



เรื่อง

การใช้ปุ๋ยหมักจากอินทรีย์วัตถุเหลือใช้ของโรงงานอุตสาหกรรม  
สำหรับปลูกผักกาดหอม ในดินชุดมาบอง

Use of Composts from Industrial Organic Waste  
for Lettuce Grown in Map Bon Soil Series

โดย

นางสาว จันทร์ฉาย คุชานบาล



T099723

.....อาจารย์ปรึกษา

(ผศ.ดร. อธิสิทธิ์ นันทกิจ)

ภาคิษฐ์รับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สุมิตรา กุวโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วัน ๒ ..เดือน ..พ.ค. ....พ.ศ. ๒๕๖

รพ.  
๙๒๕๘๗  
๒๕๖๖

รพ.  
๙๒๕๘๗  
๒๕๖๕

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 99723  
วันเดือนปี..... ๒๕๖๖



ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำ  
แนะนำต่าง ๆ ตลอดการทดลอง ตลอดจนช่วยแก้ปัญหา ทำให้ปัญหาพิเศษได้สำเร็จลุล่วงไปได้  
ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรีย์ บุญแปลง และ คุณสำราญ ช้างน้อย ที่ได้กรุณาให้ความ  
สะดวกให้คำแนะนำ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทดลองครั้งนี้ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา  
จนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จด้วยดี

จันทร์ฉาย คชานบาล

เมษายน 2536

การใช้ปุ๋ยหมักจากอินทรีย์วัตถุเหลือใช้ของโรงงานอุตสาหกรรม  
สำหรับปลูกผักกาดหอม ในดินชุดมาบซอน

Use of Composts from Industrial Organic Waste  
for Lettuce Grown Map Bon Soil Series

บทคัดย่อ

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในด้านการปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับพืช โดยจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างช้า ๆ เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างต่อเนื่อง ช่วยทำให้ดินร่วนซุย รากของพืชโดยเฉพาะพืชผักสามารถแผ่กระจายขนานไปในดินได้มาก ช่วยลดการชะล้างของธาตุอาหารลงสู่เบื้องล่าง และยังช่วยเพิ่มความชื้นของธาตุบางธาตุในดิน

จากการทดลองได้ทำการศึกษาค่าผลของปุ๋ยที่ได้จากการหมัก Filter cake กับ Ami Ami ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลและโรงงานผลิตผงชูรส และ ปุ๋ย Bio-fer ซึ่งได้จากการหมักวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม โดยทำการปลูกผักกาดหอมในกระถางในดินชุดมาบซอน

ในการทดลองครั้งนี้ ศึกษาการเจริญเติบโตของผักกาดหอม โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ย Filter cake + Ami Ami และปุ๋ย Biofer ในอัตราที่แตกต่างกัน โดยใช้อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออัตราความเข้มข้นของปุ๋ยเท่ากัน ปุ๋ย Filter cake + Ami Ami มีแนวโน้มให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดหอมสูงกว่าปุ๋ย Biofer กล่าวคือ ที่อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ย Biofer ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 38.92 กรัม/ต้น ส่วนปุ๋ย Filter cake + Ami Ami ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 43.86 กรัม/ต้น ที่อัตรา

10 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ย Biofer ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 51.72 กรัม/ตัน ส่วนปุ๋ย Filter cake +  
Ami Ami ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 55.66 กรัม/ตัน และที่อัตรา 15 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ย Biofer ใ้  
น้ำหนักสดเฉลี่ย 48.33 กรัม/ตัน ส่วนปุ๋ย Filter cake + Ami Ami ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย  
56.85 กรัม/ตัน

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาคผนวก	(ข)
สารบัญภาพ	(ง)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	14
วิธีการทดลอง	15
ผลการทดลอง	18
สรุปผลการทดลอง	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ของผักกาดหอม	18
2	แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ของผักกาดหอม	20
3	แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้ง ของผักกาดหอม	21
4	แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัส ในน้ำหนักแห้งของ ผักกาดหอม	22
5	แสดงปริมาณ Nitrogen uptake	24
6	แสดงปริมาณ Phosphorus uptake	25
7	แสดงความเป็นกรด-ด่างของดิน	26
8	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของดินหลังปลูก	27
9	แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก	28
10	แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก	29
11	แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก	30

ล ำ ร าย ญ ุ ต ำ ร ำ ง ภา ค ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ ๑๒

ตำรา	ที่	หน้า
12	แสดงน้ำหนักสด (กรัม/ตัน) ของผักกาดหอมที่ระยะเก็บเกี่ยว	36
13	Analysis of Variance แสดงน้ำหนักสดของผักกาดหอม ที่ระยะเก็บเกี่ยว	37
14	แสดงน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตัน) ของผักกาดหอม	38
15	Analysis of Variance แสดงน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	39
16	แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	40
17	Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	41
18	แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	42
19	Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	43
20	แสดงปริมาณ N-uptake ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	44
21	Analysis of Variance แสดงปริมาณ N-uptake ในน้ำหนัก แห้งของผักกาดหอม	45
22	แสดงปริมาณ P-uptake ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม	46
23	Analysis of Variance แสดงปริมาณ P-uptake ในน้ำหนัก แห้งของผักกาดหอม	47
24	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลังปลูกผักกาดหอม	48
25	Analysis of Variance แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน หลังปลูกผักกาดหอม	49

## ล ำ ร ะ บั ญ ฑ ำ ร ำ ง ภา ค ๘ ๖ ก (ต่ ่อ)

ตำรา		หน้า
26	แสดงค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของดินหลังปลูก	50
27	Analysis of Variance แสดงค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูก	51
28	แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก	52
29	Analysis of Variance แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก	53
30	แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก	54
31	Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก	55
32	แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก	56
33	Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก	57

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กราฟแสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม/ต้น)	58
2 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งของพืช (กรัม/ต้น)	59
3 กราฟแสดง N-uptake (กรัม/ต้น)	60
4 กราฟแสดง P-uptake (กรัม/ต้น)	61
5 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในดินหลังปลูก	62
6 กราฟแสดงค่าการนำไฟฟ้า ในดินหลังปลูก	63
7 กราฟแสดงปริมาณเอ็นทรีวัตต์ ในดินหลังปลูก	64
8 กราฟแสดงปริมาณเรื้อสละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก	65
9 กราฟแสดงปริมาณเรื้อสละของฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก	66
10 แสดงลักษณะของปุ๋ย Biofer และปุ๋ย Filter cake+Ami Ami	67
11 แสดงอิทธิพลของปุ๋ย Biofer เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย(control)	68
12 แสดงอิทธิพลของปุ๋ย Filter cake+Ami Ami เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย(control)	69

## คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งถือว่าการเกษตรกรรมนั้น มีความสำคัญมากต่อประชากรในประเทศ ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั้น ก็เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจ ของประเทศ การเพิ่มผลผลิตมีวิธีการเพิ่มที่รู้จักกัน มี 2 วิธี คือ ประการแรกโดยการขยายพื้นที่ในการเพาะปลูก และโดยการเพิ่มการใช้ปุ๋ย

ในการขยายพื้นที่ออกไปนั้นมีข้อจำกัด และเป็นไปได้ยาก เพราะสิ่งที่ตามมากับการขยายพื้นที่ก็คือการตัดโค่นป่า บุกรุกที่ป่าสงวน ซึ่งเป็นผลเสียดต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยส่วนรวม ในอนาคต ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในการเพิ่มผลผลิต เพื่อเสถียรภาพและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ จึงเป็นทางออกที่ไม่ควรมองข้าม ปุ๋ยที่ใช้กันอยู่นั้นมีทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์

การใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตพืชนั้นถ้าใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้มีผลตกค้างต่อดิน อีกทั้งยังมีราคาแพง ปัจจุบันจึงได้มีการหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะเป็นการลดต้นทุนการผลิต แล้วยังเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุ พืชหลายชนิดอีกด้วย (ทัศนีย์ 2531)

เนื่องจากในปัจจุบัน ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัด และอาจมีผลให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ

ผลพลอยได้ต่าง ๆ เหล่านี้ หากไม่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือกำจัดให้หมดไปอย่างถูกวิธี ก็จะเป็นการนำไปสู่การทำลายสภาพแวดล้อมซึ่งนับว่าจะรุนแรงมากขึ้น จึงควรลองสิ่งที่จะนำผลพลอยได้เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับทางด้าน การเกษตร ผลพลอยได้หลายชนิดมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการนำอินทรีย์วัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม มาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับปลูกผักกาดหอม
2. ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ย Filter cake + Ami Ami และปุ๋ย Biofer ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม
3. ศึกษาอัตราของปุ๋ย Filter cake + Ami Ami และปุ๋ย Biofer ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม
4. ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการปรับปรุงดินทรายจัดชุดดินมาบอน (Map Bon Soil Series)

## การตรวจเอกสาร

### ผลของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ในแง่ปุ๋ย

อินทรีย์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด มีสมบัติ และองค์ประกอบที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งในด้านการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

สุริยา(2530) พบว่า การใส่อินทรีย์วัสดุเหลือใช้ในดินอย่างต่อเนื่องในระยะยาว มีผลทำให้เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยมีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่สะสมในดินสูงขึ้น และมี mineralizable-N เพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับปุ๋ยเคมี และตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย

อิทธิสุนทร(2522) ศึกษาการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อปรับปรุงดินในการปลูกพืชพบว่า การใช้ Filter cake และขุยมะพร้าวผสมลงในดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้น ส่วน A.S. cake หรือการผสม A.S. cake กับ Filter cake ในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกได้อย่างดี

สรสิทธิ์และคณะได้แยกอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ไว้ 2 ประเภท

#### 1. อินทรีย์วัสดุเหลือใช้ในไร่นา และในชนบท ได้แก่

- อินทรีย์วัสดุจากพืช เช่น ชากพืชชากสัตว์ ปุ๋ยพืชสด
- อินทรีย์วัสดุในครัวเรือน เช่น ปุ๋ยคอกต่าง ๆ

#### 2. อินทรีย์วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรม

- อินทรีย์วัสดุจากครัวเรือน เช่น น้ำโสโครก อูจจาระ ปัสสาวะ ขยะ ฯลฯ
- อินทรีย์วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น น้ำทิ้ง และกากเหลือกำจัดจากโรงงาน

นิภา (2524) ทดลองนำวัสดุเหลือใช้ เช่น A.S. cake จากโรงงานเสริมสุข และ Humus จากโรงงานอาชีพโมะโตะ และกากกะหล่ำร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดขาวปลี ในดินชุดราชบุรี พบว่า วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวใช้เป็นปุ๋ยได้ ความสามารถในการทดแทนปุ๋ยเคมี จะเปลี่ยนไปตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด อัตราส่วน C/N และความยากง่ายในการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุนั้น

เมื่อเร็ว ๆ นี้ ได้มีการค้นคว้าในด้านการใช้วัสดุเหลือใช้อินทรีย์วัตถุ จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นปุ๋ยสำหรับข้าว วัสดุเหลือใช้เหล่านี้ได้แก่ seed cake, oil cake, fish meal bone meal และ sewage sludge โดยเฉพาะในประเทศฟิลิปปินส์ มีการนำผลพลอยได้จากการผลิตผงขุรสมานผลิตเป็นปุ๋ยน้ำเรียกว่า union-hikari liquid fertilizer (UHLF) โดยมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าว (สังข์ชัยและคณะ 2524, สำเนียงและคณะ 2525, สุเทพ 2528, Vacharatayan และคณะ 1982, Panichsakpatanon และคณะ 1985)

#### Filter cake

เป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานน้ำตาล ในขั้นตอนการทำความสะอาด (clarification) น้ำคั่งที่ได้จากการหีบอ้อย โดยการทำให้สิ่งเจือปนต่าง ๆ ตกตะกอนด้วยการใส่ปูน จนมี pH ประมาณ 7.0-8.5 หรือใส่สารช่วยตกตะกอน เมื่อนำไปกรองสิ่งที่ได้คือ Filter cake (Bonus, 1964) ในประเทศไทยมีโรงงานน้ำตาล 43 แห่ง ปริมาณ Filter cake ที่ได้วันละประมาณ 1,657 ตัน มีการนำเอาไปใช้เป็นสารปรับสภาพดิน (soil conditioner) (Pintukanok และคณะ, 1988) และชาวไร่อ้อยในภาคกลางนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี

Mauric (1969) รายงานว่า Filter cake ประกอบด้วยสารแขวนลอยของอินทรีย์วัตถุทั้งกระจายในน้ำอ้อยรวมอยู่กับแอนไอออนของอินทรีย์และอนินทรีย์สาร ซึ่งตกตะกอนออกมา

Banes (1954 และ 1964) กล่าวว่า องค์ประกอบทางเคมีของ Filter cake จะแตกต่างกันไปตามขบวนการทำความสะอาดน้ำอ้อย และคุณสมบัติของอ้อย

Honig(1958) รายงานว่าขณะที่ Filter cake ตกตะกอน ฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 80-90 ในน้ำอ้อยจะทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับปูนในรูป Calcium phosphate

Panichsakpatana และคณะ 1985 พบว่าผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินนาชุดรังสิต และชุดร้อยเอ็ดที่ใส่ Filter cake ต่ำกว่าที่ใส่ปุ๋ย N มาก แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าว จะสูงอย่างเด่นชัด

Cheng และคณะ (1966) รายงานว่า การใส่ Filter cake ในอัตรา 100 ตัน/ไร่ สามารถเปลี่ยนสมบัติทางฟิสิกส์ของดินทราย เป็นดิน silt, loam ได้ และ Filter cake จะปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืช และทำให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่ Filter cake

#### Biofer

Biofer เป็นปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักวัสดุเหลือใช้ จากโรงงานอุตสาหกรรม ในถังหมัก โดยพวกจุลินทรีย์ วัสดุเหล่านี้จะถูกย่อยจนมีอนุภาคเล็ก Biofer จากการทดลองนี้ได้จากการหมักวัสดุต่าง ๆ ดังนี้ Celite 42%, Humus 35%, A.S. cake 12%, มูลไก่ 7%, Ami Ami L 4%

## ปัญหาและข้อจำกัดในการใช้อินทรีย์วัสดุที่เหลือใช้

การนำวัสดุที่เหลือใช้ มาใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินย่อมก่อให้เกิดผลดีและผลเสียในแง่ผลดี จะเห็นได้ว่าอินทรีย์วัสดุเหลือใช้สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยแทนปุ๋ยเคมีได้ จึงนับได้ว่าเป็นประโยชน์ในการเกษตรเป็นอย่างมาก ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิต อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตได้อีกด้วย เช่น ทำให้สีผิวของมะเขือเทศ (egg plant) สวยขึ้น ผลของแตงกวาได้รูปไม่โค้งงอ ลดความเป็นแผลในผิวมะเขือเทศ ลดอาการขาดแคลเซียมในกะหล่ำปลี และเพิ่มปริมาณน้ำตาลในพืชหลายชนิด (Asano, 1984)

### ปัญหาและข้อจำกัดในการใช้อินทรีย์วัสดุดังนี้

#### 1. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนส่งและแรงงาน

เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ มีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก ดังนั้นจึงต้องใช้ในปริมาณที่มาก ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนส่งจึงไม่เป็นการสะดวกในการนำมาใช้กับพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่

#### 2. เกิดสารพิษบางชนิด

การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้นั้น บางครั้งก่อให้เกิดปัญหาทำให้พืชเกิดอาการชะงักการเจริญเติบโตได้ เนื่องจาก เกิดสารพิษขึ้นโดยเฉพาะเมื่อใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้ลงไปในนาข้าว ซึ่งการสลายตัวของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ในดินสถานที่นาข้าว จะเกิดสาร intermediate products ที่เป็นพวกกรดอินทรีย์ เช่น formic acid, acetic acid, propionic acid และ butyric acid เป็นต้น โดยทั่วไป acetic acid เป็นกรดที่ขมมากที่สุด กรดอินทรีย์เหล่านี้ทำให้รากข้าวชะงักการเจริญเติบโต (Yoshida, 1981)

สุริยา(2531) ได้ทำการศึกษาการเกิดสาร intermediate product ที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว พบว่า การใส่กากหล่งอัตราสูงทำให้ข้าวชงักการเจริญเติบโต ตั้งแต่เริ่มปักดำจนถึงระยะแตกกอ

### 3. ภาวะมลพิษต่ออินทรีย์วัตถุที่เหลือใช้

นอกจากอินทรีย์วัตถุที่เหลือใช้จะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แล้วยังมีธาตุโลหะหนักบางชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่สูง เมื่อใส่อินทรีย์วัตถุที่มีโลหะหนักอยู่มากลงในดิน เมื่อเกิดการสลายตัวย่อมก่อให้เกิดการสะสมโลหะหนักในดินทำให้เกิดมลพิษในดินขึ้นได้ โดยเฉพาะในดินที่เป็นดินเหนียว การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้ก่อให้เกิดมลพิษได้ง่าย ในสภาพดินร่วนปนซึลที่ได้รับ sludge นานถึง 35 ปีพบว่า บริเวณระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จากผิวดินจะมีการสะสมของ Al 1.1, Cd 35, Cu 16.5, Fe 1.1, Pb 16.5, Zn 13 เท่าของสภาพดินปกติ (Kirkham, 1975)

นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมโลหะหนักในพืช อันเนื่องจากการใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้อีกด้วย เช่น ขุยมะพร้าว (2527) ศึกษา ผลกระทบของแคดเมียมใน activated sludge จากโรงงานน้ำอัดลม ที่มีผลต่อการสะสมแคดเมียมในผัก 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า(chinese kale) ผักกาดขาว (Pe-tsai Chinese Cabbage) และผักกวางตุ้ง (Pak-chai chinese Cabbage) พบว่า ผักที่ปลูกในดินที่ใส่ activated sludge จะมีการสะสมแคดเมียมสูงกว่าผักที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่ activated sludge

### ผลของปุ๋ยหมักที่ใส่ในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

- เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชโดยตรงและยังค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ในระยะยาว

- ช่วยลดขีดจำกัดอาหารบางชนิดไม่ให้สูญเสียไปจากดิน และพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และยังช่วยให้ระบบรากแพร่กระจายได้มากขึ้น

ผลของปุ๋ยหมักต่อผลผลิตพืชทางเศรษฐกิจบางชนิด ในทวีปเอเชีย ได้แก่ อินเดีย เกาหลี และ จีน พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ผลผลิตของพืชสูงมากขึ้นและถ้าใช้อย่างต่อเนื่องจะทำให้อัตราการเจริญและผลผลิตของพืชแตกต่างจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน

#### กรรมพินาที่ดินได้แนะนำมาตรฐานของปุ๋ยหมัก

- มี C/N ratio ไม่สูงกว่า 20 : 1
- มี N 1% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1% และ K<sub>2</sub>O 0.5% หรือสูงกว่า
- ความชื้นและสารที่ระเหยได้ไม่เกิน 35% โดยน้ำหนัก
- อินทรีย์วัตถุ 30-50 %
- pH 6-7.5
- อนุกรมตามธรรมชาติ
- ไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนา
- ไม่มีเชื้อโรคที่ร้ายแรง

อินทรีย์วัตถุ เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและกำหนดสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ เช่น การปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชในดิน ช่วยให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น ดินน้ำและระบายอากาศได้ดีขึ้น ลดการชะล้างพังทลายส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มระดับทำให้ดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ในการใส่ปุ๋ยหมักสำหรับพืชผักนั้น มีกลุ่มใหญ่เป็นพืชที่มีระบบรากฝอย รากสั้นอยู่ตื้นๆ ใกล้ผิวดิน การใส่ปุ๋ยหมักจะมีประโยชน์มาก เพราะช่วยให้ดินร่วนซุยขึ้นและรากเจริญได้รวดเร็วแพร่กระจายได้มาก มีระบบรากที่สมบูรณ์สามารถดูดซับแร่ธาตุอาหารได้รวดเร็วทันต่อความต้องการได้

### บทบาทของอินทรีย์วัตถุในดินกับการปลูกพืช

อินทรีย์วัตถุมีบทบาทในการปรับปรุงคุณสมบัติ ทางกายภาพ และทางเคมีของดิน นอกจากนั้นยังสลายตัวให้ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน และยังช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารที่ตกคินฮึดเห็นผิวไว้ให้ออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชยิ่งขึ้น หรือดูดซับธาตุอาหารที่ตกน้ำชะล้างลงไปในชั้นล่างไม่ให้สูญหายไปอย่างรวดเร็ว แต่ในประเทศไทยอินทรีย์วัตถุจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจน เหลือน้อยไม่เพียงพอต่อพืชที่ปลูกในปีต่อไป ดังนั้น จึงมีบทบาทเฉพาะปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น

Schwab, 1976 พบว่าสมบัติทางกายภาพของดินเป็นตัวควบคุมความสามารถในการผลิตถึง 60 เปอร์เซ็นต์ เพราะชั้นสุดท้ายในขบวนการสลายตัวแล้วจะได้สิ่งที่ เรียกว่า ฮิวมัส (Humus) ซึ่งจะคงทนต่อการทำลายของจุลินทรีย์ มีรูปร่างลักษณะไม่แน่นอน มีพื้นที่สัมผัสสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยน้ำหนักกับสารอื่น ซึ่งทำให้สามารถดูดซับน้ำได้มากกว่า อีกทั้งยังมีความไวต่อปฏิกิริยาทางชีว และเคมี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า (C.E.C) ได้สูง ซึ่งสูงกว่าดินเหนียวชนิดอื่น ๆ (Buckman and Brady 1968) จึงเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารห้วงเห็นผิวธาตุอาหารไม่ให้ถูกน้ำชะล้าง เพราะธาตุอาหารถูกดูดซับไว้ที่ผิวของฮิวมัส คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งคือ เป็นสารเชื่อมของอนุภาคดิน ทำให้ดินร่วนซุย ซึ่งช่วยให้ดินมีอากาศเพียงพอ และช่วยในการระบายน้ำด้วย

นิรันดร์ (2530) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุในดินเป็นสารที่มีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกได้สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการดูดซับไอออนบวกโดยคอลลอยค้อน ๆ เหตุที่อินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวก ก็เนื่องมาจากประจุลบซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการ Dissociation ของสารประกอบบางกลุ่มในอินทรีย์วัตถุ เมื่อปลดปล่อยสัณเฑาะ์จึงได้รับธาตุอาหารมากกว่าดินที่ไม่ใสอินทรีย์วัตถุ

การเพิ่มผลผลิตพืชต่อไร่ ให้สูงขึ้น อาจทำได้โดยการปรับปรุงพันธุ์พืช ปรับปรุงวิธีการ  
เพาะปลูก การใช้ปุ๋ยการปรับปรุงระบบการชลประทาน นับว่าเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตพืชที่จำเป็นจะ  
ต้องเร่งรัดดำเนินการเสียแต่บัดนี้ และในขบวนการเพิ่มผลผลิตพืช การใช้ปุ๋ยในการเพาะปลูกนับ  
เป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตที่ง่าย รวดเร็ว และค่อนข้างแน่นอน ซึ่งทุกประเทศก็ยอมรับกันว่าปุ๋ยนั้น มี  
ความหมายว่าสารใด ๆ ก็ตามที่ใส่ลงไปบนดินแล้วให้ธาตุอาหารแก่พืช ทำให้พืชเจริญเติบโต และ  
งอกงาม ให้ผลผลิตสูง

### ปุ๋ยที่นิยม 2 ประเภท

1. ปุ๋ยอินทรีย์
2. ปุ๋ยอนินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ : ได้จากการนำเอาแร่ธาตุตามธรรมชาติ มาทำให้อยู่ในรูปของสารที่  
ละลายน้ำได้ดีขึ้น และธาตุอาหารพืชละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ปุ๋ยอินทรีย์จะได้จาก  
การสังเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ จากก๊าซธรรมชาติ ผลพลอยได้จากน้ำมันปิโตรเลียม  
หินฟอสเฟต และเกลือแร่โพแทสเซียมชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยอินทรีย์นี้จะผลิตขึ้นมาเพื่อให้ธาตุไนโตรเจน  
ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เป็นส่วนใหญ่ มักนิยมเรียกว่า ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยสังเคราะห์ ปุ๋ยคั่ว ปุ๋ยวิธยา-  
ศาสตร์

ปุ๋ยอินทรีย์ : ส่วนใหญ่ได้จากซากพืช จะให้ธาตุอาหารที่มีไนโตรเจนต่ำกว่าปุ๋ยเคมี  
ทำให้ต้องใช้ปริมาณมาก มีข้อดีคือ จะค่อย ๆ สลายตัวช้า ๆ ให้ธาตุอาหาร N ที่เป็นประโยชน์ต่อ  
พืชตลอดฤดูกาลปลูก ธาตุอาหารจะสูญเสียจากดินน้อยกว่า ทั้งยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ  
ของดิน ทำให้ดินร่วนซุย รากพืชสามารถแผ่ขยายซอนไซทั้งในแนวนอน และแนวตั้งได้อย่างกว้าง-  
ขวาง เศษซากพืชที่ปกคลุมตามผิวดิน และไม่สลายตัวดันทัก จะช่วยป้องกันการระเหยน้ำทางผิวดิน  
ช่วยป้องกันการเกิดขัณฑ์การ ช่วยดูแลแรงปะทะของเม็ดดิน ป้องกันไม่ให้แตก และไปอุดตามช่อง  
ว่างทำให้น้ำซึมลงดินได้ดี ไม่เกิดการไหลบ่า การเกิดขัณฑ์การก็ลดลง

## ลักษณะทั่วไปของผักกาดหอม (lettuce)

### การจำแนกผักกาดหอมทางพฤกษศาสตร์

Division : Spermatophyta  
Class : Angiospermae  
Sub class : Dicotylendoneae  
Family : Compositae  
Genus : Lactuca  
Species : sativa

Science name : *Lactuca sativa* Linn

ชื่อสามัญ Lettuce(English), Laitue(France), Lechuga(Spanish)  
Slat(German) , Sia(Netherland), Letsugas(Philippines)

ผักกาดหอมจัดเป็นผักสลัด เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีคุณค่าทางอาหารสูง  
ยังจัดเป็นอาหารทางตา โดยใช้จัดแต่งอาหารให้สีสันสวยงาม ความต้องการใช้ผักกาดหอมของ  
ผู้บริโภคมีอยู่ตลอดทั้งปี จึงพบว่า เป็นพืชผักที่มีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่ง ผักกาดหอมมีชื่อเรียกกัน  
หลายชื่อ เช่น คนจีนเรียกว่า หังฉ่าส ส่วนทางภาคเหนือเรียกว่า ผักกาดฮี้ ทางภาคกลางเรียก  
ผักสลัด

ผักกาดหอมสามารถแบ่งเป็น 4 พวกใหญ่ ๆ ส่วนที่นิยมปลูกกันมีเพียง 2 ชนิด

1. พวกครีนเฮด (Crisp head) หรือ ไอซ์เบิร์ก (Iceburg)

เป็นพวกผักกาดหอมหัวหรือ ผักกาดแก้ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa var. capitata* มีลักษณะใบบาง กรอบ และ ขอบใบหยักไม่เรียบ ปลูกระหว่างเดือน  
ตุลาคม-มกราคม ต้องการอุณหภูมิ 15.5-21.0 °C

2. พวกลีฟ (leaf) หรือ (loose leaf) หรือ พันธุ์ใบ

ที่เราเรียกว่าผักกาดหอมใบหยิก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* var. *crispal* ใบมีลักษณะหยิก เป็นคลื่น สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีแดง สามารถปลูกตลอดปี อุณหภูมิที่เหมาะสม 21.0-26.6 °c

ประเภทผัก	อายุปีเดียว (Annual)
ถิ่นกำเนิด	ยุโรป และเอเชีย
อายุปลูก	พวงครีมเอต อายุตั้งแต่ย้ายกล้าจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ประมาณ 55-70 วัน ลสลิม อายุตั้งแต่ย้ายกล้าจนกระทั่งเก็บเกี่ยวประมาณ 40-50 วัน
สภาพแวดล้อม	ประเภทดิน แยกทุกชนิด ชอบดินร่วน pH 6.0-6.8 แสง ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน อุณหภูมิ พันธุ์หัว 15.5-21.0 °c พันธุ์ใบ 21.0-26.6 °c

**ลักษณะทั่วไปของดินชุดมาบอน (Map Bon ; Mb)**

- Order : Ultisols
- Suborder : Ustults
- Great group : Paleustults
- Sub group : Oxic Paleustults
- Family : Fine loamy mixed granite
- Series : Oxic Paleustults ; fine loamy, Mixed, granite

**วัตถุต้นกำเนิดดิน** เป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินโดยตรงและวัตถุที่เคลื่อนย้ายมาจากที่อื่น แล้วมาทับถมเกิดชั้นดินชั้น ธรณีสัณฐานเป็นหินแกรนิต

**สภาพพื้นที่** เป็นลูกคลื่นลอนลาด แถบค่อนข้างแห้งแล้งของภาคตะวันตก โดย เฉพาะจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี

**การจัดเรียงชั้น** A-Bt (Argillic horizon)

**สัณฐานของดิน** เป็นดินลึก เนื้อดินเป็นดินเนื้อละเอียดปานกลาง เป็นดินร่วนปนทราย หรือร่วนเหนียวปนทราย ส่วนดินชั้นล่างจะเหนียวขึ้น เป็นดินร่วนเหนียวบางแห่งเป็นดินเหนียวปนทราย ดินชุดนี้เริ่มมีชั้น Oxic horizon แต่ยังไม่สมบูรณ์ ดินมีการชะล้างน้ำดีปานกลางถึงดี มีสีน้ำตาล หรือแดงปนเหลือง (2.5 YR - 5 YR) ดินมีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

**พืชพรรณ** ส่วนใหญ่มีปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง สับปะรด อ้อย และข้าวโพด

## อุปกรณ์การทดลอง

1. ดินชุดมาบอน (Map Bon Soil Series)
2. อินทรีสัตว์คอกที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม
  - Filter cake + Ami Ami
  - Biofer
3. กระถางขนาด 8 นิ้ว จำนวน 28 ใบ
4. เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม
5. ขี้วัวคอก
6. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

## วิธี การ ทด ล อ ง

การทดลองนี้แบ่งเป็นหลายขั้นตอนนี้ ดังนี้คือ

1. การเตรียมตัวรับต่าง ๆ ในการทดลอง โดยทำการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) มี 7 ตัวรับ (Treatment) ตัวรับ ละ 4 ซ้ำ (Replication) มีดังนี้

- ตัวรับที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (Control) : ดิน 3000 กรัม
- ตัวรับที่ 2 โดยใส่ปุ๋ย Biofer 5 % (Bio5) : ดิน 2850 กรัม+ปุ๋ย 150 กรัม
- ตัวรับที่ 3 โดยใส่ปุ๋ย Biofer 10 % (Bio10) : ดิน 2700 กรัม+ปุ๋ย 300 กรัม
- ตัวรับที่ 4 โดยใส่ปุ๋ย Biofer 15 % (Bio15) : ดิน 2550 กรัม+ปุ๋ย 450 กรัม
- ตัวรับที่ 5 โดยใส่ปุ๋ย Filter cake + Ami Ami 5 % (FA5) : ดิน 2850 กรัม+ปุ๋ย 150 กรัม
- ตัวรับที่ 6 โดยใส่ปุ๋ย Filter cake + Ami Ami 10 % (FA10) : ดิน 2700 กรัม+ปุ๋ย 300 กรัม
- ตัวรับที่ 7 โดยใส่ปุ๋ย Filter cake + Ami Ami 15 % (FA15) : ดิน 2550 กรัม+ปุ๋ย 450 กรัม

2. การทดลองในกระถาง

- 2.1 การเพาะกล้า โดยทำการเพาะกล้าในวัสดุปลูกใช้เมล็ดผักกาดหอม เมื่อกล้าผักกาดหอมอายุ 25 วัน จึงทำการย้ายกล้าผักกาดลงในกระถาง
- 2.2 การเตรียมดินและปุ๋ย โดยหึ่งดินให้แห้งในลม บด ร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 5 มิลลิเมตร ในแต่ละตัวรับจะมีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม โดยตัวรับที่ 1 จะใช้ดินหนัก 3 กิโลกรัม ส่วนตัวรับที่ 2-7 จะใช้ดินและปุ๋ยอินทรีย์ ตามอัตราที่กำหนด โดยการผสมในถุงพลาสติกให้คลุกเคล้ากัน ก่อนนำไปใส่กระถาง

2.3 การย้ายลงปลูก เมื่อกล้าแตกใบจริงประมาณ 3-4 ใบ ก็ทำการย้ายลงกระถางในตำรับต่าง ๆ โดยทำการย้ายในช่วงเวลาเย็น มีการพรางแสงตลอดการทดลอง เนื่องจากบริเวณที่ทำการทดลอง นั้นมีแสงแดดจัดมาก จึงจะทำให้ผักกาดหอมเหี่ยวได้

#### 4. การเก็บข้อมูล

4.1 เก็บตัวอย่างดินในตำรับต่าง ๆ หลังการทดลอง

4.2 เก็บตัวอย่างพืช

#### 5. การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดินหลังการทดลอง

ก. หาความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ข. หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ค. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ง. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

จ. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

ก. น้ำหนักสดของผักกาดหอม (กรัม/ต้น)

ข. น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม (กรัม/ต้น)

ค. ปริมาณไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ง. ปริมาณฟอสฟอรัส ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

โดยการชั่งน้ำหนักสดและแห้ง เป็นกรัม/ต้น และวิเคราะห์หาปริมาณ N และ P ใน

ผักกาดหอมจากการทดลองในตำรับต่าง ๆ

#### 6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ระยะเวลาในการทดลอง

- การทดลองตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ด(14 ม.ค. 36)จนกระทั่งย้ายกล้า(8 ก.พ.36)  
และเก็บเกี่ยวรวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 57 วัน

- การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มตั้งแต่การอบตัวอย่างพืช จนกระทั่ง  
วิเคราะห์

สถานที่ทำการทดลอง

- ทดลองในกระถางบริเวณ ศาลาชั้น 5 และวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภาควิชา  
ปฐพีวิทยา ตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ผลการทดลอง

1. อิทธิพลของปุ๋ยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอม

1.1 น้ำหนักสดของผักกาดหอม

ในการศึกษาอิทธิพลและอัตราของปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอมของพืชนี้ สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ พืชที่มีน้ำหนักมากกว่าย่อมแสดงว่าพืชมีการเจริญเติบโต มีการสะสมของอาหารไว้มากมีแนวโน้มให้ผลผลิตดีด้วย จากการศึกษาได้แสดงค่าน้ำหนักสดโดยเฉลี่ย (กรัม / ต้น) ของผักกาดหอม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ของผักกาดหอมในระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด
control	1	9.45 <sup>a</sup>
Bio5	2	38.92 <sup>bc</sup>
Bio10	5	51.72 <sup>bc</sup>
Bio15	4	48.33 <sup>bc</sup>
FA5	3	43.86 <sup>c</sup>
FA10	6	55.66 <sup>c</sup>
FA15	7	56.85 <sup>a</sup>

ในการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยตำรับต่าง ๆ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดของผักกาดหอม มีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ ตำรับการทดลอง FA15 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 56.85 กรัม/ต้น ในขณะที่ตำรับ Bio15 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดมีค่าเท่ากับ 48.33 กรัม/ต้น ส่วนตำรับ FA10 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 55.66 กรัม/ต้น ในขณะที่ตำรับ Bio10 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 51.72 กรัม/ต้น และ ตำรับ FA5 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด 43.86 กรัม/ต้น ในขณะที่ตำรับ Bio5 ให้ค่าเฉลี่ย น้ำหนักสดต่ำที่สุดคือ 38.92 กรัม/ต้น (ไม่เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย)

จากการทดลองจะเห็นว่าอัตราที่เพิ่มขึ้นของปุ๋ยนั้น ทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดมีแนวโน้มสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ปุ๋ยอินทรีย์มีผลในการปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่มาก คุณสมบัติต่าง ๆ จึงเหมาะสมต่อพืช ทำให้พืชมีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูง

## 1.2 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

กิจกรรมการเจริญเติบโตของพืชนั้น จะมีการนำธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ในการสร้างส่วนต่าง ๆ ของพืช การหาน้ำหนักแห้งของพืชแสดงถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ได้จริง จากการศึกษา ได้แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ของผักกาดหอม





2. อิทธิพลของปุ๋ยดำรับต่างๆที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีบางชนิดของผักกาดหอม

2.1 ปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

การศึกษากการตอบสนองของผักกาดหอมที่มีต่อปุ๋ยในดำรับต่างๆ เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ของการนำธาตุอาหารจากปุ๋ยที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเซลล์ต่างๆ สำหรับการเจริญเติบโตเป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และถูกชะล้างสูญหายไปจากดินง่าย จากตารางแสดงถึงปริมาณร้อยละของไนโตรเจนในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของไนโตรเจนในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ดำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ยร้อยละไนโตรเจน
control	1	3.47 <sup>a</sup>
Bio5	3	4.09 <sup>abc</sup>
Bio10	6	5.17 <sup>cd</sup>
Bio15	7	5.42 <sup>d</sup>
FA5	2	3.65 <sup>ab</sup>
FA10	4	4.41 <sup>bcd</sup>
FA15	5	4.61 <sup>cd</sup>

**ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีการเกษตร**  
**สำนักเทคโนโลยีพระจอมเกล้า**  
**เจ้าพระยาพระราม**

จากการทดลองในครั้งนั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละไนโตรเจนที่ได้ มีความแตกต่างกันในทางสถิติ กล่าวคือ ตำรับBio15 ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 5.42 เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลอง ส่วนค่าเฉลี่ยร้อยละไนโตรเจนต่ำสุดนั้นเท่ากับ 3.65 ซึ่งได้จากตำรับ FA5 ค่าวิเคราะห์ที่ได้จากตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่าสูงกว่า control เนื่องจาก ปุ๋ยอินทรีย์นั้นจะมีกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ รวมทั้งซากของจุลินทรีย์ ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง

## 2.2 ปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัสในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

โดยทั่วไปฟอสฟอรัสในดินนั้น จะถูกตรึงอยู่เป็นส่วนใหญ่ซึ่งทำให้ความเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลง ในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้นส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การวัดปริมาณฟอสฟอรัสจึงเป็นการวัดการตอบสนองของพืชของพืชต่อปุ๋ย ซึ่งแสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัสในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัสในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ตำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ยร้อยละฟอสฟอรัส
control	6	0.41 <sup>b</sup>
Bio5	3	0.33 <sup>a,b</sup>
Bio10	2	0.30 <sup>a</sup>
Bio15	1	0.28 <sup>a</sup>
FA5	7	0.42 <sup>b</sup>
FA10	4	0.35 <sup>a,b</sup>
FA15	5	0.37 <sup>a,b</sup>

ผลการศึกษากิจกรรมของความเข้มข้นของปุ๋ย Biofer และ Filter cake ที่มีต่อค่าเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัสได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากตารางจะพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัสมีความแตกต่างกันในทางสถิติโดยที่การใช้ปุ๋ย Filter cake 5% ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละฟอสฟอรัสสูงสุดเท่ากับ 0.42% ซึ่งสูงกว่าการใช้ปุ๋ย Biofer และ Filter cake ความเข้มข้นอื่น และพบว่าการใช้ปุ๋ย Biofer 15% ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละฟอสฟอรัสต่ำสุดคือเท่ากับ 0.28% และ ยังพบว่าการใช้ปุ๋ย Biofer 10% และ 15% นั้นจะให้ค่าเฉลี่ยร้อยละฟอสฟอรัสที่ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการใส่ Filter cake 10% และ 15%

### 2.3 ปริมาณ Nitrogen uptake

ปริมาณที่พืชดึงธาตุไนโตรเจนจากดินขึ้นไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโต จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ตำรับการทดลอง Bio10, Bio15, FA10 และ FA15 ให้ค่าเฉลี่ย N-uptake สูงใกล้เคียงกัน คือ 0.194, 0.180, 0.189 และ 0.199 กรัม ตามลำดับ ส่วนในตำรับการทดลอง Bio5 และ FA5 ให้ค่าเฉลี่ย N-uptake ต่ำกว่า คือ 0.121 และ 0.122 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย N-uptake (กรัม/ต้น)

ตำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ย N-uptake
control	1	0.021 <sup>a</sup>
Bio5	2	0.121 <sup>b</sup>
Bio10	6	0.194 <sup>c</sup>
Bio15	4	0.180 <sup>c</sup>
FA5	3	0.122 <sup>b</sup>
FA10	5	0.189 <sup>c</sup>
FA15	7	0.199 <sup>c</sup>

#### 2.4 ปริมาณ Phosphorus uptake

จากตารางที่ 6 แสดงปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสของผักกาดหอม ซึ่งในตำรับ FA15 จะให้ค่าเฉลี่ย P-uptake สูงที่สุด คือ 0.016 กรัม/ต้น ส่วนในตำรับ Bio15 นั้น จะให้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.009 กรัม/ต้น (ไม่เปรียบเทียบ control)

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ย P-uptake (กรัม/ตัน)

ตำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ย P-uptake
control	1	0.002 <sup>a</sup>
Bio5	3	0.010 <sup>b</sup>
Bio10	4	0.011 <sup>bc</sup>
Bio15	2	0.009 <sup>b</sup>
FA5	5	0.014 <sup>cd</sup>
FA10	6	0.015 <sup>cd</sup>
FA15	7	0.016 <sup>d</sup>

### 3. ค่าวิเคราะห์ในดินหลังการทดลอง

#### 3.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน

ความเป็นกรด-ด่างนั้นจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชจะเจริญเติบโตไม่หยุดชะงัก โดยในดินจะต้องมีค่า pH ที่เหมาะสม คือไม่สูงหรือต่ำเกินไปกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด

ตารางที่ 7 แสดงความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

ตำรับ	อันดับ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
control	6	7.91 <sup>c</sup>
Bio5	5	7.82 <sup>bc</sup>
Bio10	4	7.57 <sup>bc</sup>
Bio15	3	7.52 <sup>b</sup>
FA5	7	7.78 <sup>bc</sup>
FA10	2	7.16 <sup>a</sup>
FA15	1	7.14 <sup>a</sup>

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ย Biofer 5% (Bio5) นั้นจะทำให้ค่า pH ของดินที่ได้สูงสุดเท่ากับ 7.82 เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับการทดลอง ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ย Filter cake 15% (FA15) จะให้ค่า pH ของดินต่ำสุดคือ 7.14 ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมากจะทำให้ค่า pH ที่ได้มีค่าต่ำกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยน้อย ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในการทดลองครั้งนี้มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

### 8.2 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดค่าของความเข้มข้นของผลรวมของไอออนต่างๆ

ที่มีอยู่ในดิน

ตารางที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูก (EC; mS/cm)

ตำรับ	อันดับ	ค่าเฉลี่ยของการนำไฟฟ้า
control	1	0.21 <sup>a</sup>
Bio5	2	0.68 <sup>ab</sup>
Bio10	5	1.26 <sup>b</sup>
Bio15	4	1.26 <sup>b</sup>
FA5	3	0.69 <sup>ab</sup>
FA10	6	2.08 <sup>c</sup>
FA15	7	2.60 <sup>c</sup>

จากค่าวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าในตำรับ FA15 จะให้ค่าสูงสุดคือ 2.60 mS/cm ส่วนตำรับ Bio5 จะให้การนำไฟฟ้าต่ำที่สุดคือ 0.68 mS/cm (ไม่เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย) แนวโน้มของค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นตามความเข้มข้นของ Biofer และ Filter cake ที่เพิ่มขึ้น

### 3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก

โดยทั่วไปในดินจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุนี้จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยดินที่มีอินทรีย์วัตถุมากพืชจะมีการเจริญเติบโตมาก รวมทั้งอินทรีย์วัตถุยังช่วยปรับสภาพทางเคมีและกายภาพในดิน จากการทดลองดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก

ตำรับ	อันดับ	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ
control	1	2.04 <sup>a</sup>
Bio5	2	2.89 <sup>b</sup>
Bio10	4	3.83 <sup>c</sup>
Bio15	5	4.71 <sup>d</sup>
FA5	3	3.79 <sup>c</sup>
FA10	6	6.49 <sup>e</sup>
FA15	7	9.00 <sup>f</sup>

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในแต่ละตำรับ การทดลองมีความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ อัตราของปุ๋ยที่ใส่ปริมาณมากจะมีผลทำให้ค่าอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์ได้มากตามไปด้วย ส่วนปุ๋ยที่ใส่ในอัตราน้อยจะให้ค่าอินทรีย์วัตถุน้อย จากตารางในตำรับ FA15 จะให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ 9.00 ส่วนตำรับ Bio5 จะให้ค่าปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุดคือ 2.89 (ไม่เทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย)

#### 3.4 ปริมาณร้อยละของไนโตรเจนในดินหลังปลูก

ไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินจะมีการสูญเสียไปจากดินได้ง่าย ดังนั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะมีส่วนช่วยชดเชยการสูญเสียของไนโตรเจนในดินได้ง่าย รวมทั้ง อาจทำให้ความชื้นประโยชน์ของธาตุบางธาตุสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณรื้อสละของไนโตรเจนในดินหลังปลูก

ตำรับ	อันดับ	ปริมาณรื้อสละของไนโตรเจน
control	1	0.014 <sup>a</sup>
Bio 5	2	0.020 <sup>ab</sup>
Bio10	4	0.038 <sup>c</sup>
Bio15	5	0.040 <sup>c</sup>
FA5	3	0.031 <sup>bc</sup>
FA10	6	0.043 <sup>c</sup>
FA15	7	0.082 <sup>d</sup>

จากค่าวิเคราะห์ที่ได้ จะเห็นว่า ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ย Filter cake 15% จะให้ค่ารื้อสละของไนโตรเจน สูงที่สุด คือ 0.082 % ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ย Biofer 5% จะให้ค่าวิเคราะห์รื้อสละของไนโตรเจนต่ำสุด คือ 0.020% (ไม่เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย) ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยมาก ก็จะทำให้ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินมากด้วย

### 3.5 ปริมาณเฉลี่ยรื้อสละของฟอสฟอรัสในดินหลังปลูก

โดยปกติธาตุฟอสฟอรัสในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชในช่วง pH ประมาณ 6-7 ส่วน pH ที่สูงหรือต่ำกว่านี้ ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะลดน้อยลง เนื่องจากอาจถูกตรึงจากธาตุอื่น ปุ๋ยที่ใส่ในดินในการทดลอง อาจมีส่วนช่วยลดการตรึงของฟอสฟอรัส ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสสูงขึ้น

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัสในดินหลังปลูก

ตำรับ	ลำดับ	ปริมาณเฉลี่ยร้อยละของฟอสฟอรัส
control	1	0.010 <sup>a</sup>
Bio5	3	0.190 <sup>b</sup>
Bio10	2	0.162 <sup>a,b</sup>
Bio15	4	0.222 <sup>b</sup>
FA5	5	0.603 <sup>c</sup>
FA10	6	1.099 <sup>d</sup>
FA15	7	1.444 <sup>e</sup>

จากค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัสในดิน จะเห็นว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ย Filter cake 15%(FA15) จะให้ค่าปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 1.444 ส่วนตำรับที่ใส่ปุ๋ย Biofer 10%(Bio10) จะให้ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต่ำที่สุดคือ 0.162 (ไม่เทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย)

ใส่ Filter cake อัตราที่สูงขึ้นทำให้แนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก Filter cake นั้นมีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณมาก

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของปุย 2 ชนิด คือปุย Biofer และปุย Filter cake โดยมีอัตราที่แตกต่างกัน 3 อัตรา คือ 5 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์และ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลต่อน้ำหนักสดของผักกาดหอม

เปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักกาดหอม โดยใช้ปุยชนิดเดียวกัน แต่อัตราแตกต่างกัน

ปุย Filter cake - อัตรา 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดหอมสูงสุดคือ 56.85 กรัม/ต้น อัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 55.66 กรัม/ต้น ส่วนอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 43.86 กรัม/ต้น

ปุย Biofer - อัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดหอม สูงที่สุด คือ 51.72 กรัม/ต้น อัตรา 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 48.33 กรัม/ต้น ส่วนอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 38.92 กรัม/ต้น

เปรียบเทียบระหว่างปุย Biofer และ Filter cake

ปุย Filter cake 15 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดหอมสูงที่สุด ส่วนปุย Biofer 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดหอมต่ำที่สุด (ไม่เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุย)

ปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรีย์วัตถุ ที่ได้จากการทดลองในตำรับต่าง ๆ ที่ใส่ปุยอินทรีย์ตำรับที่ใส่ปุยอินทรีย์ในปริมาณมาก ก็จะทำให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรีย์วัตถุมากเช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. ประสิทธิภาพของ Filter cake. "วารสารดินและปุ๋ย" :  
110-111 หน้า.

จงรักษ์ จันทรเจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุริยา สาสนรักกิจ. การใช้วัสดุ  
เหลือใช้จากโรงงานน้ำตาลเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินเปรี้ยวจัด. "วารสารดินและปุ๋ย2"  
:119-132 หน้า.

ทองขาว แก้วศิริ. การใช้ปุ๋ยหมักให้ได้ผล. "อาชีพชาวเกษตร" : 25-32 หน้า.

นิภา นานันทน์กุล. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่อคุณสมบัติทางดิน  
และการเจริญเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.

พยอม วราเอกศิริ.2515. วิชาสวนผัก. แผนกสวนผัก, คณะวิชาพืชกรรม, โรงเรียน  
เกษตรกรรมพิษณุโลก : 90 หน้า.

ชงยกุล โสภสฎา.2527. ความเสื่อมโทรมของอินทรีย์วัตถุในดินและการบำรุงดิน.

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด :148-158 หน้า

วัลลีย์ ัญญารินทร์.2533. การใช้วัสดุเหลือใช้อินทรีย์เป็นปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัส  
สำหรับข้าวในดินนาชุดดินโมโรมส์และชุดดินร้อฮ์เอ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหา-  
วิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมภพ มานะรังสรรค์. วิเคราะห์นโยบายปุ๋ยของรัฐบาลไทย. บริษัทศูนย์หนังสือหัวหมาก  
จำกัด.

สวนผัก. ดินและธาตุอาหารพืช. กลุ่มหนังสือเกษตร :25-44 หน้า.

สุดใจ สุดชวส.2533. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยพืชไร่ในดินเปรี้ยวจัด  
ดินร้งลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2530. การประเมินประสิทธิภาพของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางอย่าง  
ในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2522. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดเพื่อ  
การปรับปรุงดินปลูกพืชในกระถางและใช้เป็นปุ๋ย. วิทยานิพนธ์เพื่อความสามารถแห่ง  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตร  
ศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Anderson, 1959. Sewage sludge for soil improvement. Washington D.C.  
: U.S. Government printing office.

Bane, A.C. 1954. Agriculture of the sugar-cane. London : Leonard  
Hill Limited.

Cheng, D.C., S.S. Nan, Y.J. Hsia. 1966. Method of improving sandy  
soil. (Abstr. in : Soil and Fertilizer. 30 : 518)

Clark, K.G., V.L. Gaddy. 1955. Composition and Nitrification of some  
sewage and industrial sludge. (Abstr. in Soil and Fertilizer,  
19:92)

Honig, P. 1953. Principle of sugar technology II. Properties of sugar  
and non sugar the purification of juice. Amsterdam, London,  
New York : Elsevier Publishing Company.

Martin, J.P. .1942. The effect of Compost and compost materials  
upon the aggregation of the silt and clay particles of  
Collington sandy loam. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7:218-220.

Mauric ,p.J.1969. By-products of the cane sugar industry.New York

:Elsevier Publishing Company.

Stevenson,F.J. 1982. Humus Chemistry A. Willey-Interscience

publication John Willey and sons :443 p.

Whitehrad,D.C. 1963. Some aspests of influence of organic

matter on soil Fertilizer.Soil and Fertilizers 76: 217-223 p.

Yamaguchi Mas.1983. World Vegetable. Dept of Vegetable crop.

ภ า ค ๑๖

ตารางภาคผนวก

ตารางที่ 12 แสดงน้ำหนักสด (กรัม/ตัน) ของผักกาดหอมที่ระยะเก็บเกี่ยว

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	5.24	5.50	11.72	15.33	9.45
Biofer 5%	32.77	34.11	53.45	35.33	38.92
10%	40.30	63.72	49.75	53.12	51.72
15%	35.55	55.96	41.27	60.52	48.33
Filter cake 5%	48.31	39.04	46.27	41.80	43.86
10%	64.62	50.27	40.74	67.02	55.66
15%	49.66	74.39	57.35	46.00	56.85

ตารางที่ 13 Analysis of Variance แสดงน้ำหนักสดของผักกาดหอมที่ระยะเก็บเกี่ยว

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	193.96	64.65	<1
TREATMENT	6	6391.00	1065.17	10.3**
EX. ERROR	18	1855.70	103.10	
TOTAL	27	8440.66		

cv = 23.3%

\*\* significant at 1% level

ตารางที่ 14 แสดงน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตัน) ของผักกาดหอม

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.26	0.37	0.75	1.11	0.62
Biofer 5%	2.82	2.45	3.75	2.67	2.92
10%	2.61	4.89	3.83	3.84	3.79
15%	2.82	3.8	3.08	4.23	3.35
Filter cake 5%	3.83	2.99	3.61	3.02	3.36
10%	5.67	3.84	3.15	4.83	4.37
15%	3.93	5.34	4.43	3.55	4.31

ตารางที่ 15 Analysis of Variance แสดงน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.42	0.14	<1
TREATMENT	6	38.86	6.48	9.86**
EX. ERROR	18	11.82	0.66	
TOTAL	27	51.10		

cv = 25.0%

\*\* = significant at 1% level

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม (%)

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	3.70	3.63	3.36	3.21	3.47
Biofer 5%	3.25	4.12	4.75	4.26	4.09
10%	5.43	4.54	5.41	5.30	5.17
15%	5.95	5.63	5.11	5.00	5.42
Filter cake 5%	3.11	3.88	3.56	4.04	3.65
10%	3.86	4.43	5.11	4.23	4.41
15%	4.28	5.07	3.92	5.15	4.61

ตารางที่ 17 Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน  
ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.29	0.10	<1
TREATMENT	6	12.78	2.13	8.36**
EX. ERROR	18	4.59	0.25	
TOTAL	27	17.66		

cv = 11.5%

\*\* = significant at 1% level

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.57	0.37	0.33	0.38	0.41
Biofer 5%	0.31	0.35	0.33	0.32	0.33
10%	0.35	0.26	0.28	0.32	0.30
15%	0.31	0.27	0.25	0.27	0.28
Filter cake 5%	0.38	0.39	0.36	0.55	0.42
10%	0.26	0.35	0.37	0.40	0.35
15%	0.32	0.41	0.36	0.40	0.37

ตารางที่ 19 Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส  
ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.01	0.003	<1
TREATMENT	6	0.07	0.012	2.99*
EX. ERROR	18	0.07	0.004	
TOTAL	27	0.15		

cv = 17.9%

\* = significant at 5% level

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณ N-uptake ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม(กรัม/ต้น)

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.010	0.013	0.025	0.036	0.021
Biofer 5%	0.092	0.101	0.178	0.114	0.121
10%	0.142	0.222	0.207	0.204	0.194
15%	0.136	0.214	0.157	0.212	0.180
Filter cake 5%	0.120	0.116	0.129	0.122	0.122
10%	0.219	0.170	0.161	0.204	0.189
15%	0.168	0.271	0.174	0.183	0.199

ตารางที่ 21 Analysis of Variance แสดงปริมาณ N-uptake  
ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.004	0.001	1.30 <sup>ns</sup>
TREATMENT	6	0.099	0.016	15.95 <sup>**</sup>
EX.ERROR	18	0.019	0.001	
TOTAL	27	0.122		

cv = 22.0%

\*\* = significant at 1% level

ns = not significant

ตารางที่ 22 แสดงปริมาณ P-uptake ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม(กรัม/ต้น)

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.002	0.001	0.003	0.004	0.002
Biofer 5%	0.009	0.009	0.012	0.009	0.010
10%	0.009	0.013	0.011	0.012	0.011
15%	0.007	0.010	0.008	0.011	0.009
Filter cake 5%	0.015	0.012	0.013	0.017	0.014
10%	0.015	0.013	0.012	0.019	0.015
15%	0.013	0.022	0.016	0.014	0.016

ตารางที่ 23 Analysis of Variance แสดงปริมาณ P-uptake  
ในน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.00002	0.00001	1.18 <sup>ns</sup>
TREATMENT	6	0.00052	0.00009	15.20 <sup>**</sup>
EX. ERROR	18	0.00010	0.00001	
TOTAL	27	0.00064		

cv = 21.5%

\*\* = significant at 1% level

ns = not significant

ตารางที่ 24 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินหลังปลูกผักกาดหอม

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	7.93	8.09	7.75	7.86	7.91
Biofer 5%	7.77	8.25	7.57	7.67	7.82
10%	7.67	7.52	7.59	7.49	7.57
15%	7.43	7.45	7.64	7.56	7.52
Filter cake 5%	7.79	8.00	7.50	7.82	7.78
10%	7.21	7.15	6.99	7.28	7.12
15%	7.23	6.84	7.58	6.92	7.14

ตารางที่ 25 Analysis of Variance แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน  
หลังปลูกผักกาดหอม

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.05	0.02	<1
TREATMENT	6	2.28	0.38	8.09**
EX. ERROR	18	0.85	0.05	
TOTAL	27	3.18		

cv = 2.9%

\*\* = significant at 1% level

ตารางที่ 26 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของดินหลังปลูกผักกาดหอม

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	0.20	0.27	0.17	0.19	0.21
Biofer 5%	0.34	0.99	0.44	0.96	0.68
10%	1.36	1.07	1.25	1.38	1.26
15%	1.23	1.21	1.68	0.93	1.26
Filter cake 5%	0.93	0.38	1.07	0.39	0.69
10%	2.20	1.84	2.19	2.07	2.08
15%	2.90	3.15	1.09	3.26	2.60

ตารางที่ 27 Analysis of Variance แสดงค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูก

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.16	0.05	<1
TREATMENT	6	16.90	2.82	12.29**
EX. ERROR	18	4.12	0.23	
TOTAL	27	21.18		

cv = 38.1%

\*\* = significant at 1% level

ตารางที่ 28 แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก (%)

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	2.096	2.051	2.033	1.997	2.04
Biofer 5%	2.411	2.717	3.158	3.266	2.89
10%	4.004	3.482	3.959	3.878	3.83
15%	4.220	4.382	5.327	4.913	4.71
Filter cake 5%	3.373	4.058	3.185	4.112	3.79
10%	6.380	5.993	6.650	6.920	6.49
15%	8.707	8.738	9.582	8.972	9.00

ตารางที่ 29 Analysis of Variance แสดงปริมาณอินทรีย์ในดินหลังปลูก

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.87	0.29	2.54 <sup>ns</sup>
TREATMENT	6	134.40	22.40	196.34 <sup>**</sup>
EX.ERROR	18	2.05	0.11	
TOTAL	27	137.32		

cv = 7.2%

\*\* = significant at 1% level

ns = not significant

ตารางที่ 30 แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก

คำรบ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.011	0.009	0.019	0.019	0.014
Biofer 5%	0.020	0.018	0.017	0.026	0.020
10%	0.032	0.031	0.050	0.040	0.038
15%	0.033	0.047	0.043	0.037	0.040
Filter cake 5%	0.034	0.035	0.027	0.027	0.031
10%	0.062	0.040	0.046	0.022	0.043
15%	0.084	0.081	0.076	0.086	0.082

ตารางที่ 31 Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน  
ในดินหลังปลูก

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.000048	0.000016	<1
TREATMENT	6	0.011435	0.001906	25.11**
EX.ERROR	18	0.001366	0.000076	
TOTAL	27	0.012850		

cv = 22.8%

\*\* = significant at 1% level

ตารางที่ 32 แสดงปริมาณร้อยละฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก

ตำรับ	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	I	II	III	IV	
ไม่ใส่ปุ๋ย(control)	0.007	0.007	0.006	0.021	0.010
Biofer 5%	0.058	0.058	0.580	0.064	0.190
10%	0.146	0.182	0.164	0.158	0.162
15%	0.212	0.212	0.224	0.242	0.222
Filter cake 5%	0.641	0.561	0.583	0.628	0.603
10%	1.122	1.025	1.085	1.166	1.099
15%	1.481	1.414	1.406	1.474	1.444

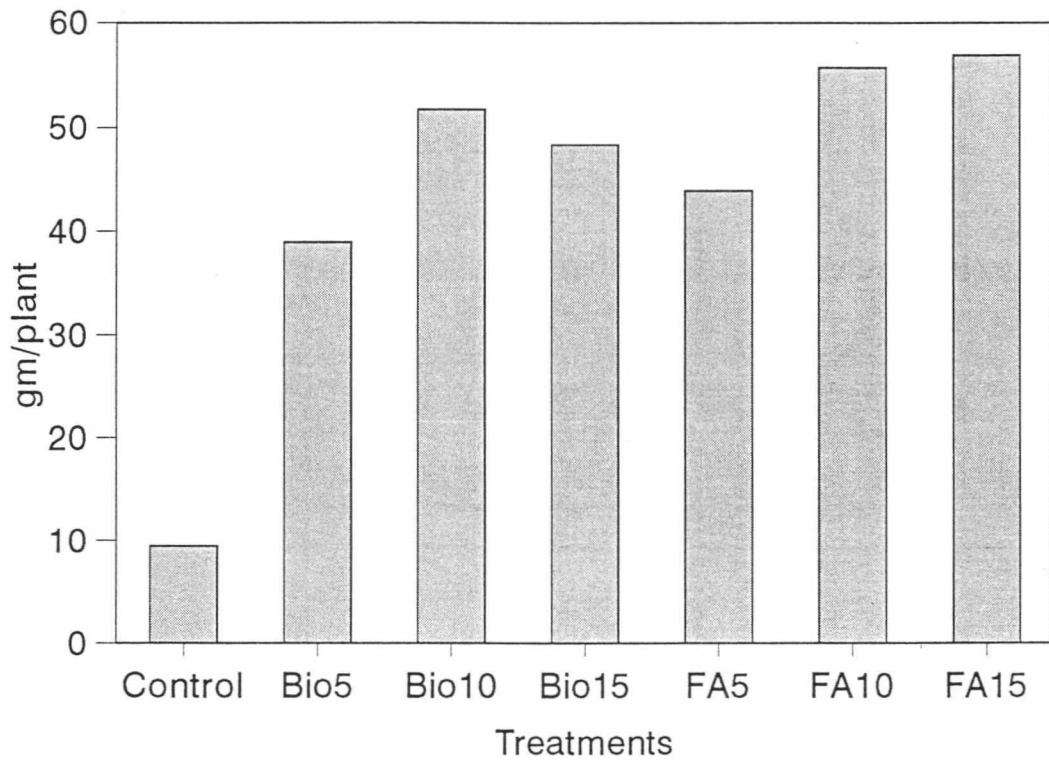
ตารางที่ 33 Analysis of Variance แสดงปริมาณร้อยละฟอสฟอรัส  
ในดินหลังปลูก

SOURCE	DF	SS	MS	F
BLOCK	3	0.026	0.009	<1
TREATMENT	6	7.120	1.187	107.76**
EX. ERROR	18	0.198	0.011	
TOTAL	27	7.343		

cv = 19.7%

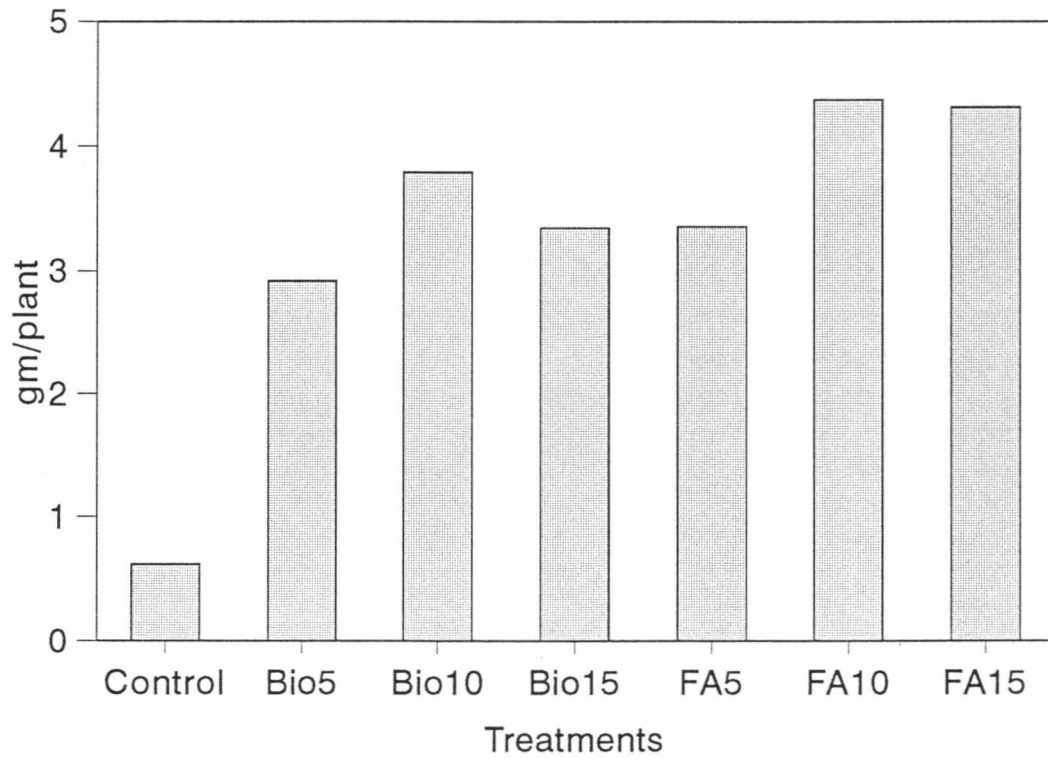
\*\* = significant at 1% level

# Fresh wt.



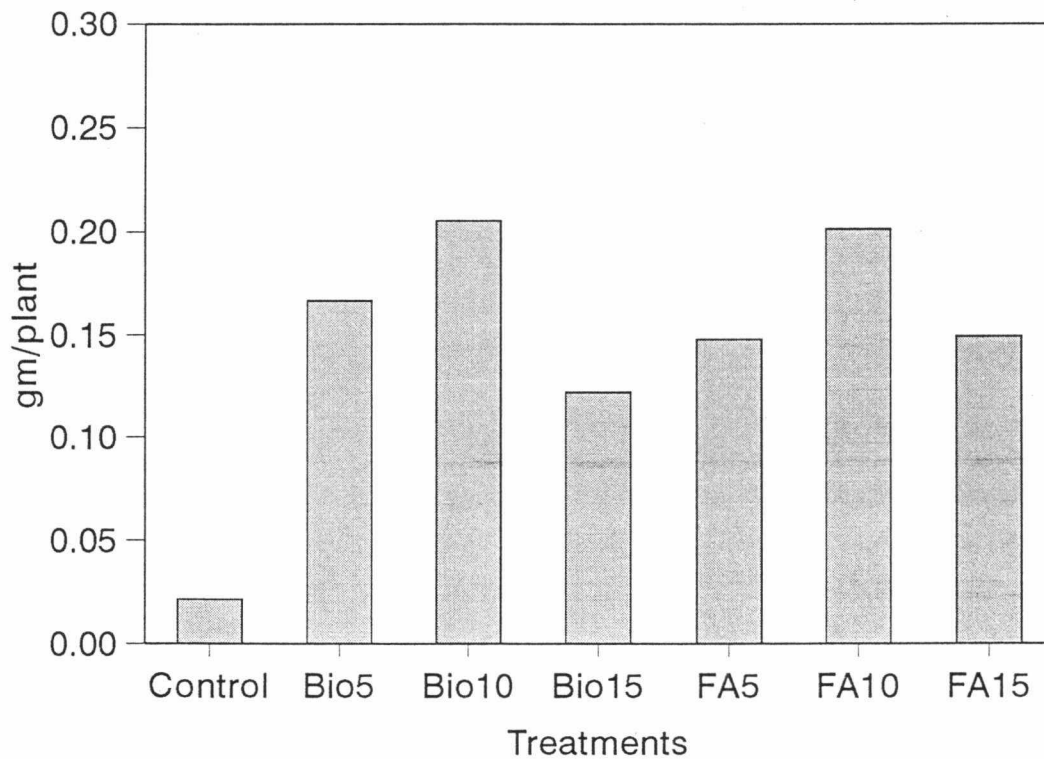
ภาพที่ 1 กราฟแสดงน้ำหนักสดของพืช (กรัม/ต้น)

# Dry wt.



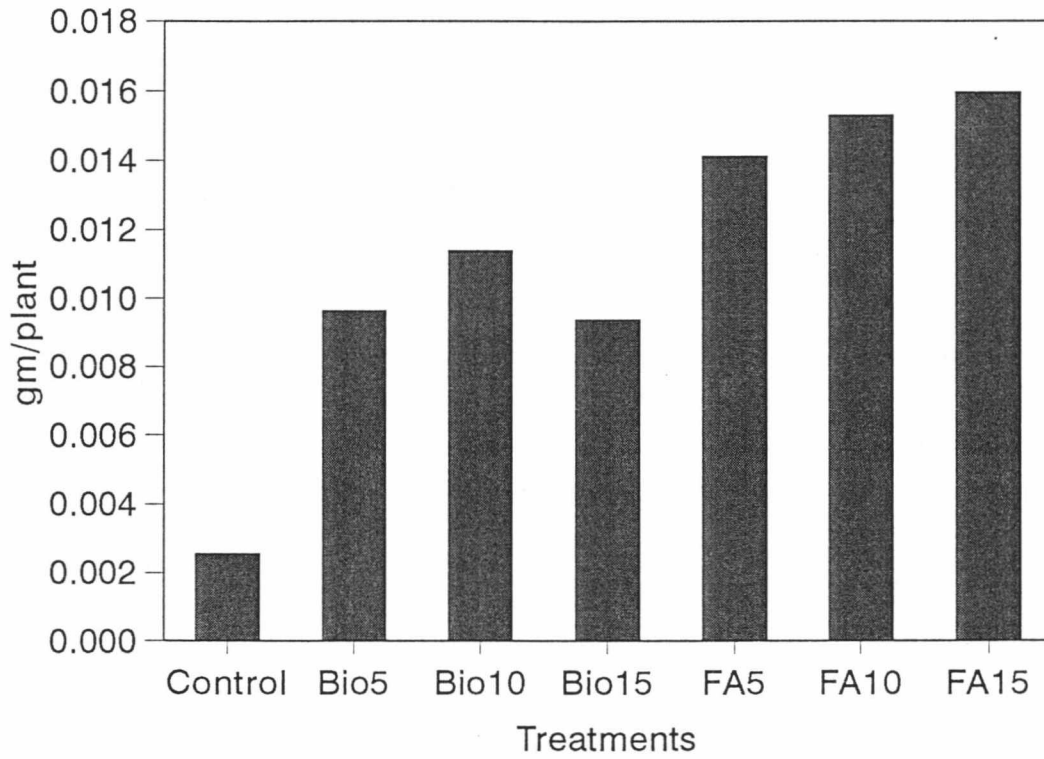
ภาพที่ 2 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งของพืช (กรัม/ต้น)

# Uptake N



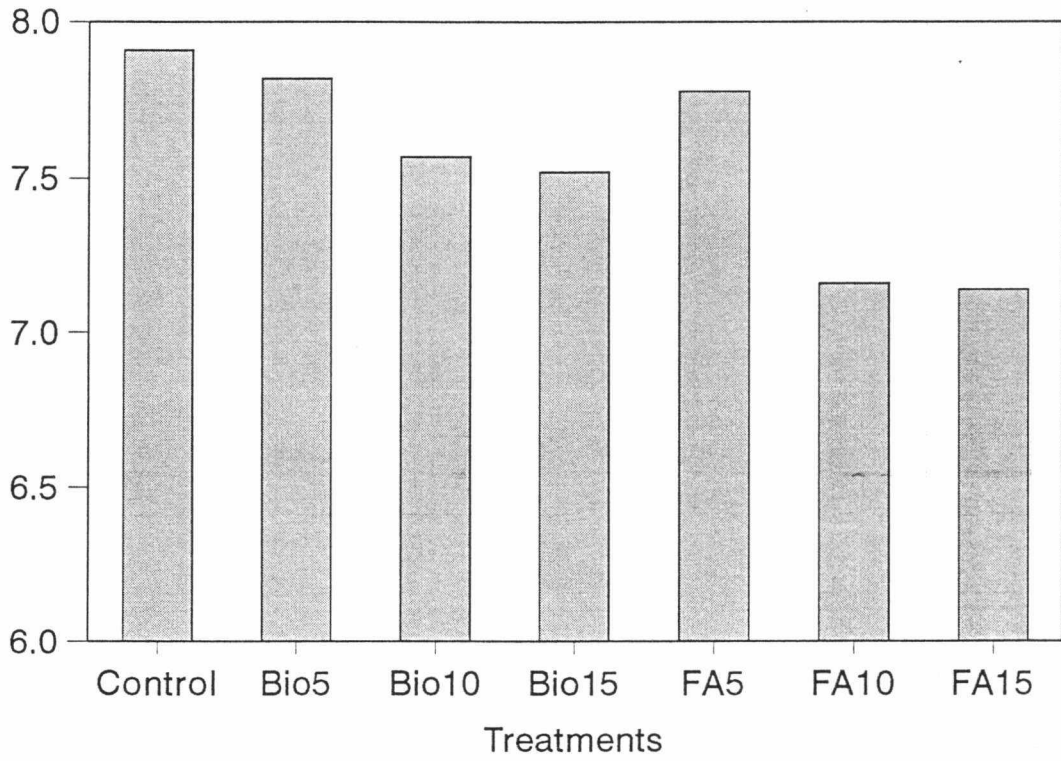
ภาพที่ 3 กราฟแสดง N-uptake (กรัม/ต้น)

# Uptake P



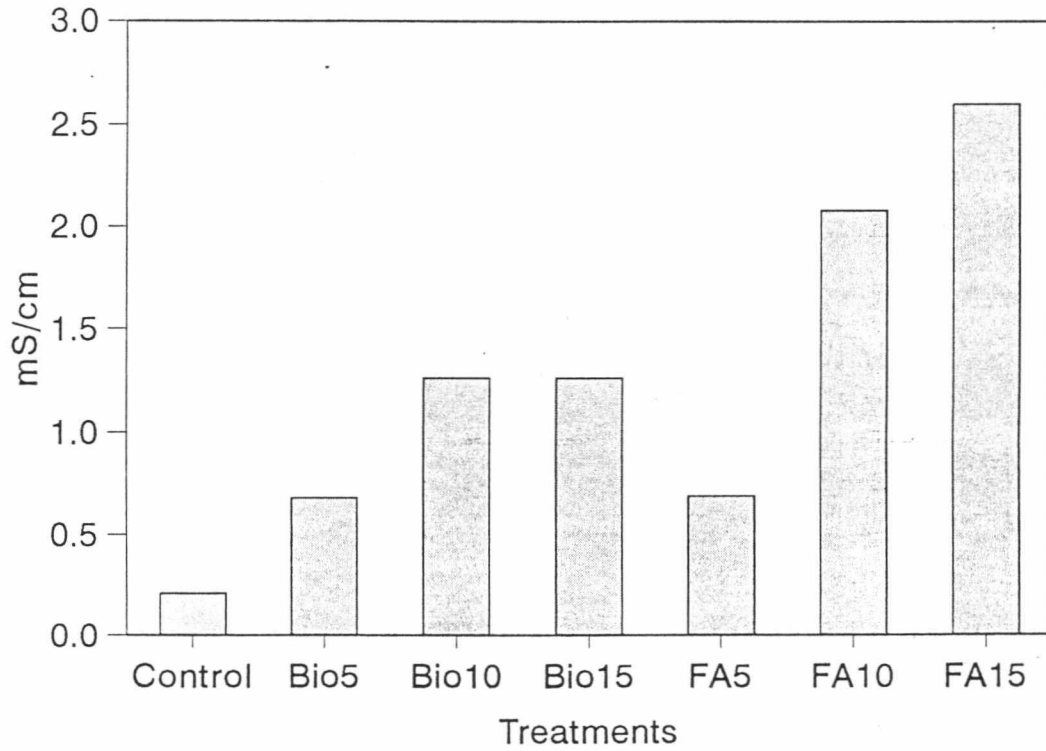
ภาพที่ 4 กราฟแสดง P-uptake (กรัม/ต้น)

# pH



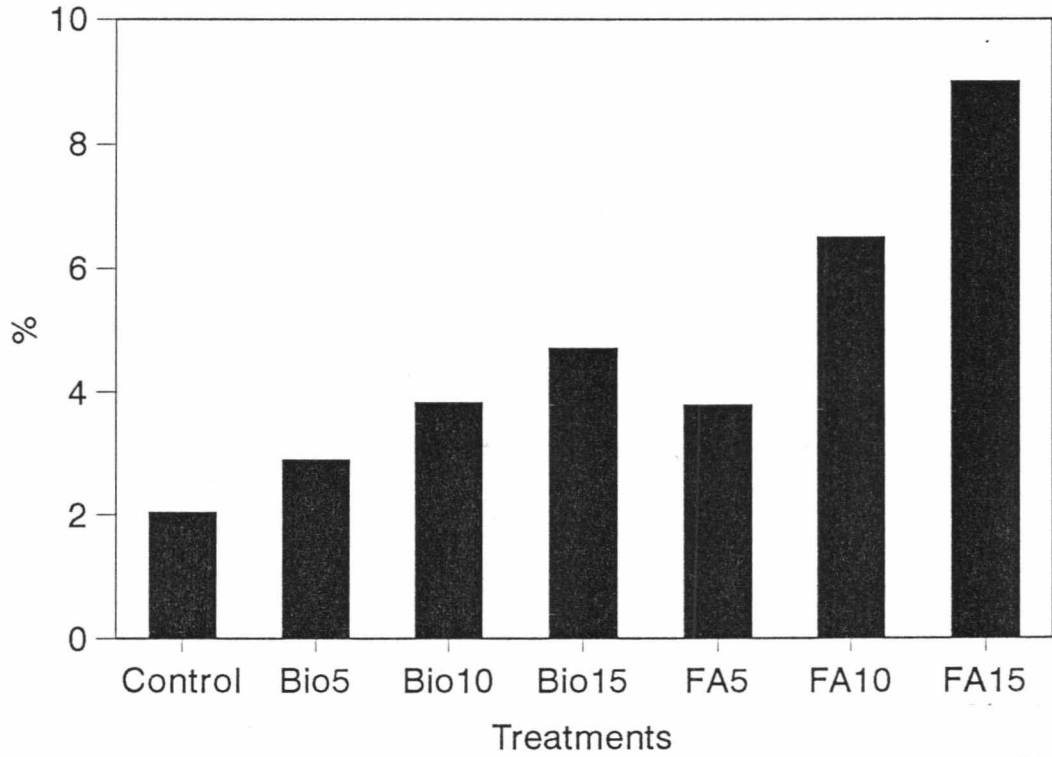
ภาพที่ 5 กราฟแสดงความเป็นกรด-ด่าง ในดินหลังปลูก

# EC in soil



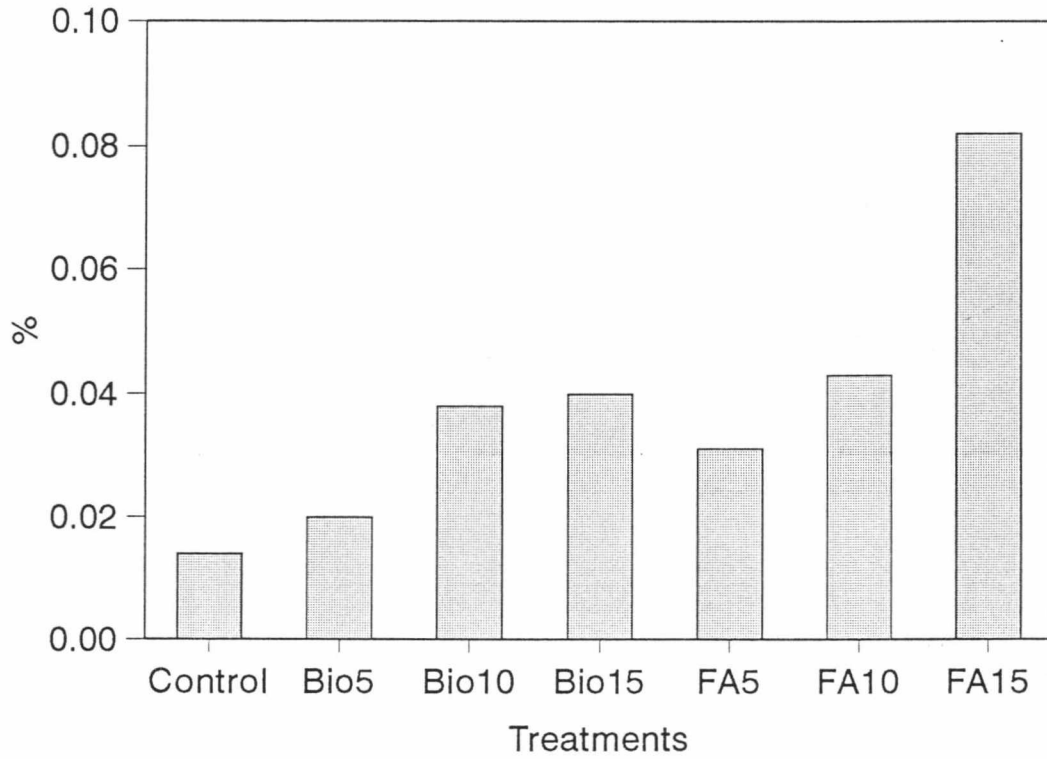
ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าการนำไฟฟ้า ในดินหลังปลูก

# % OM in soil



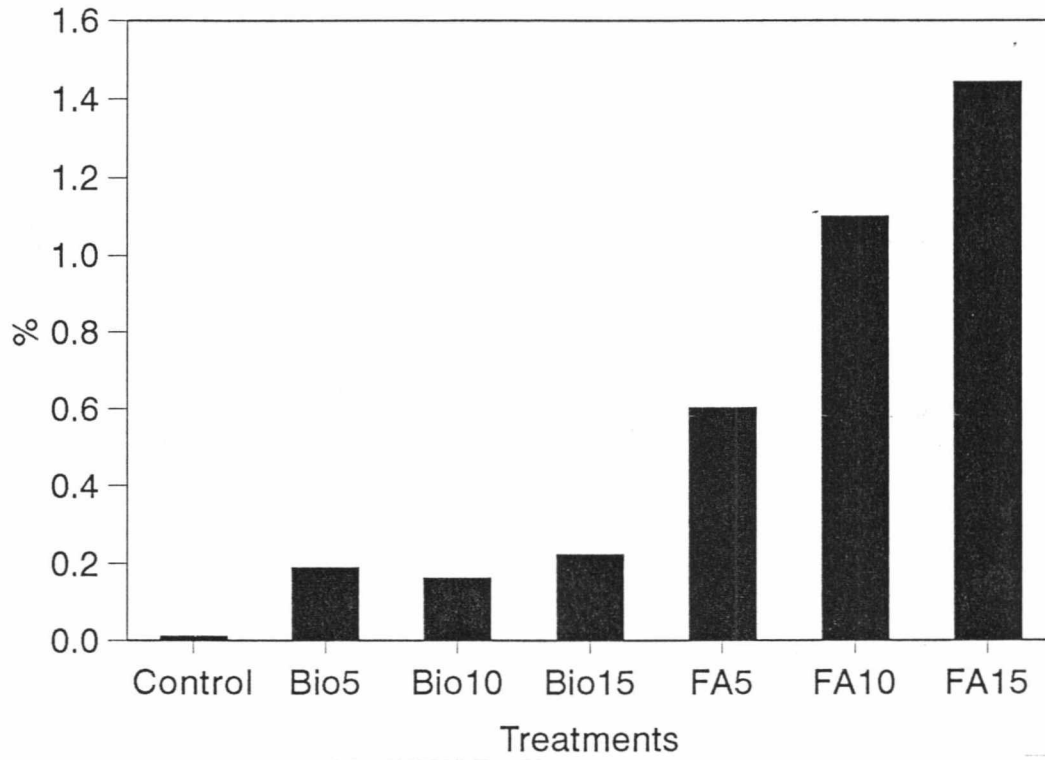
ภาพที่ 7 กราฟแสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในดินหลังปลูก

# % N in soil

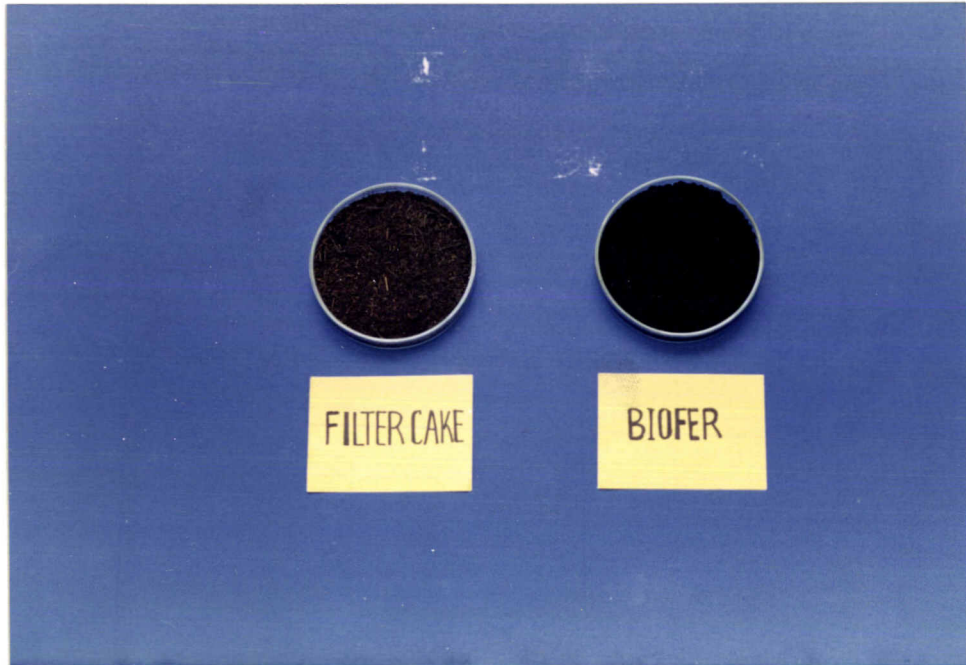


ภาพที่ 8 กราฟแสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ในดินหลังปลูก

# % P in soil



ภาพที่ 9 กราฟแสดงปริมาณร้อยละของฟอสฟอรัส ในดินหลังปลูก



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะของปุ๋ย Biofer และปุ๋ยFilter cake +Ami Ami





ภาพที่ 11 แสดงอิทธิพลของปุ๋ย Biofer เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (control)



ภาพที่ 12 แสดงอิทธิพลของปุ๋ย Filter cake+Ami Ami เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย  
(control)