับผักหวานบ้านที่อัตรา 40 กรัม/ ต้น/ครั้ง จะทำให้ผักหวานบ้านเจริญเติบโตดีที่สุดและให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตดีที่สุด คือ 11.88 กรัม อัตรา 30 กรัมให้จำนวนยอดสูงสุดเฉลี่ย 3.88 ยอด

2. หากต้องการปลูกเพื่อเป็นการค้าควรใช้ปุ๋ยผสมที่อัตรา 10 กรัม ก็เพียงพอเพราะเป็นปริมาณปุ๋ยที่ให้ผลผลิตที่คุ้มค่าที่สุดเมื่อเทียบกับปริมาณปุ๋ยอื่น ๆ แม้จะมีปริมาณผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นแต่เมื่อคำนวณถึงปริมาณต้นทุนของปุ๋ยแล้วก็ถือว่าไม่คุ้มทุน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2537. **เอกสารวิชาการปลูกพืชไร่.** สถาบันวิจัยพืชไร่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 52 หน้า.

กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2535. **ความต้องการใส่ปุ๋ยเคมีในการเกษตรของไทย พ.ศ. 2535 – 2540. เอกสารเศรษฐกิจทางการเกษตรเล่มที่ 48.** กรุงเทพ ฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีเบื้องต้น.2530.**ปฐพีวิทยาเบื้องต้น** . คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 หน้า.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. **หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. 300 หน้า.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2540. **"การให้ปุ๋ยพืชผัก".** เคหะเกษตร. 3. (4) : 35

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2542. **ผักพื้นบ้านภาคเหนือ.** องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพ ฯ. 280 หน้า.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช . 2530 . **เอกสารการสอนวิชาเกษตรทั่วไป 4 : ดิน น้ำและปุ๋ย.** 795 หน้า.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก. 184 หน้า.

สุนทร พูนพิพัฒน์. 2526. **เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ. 418 หน้า.

Berger, J. 1962. **Maize Production and Manuring of Maize.** Conzett and Huber, Zulrich. 315 pp.

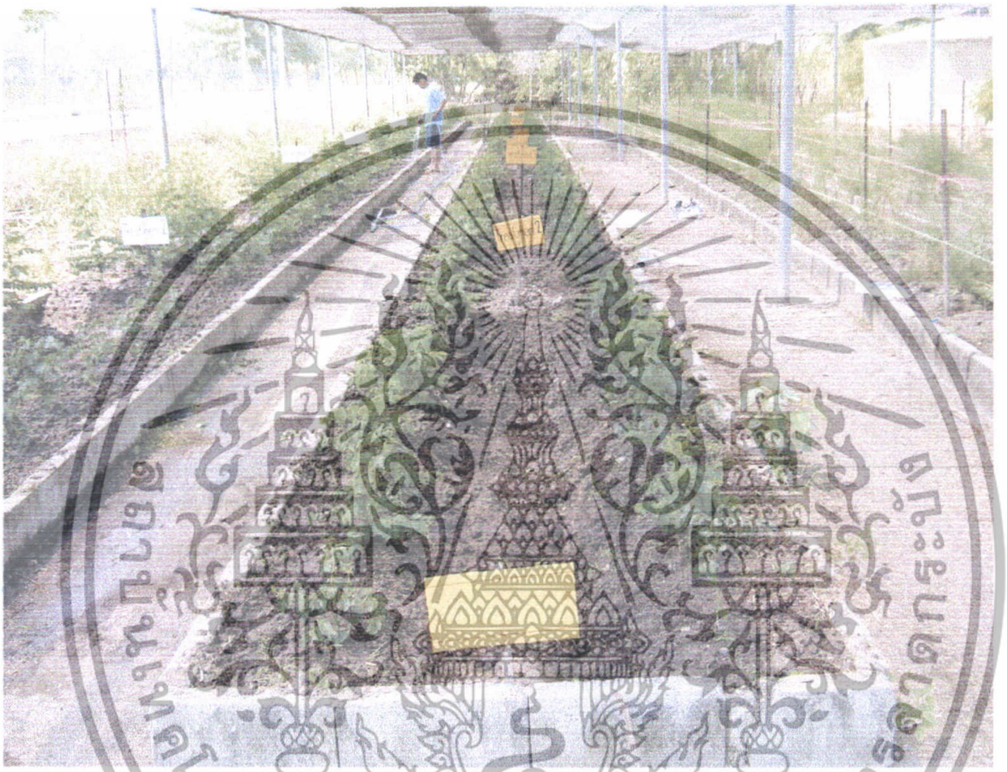
Geus , J.G. 1973. **Fertilizer Guide to tropicals and Subtropicals.** Centred' Etude l' Azote, Zulich. 774 pp.

www.Kokpip.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

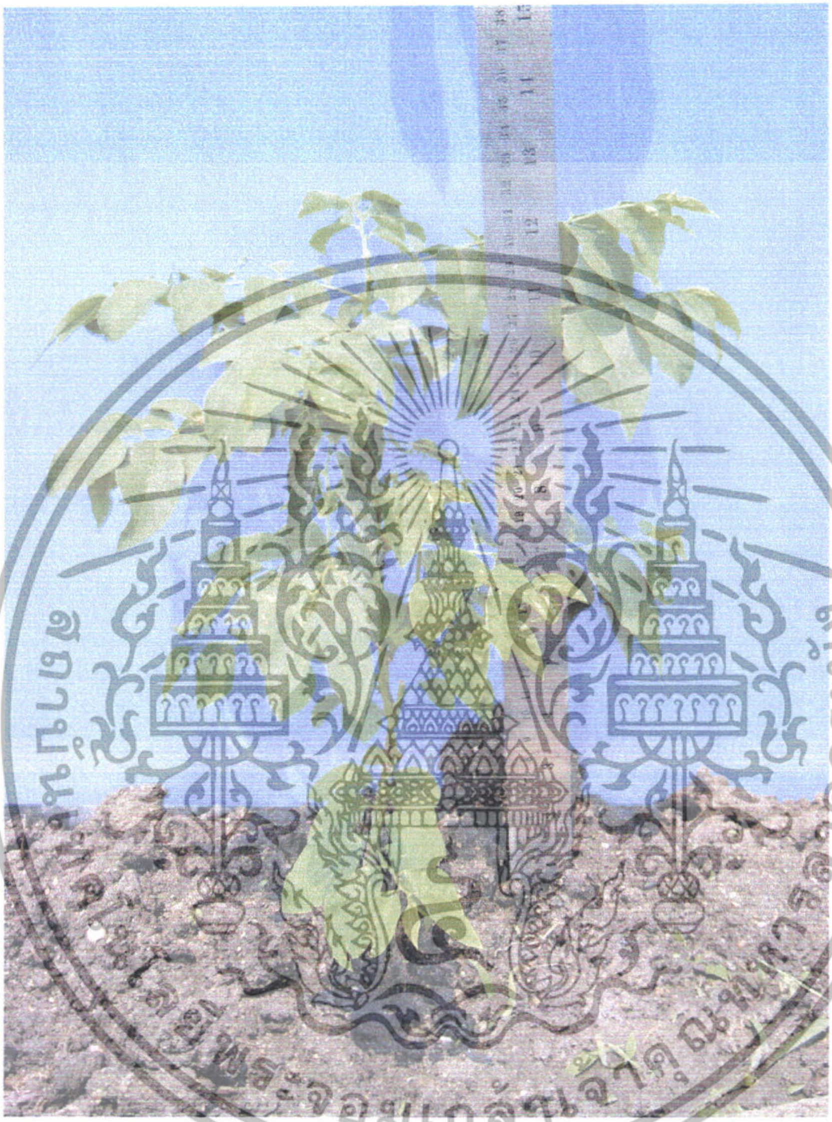
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



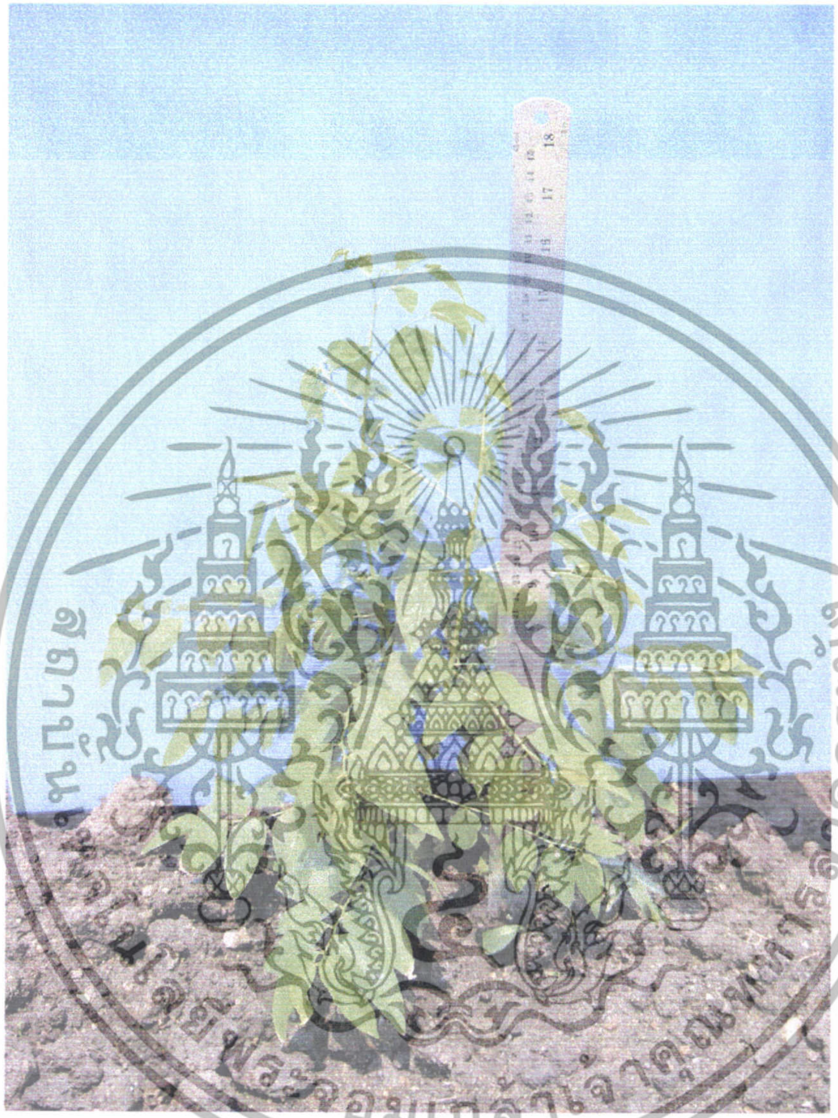
ภาพที่ 1 แปลงปลูกผักหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ผักหวานที่ไม่ใส่ปุ๋ยผสม (control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

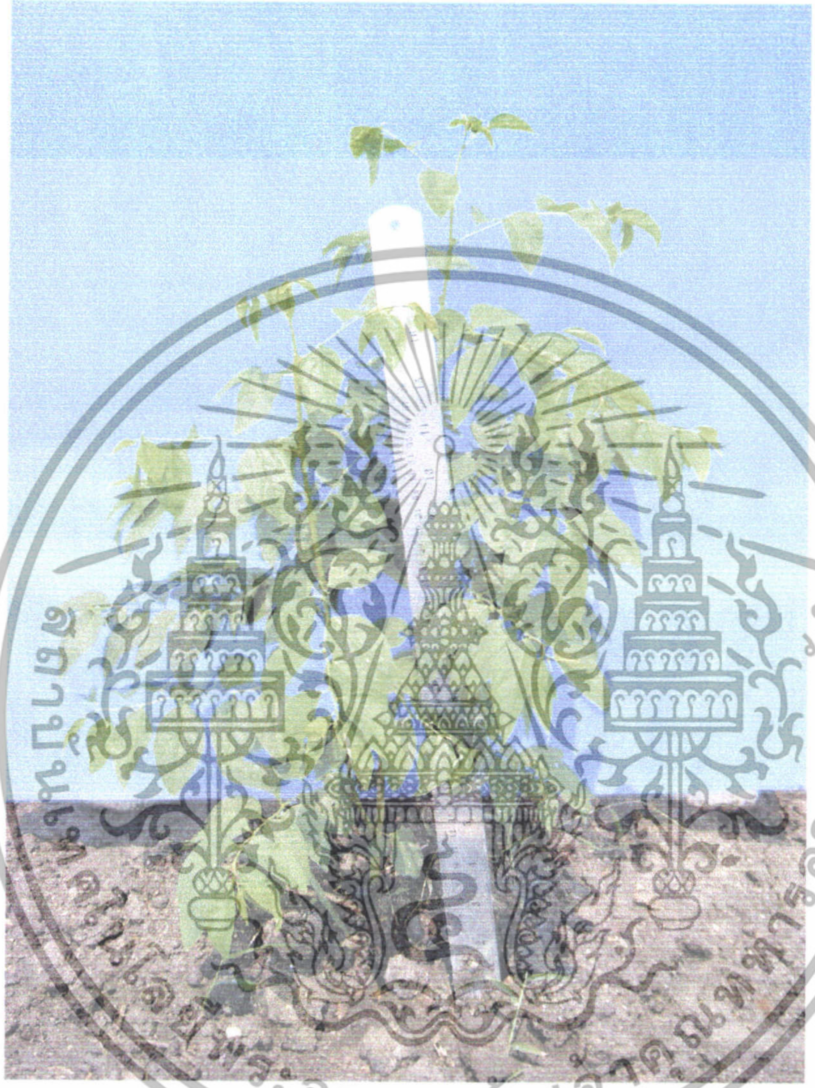


ภาพที่ 3 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

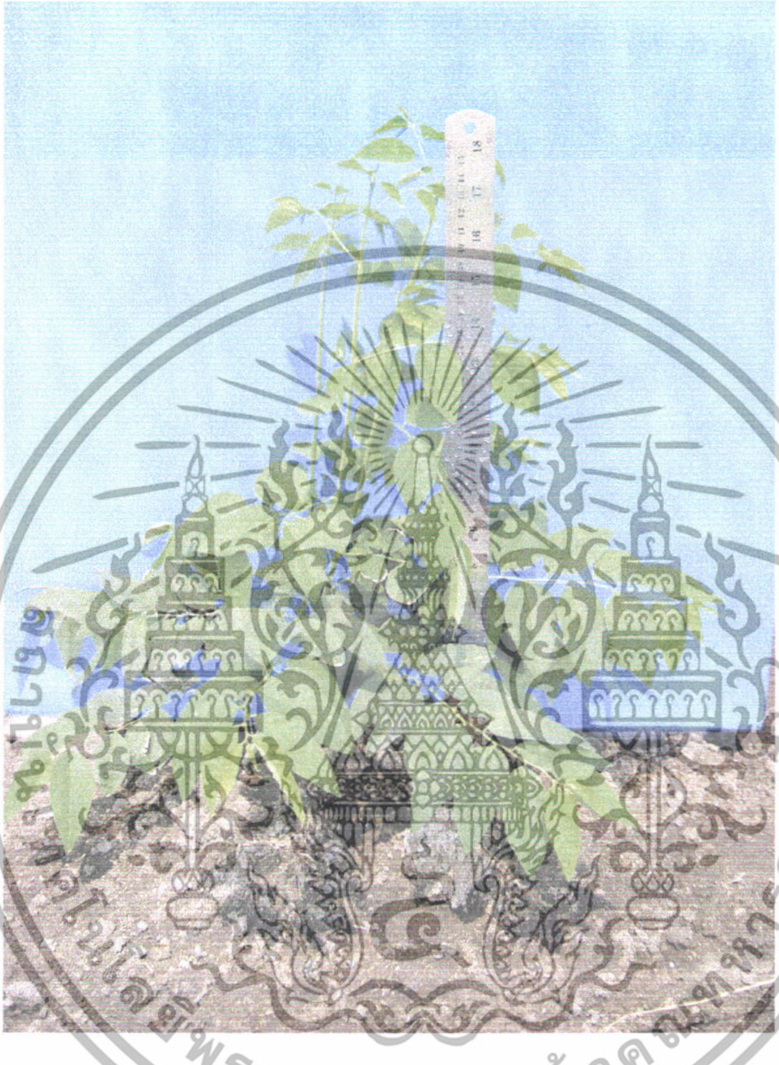
ภาพที่ 4 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



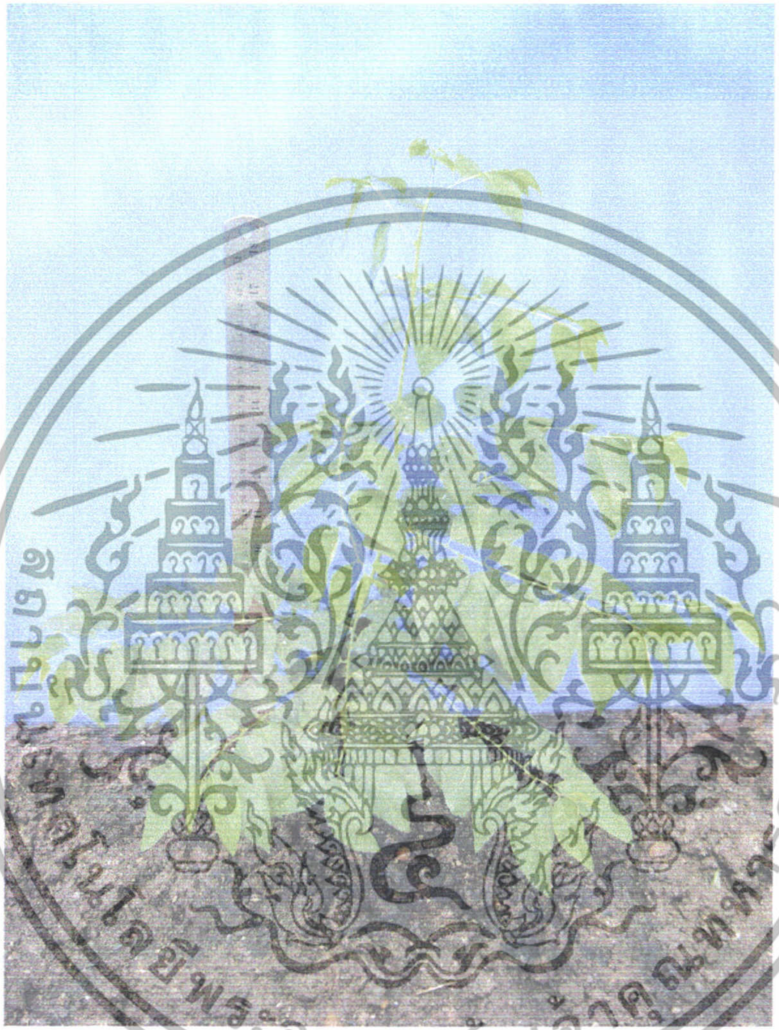
ภาพที่ 5 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 30 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 40 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 50 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 ผักหวานที่ใส่ปุ๋ยผสม 60 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวยอด (เซนติเมตร)

วิธีการ	จำนวนซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
control	11.50	13.50	9.75	13.00	47.75	11.94[e]
ปุ๋ย 10 กรัม	16.75	18.00	17.75	15.00	67.5	16.88[d]
ปุ๋ย 20 กรัม	24.25	24.75	18.50	23.75	91.25	22.81[c]
ปุ๋ย 30 กรัม	28.75	32.00	26.50	29.50	116.75	29.19[b]
ปุ๋ย 40 กรัม	36.25	35.25	32.75	33.25	137.5	34.38[a]
ปุ๋ย 50 กรัม	25.00	23.50	27.50	24.60	100.35	25.09[c]
ปุ๋ย 60 กรัม	18.75	20.25	18.50	18.18	75.68	18.92[d]

ตารางผนวกที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยความยาวยอด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	1392.61	232.10	66.78**	2.57	3.81
Ex. Error	21	72.99	3.48			
Total	27	1465.60				

GRAND MEAN = 22.74

CV. = 8.20%

** = Highly significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของผลผลิต (กรัม)

วิธีการ	จำนวนซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
control	5.00	6.25	7.50	6.25	25.00	6.25^{c}
ปุ๋ย 10 กรัม	6.25	7.50	7.50	8.75	30.00	7.50^{bc}
ปุ๋ย 20 กรัม	8.75	7.50	26.25	7.50	32.50	8.12^{bc}
ปุ๋ย 30 กรัม	10.00	7.50	28.75	11.25	36.25	9.06^{b}
ปุ๋ย 40 กรัม	11.25	12.50	38.25	12.50	47.50	11.88^{a}
ปุ๋ย 50 กรัม	8.75	10.00	23.25	7.50	37.50	9.38^{ab}
ปุ๋ย 60 กรัม	7.50	5.00	26.25	5.00	25.00	6.25^{c}

ตารางผนวกที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	94.3080	15.7180	9.71**	2.57	3.81
Ex. Error	21	33.9844	1.6183			
Total	27	128.2924				

GRAND MEAN = 8.3482

CV. = 15.24 %

** = Highly significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอด

วิธีการ	จำนวนซ้ำ				รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
control	2.00	1.00	2.20	2.50	7.70	1.93[b]
ปุ๋ย 10 กรัม	2.70	2.20	3.00	3.70	11.60	2.90[ab]
ปุ๋ย 20 กรัม	3.00	2.70	4.00	3.00	12.70	3.18[ab]
ปุ๋ย 30 กรัม	4.00	4.50	3.00	4.00	15.50	3.88[a]
ปุ๋ย 40 กรัม	3.70	2.70	3.00	2.00	10.7	2.85[ab]
ปุ๋ย 50 กรัม	3.00	2.20	4.00	2.00	11.20	2.80[ab]
ปุ๋ย 60 กรัม	2.20	3.00	2.70	3.00	10.90	2.73[ab]

ตารางผนวกที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยจำนวนยอด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	8.0786	1.3464	3.14**	2.57	3.81
Ex. Error	21	9.0000	0.4286			
Total	27	17.0786	0.6325			

GRAND MEAN = 2.892

CV. = 22.63%

** = Highly significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้