

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา



T099872

เรื่อง

อิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการย่อยสลายของแกลบ

Influence of Nitrogen Sources and Some Accelerators on
Composting of Chaff

โดย

นางสาวกรองจิตต์ ช้างแก้ว

พรรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

(อาจารย์พรรัตน์ พิมพ์ศิริกุล) อาจารย์ที่ปรึกษา

ร.พ.
ก 184 อ
2537

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 99872

วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชารับรองแล้ว

สุมิตรา ภู่วโรดม

(ศศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

๗๖ ค.พ. ๘๖๔

วันที่ ... 19 ... เดือน ... 12 ... พ.ศ. ... 38

ร.พ.
ก 1870
2537

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญตารางภาคผนวก	(ข)
สารบัญภาพ	(ง)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	12
วิธีการทดลอง	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(%C) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	16
2. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	16
3. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	16
4. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%O.M) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	21
5. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	21
6. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอุณหภูมิของแกลบ หลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	21
7. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	26
8. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%P) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	26
9. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (%K) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	26
10. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%Ca) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	27
11. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%Mg) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	27

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. ค่าวิเคราะห์ของแกลบ, As-cake และ Ami Ami L	33
2. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(%C) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	34
3. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	34
4. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอน ต่อ ไนโตรเจน(C/N) ของแกลบหลังจากการ หมัก 18 สัปดาห์	35
5. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ(%O.M) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	35
6. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	36
7. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าอุณหภูมิของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	36
8. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	37
9. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%P) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	37
10. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (%K) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	38
11. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%Ca) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	38
12. ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%Mg) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์	39
13. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์ คาร์บอน (%C) ของแกลบ	40
14. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบ	41

ต่อ		
ตารางภาคผนวกที่		หน้า
15.	ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของแกลบ	42
16.	ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์ (%OM) ของแกลบ	43
17.	ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแกลบ	44
18.	ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิของแกลบ	45
19.	ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของแกลบ	46

สารบัญญากาศ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C) ของแกลบ	17
2. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบ	18
3. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของแกลบ	19
4. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%O.M) ของแกลบ	22
5. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแกลบ	23
6. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิ (T) ของแกลบ	24
7. แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแกลบ	28

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการย่อยสลายของแกลบ โดยวางแผนการทดลองแบบ 4*4 factorial in CRD ซึ่งประกอบด้วยแหล่ง N (ไม้ใส่ ,Ami Ami L, As-cake และ Urea) และหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก (ไม้ใส่ ,พ.ค1, B-2, และอินทรีย์ชีวภาพ) โดยนำไปหมักในถังพลาสติกขนาด 40 ลิตร เมื่อผ่านการหมัก 18 สัปดาห์พบว่า แหล่งไนโตรเจนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความชื้น, เปอร์เซ็นต์คาร์บอน(%C) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N) , เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน(%N) , เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%O.M) , เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส(%P) , เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม(%K) , เปอร์เซ็นต์แคลเซียม(%Ca) , และเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม(%Mg) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติยกเว้นอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแกลบคือ As-cake รองลงมาคือ Ami Ami L และ Urea ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลของหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักแต่ละชนิดพบว่า ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ

คำนิยม

ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าจะไม่สามารถดำเนินการ และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถ้าไม่มีท่านเหล่านี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาคือ อาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ที่ได้จัดหาอุปกรณ์ในการดำเนินการทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำ และช่วยแก้ปัญหาที่ประสบในระหว่างดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ผศ.ดร. อธิวิสุนทร นันทกิจ ที่ได้ช่วยจัดหาวัสดุอินทรีย์ ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ บริษัทอายิโนะโมะไต้ะ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อวัสดุอินทรีย์ เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณ นุจรี บุญแปลง ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ คุณสำราญ ช้างน้อย และเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่ๆ ทุกคนที่ได้ให้กำลังใจในการศึกษา มาโดยตลอด

กรองจิตต์ ช้างแก้ว

มีนาคม 2538

คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไป เช่น ฟางข้าว ใบพืช ลำต้นพืช เปลือก และกาก เป็นต้น วัสดุเหลือทิ้ง ดังกล่าว เกษตรกรมักจะนำออกมาจากรั้วนา หรือกำจัดโดยการเผาทิ้ง ซึ่งเป็นการทำลายธาตุอาหารที่พืชดูดจากดิน เป็นเหตุให้ธาตุอาหารของพืชในดินลดน้อยลงสิ่งที่จะทดแทนธาตุอาหารพืชเหล่านี้ก็โดยการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งในสภาพทางเศรษฐกิจปัจจุบัน ปรากฏว่าราคาปุ๋ยเคมีเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้ปุ๋ยเคมีถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบสนองที่รวดเร็วและเห็นผลได้ชัดเจน แต่การใช้ปุ๋ยเคมีต่อเนื่องกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินเสียไป กล่าวคือ มีผลทำให้ดินแน่นตัวและมีความเป็นกรดสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงหันมาสนใจวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางนำสิ่งเหลือทิ้งต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก แต่เกษตรกรไม่ค่อยนิยมทำกันเนื่องจากต้องใช้เวลานานในการหมักปุ๋ย โดยปกติใช้เวลาประมาณ 150-240 วัน ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์หรือสารเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งเตรียมจากภายนอกมาใส่ในกองปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่ต้องการภายในเวลาที่สั้นลง แต่ถ้าเป็นเศษพืชที่สลายด้วยยากเช่น แกลบซึ่งจะมีแร่ธาตุอาหารบางชนิดอยู่น้อยไม่เพียงพอความต้องการของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน ดังนั้นถ้าต้องการให้เศษพืชประเภทนี้สลายตัวได้เร็วขึ้นต้องเพิ่มแหล่งไนโตรเจนลงไป ซึ่งจะใช้ในการสร้างเซลล์โปรโตพลาสของจุลินทรีย์

ในช่วงปัจจุบันการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมทางด้านเกษตร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระดับที่เหมาะสมและมีเสถียรภาพเป็นการเพิ่มรายได้และกระจายรายได้ของเกษตรกร ผลจากการที่มีการเพิ่มจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้เกิดผลพลอยได้จากขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น Ami Ami L , As - cacke ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากขบวนการผลิตผงชูรส

จากการสำรวจปริมาณวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้พบว่าประสิทธิภาพของการนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่สามารถดำเนินการจัดการได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากปริมาณวัสดุเหลือทิ้งเกิดขึ้นในระดับค่อนข้างสูงในพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นแนวทางการจัดการผลผลิตที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้ได้ประโยชน์ครบวงจร นอกเหนือไปจากด้านอื่นแล้ว การนำวัสดุเหลือทิ้งไปใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะเป็นแนวทางอีกวิธีการหนึ่ง ต่อการลดปัญหาสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการย่อยสลายของแกลบ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของแกลบหลังผ่านกระบวนการหมัก

ตรวจเอกสาร

1. ปุ๋ย

1.1 ปุ๋ย หมายถึงสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่ใส่ลงไปดินเพื่อให้ธาตุอาหารแก่พืช เพื่อให้พืชได้มีธาตุอาหารในรูปและปริมาณที่เพียงพอแก่ความต้องการและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่เกิดอันตราย

1.2 ประเภทของปุ๋ย ตามแหล่งที่มา มี 2 ประเภทใหญ่ๆคือ 1.ปุ๋ยอนินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่มีต้นกำเนิดมาจากสิ่งไม่มีชีวิตหรือแร่ธาตุต่างๆ เป็นสารประกอบทางเคมี อาจหาได้จากธรรมชาติหรือผลิตได้จากโรงงาน 2. ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์วัตถุซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่นๆ ปุ๋ยอินทรีย์ที่เรารู้จักแพร่หลายได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก

1.3 ปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมสมบัติด้านต่างๆของดินดังนี้คือ

1. บทบาทต่อสมบัติทางกายภาพของดิน คือต่อสีของดิน โดยทำให้ดินมีสีน้ำตาลหรือสีดำ ต่อโครงสร้างของดินโดยช่วยทำให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อนที่ดี ทำให้ดินร่วนซุยมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศที่ดี และทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูง

2. บทบาทต่อสมบัติทางเคมีของดิน อินทรีย์วัตถุมีบทบาทในการควบคุมสมบัติทางเคมีของดินหลายอย่างดังนี้

- ดูดซับและลดการสูญเสียไอออนบวก อินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวก ได้สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอิวมัส โดยมี CEC สูงมากสูงกว่าสารคอลลอยด์ชนิดอื่น 10-100 เท่า ดังนั้นดินที่มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณมากจะมีการสูญเสียธาตุอาหารพืชที่เป็นไอออนบวกน้อย

- ควบคุมความจุฟเฟอร์ (buffering capacity) ของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวก ได้สูงดังกล่าวแล้ว จึงทำให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดี

- เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชในดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบหรือผสมอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกธาตุ N,P,S ธาตุเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ต่อเมื่อบุญดินเปลี่ยนแปลงสภาพให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์เสียก่อน ซึ่งขบวนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์โดยจุลินทรีย์นั้นเรียกว่าขบวนการ mineralization ธาตุอาหารที่ได้จากขบวนการนี้จะอยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ง่าย เช่น NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} และ HPO_4^{2-}

- ควบคุมความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชอินทรีย์วัตถุ นอกจากจะมีธาตุอาหารพืชบางชนิดเป็นองค์ประกอบและเป็นประโยชน์ต่อพืชแล้วยังช่วยควบคุมความเป็นประโยชน์ได้ของ

ธาตุอาหารพืชบางชนิดในดินอีกด้วย ที่สำคัญได้แก่ ลดการตรึงฟอสฟอรัส (P-fixzation) และการเกิด chelation

1. ลดการตรึงฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูป $H_2PO_4^-$ นั้นมักจะทำ ปฏิกิริยากับ Ca หรือ Fe ในดินกลายเป็น $Ca_3 (PO_4)_2$ หรือ $FePO_4$ ซึ่งเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำและพืชใช้ประโยชน์ไม่ได้การเปลี่ยนรูปของฟอสฟอรัสจากรูปที่ใช้ประโยชน์ได้มาเป็นรูปที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้เรียกว่าการตรึงฟอสฟอรัส แต่ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุอยู่มากการตรึงของฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นน้อยเพราะว่า Ca และ Fe จะถูกอินทรีย์วัตถุดูดซับไว้ ทำให้มีโอกาสทำปฏิกิริยากับ P ได้น้อยลง ดังนั้น P จึงเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น

2. เกิด chelation อินทรีย์วัตถุในดินสามารถทำปฏิกิริยา chelation กับ Fe^{2+} และไอออนบวก ตัวอื่นๆ ได้สำหรับเหล็กที่อยู่ในดินนั้นที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในรูป Fe^{2+} ซึ่งเป็นรูปที่สามารถทำปฏิกิริยาโดยขบวนการออกซิเดชันเป็น Fe^{3+} ได้ง่าย Fe^{3+} ที่เกิดขึ้นเป็นรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ ดังนั้นจากการที่อินทรีย์วัตถุสามารถทำปฏิกิริยา chelation กับ Fe^{2+} ได้ก็จะทำให้ Fe^{2+} นั้นไม่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายโดยจะคงสภาพเป็น Fe^{2+} ได้นานขึ้น และ Fe^{2+} chelate นี้จะละลายน้ำได้ดีจึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

3. บทบาทต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นอาหารของจุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะพวก heterotrophic ดังนั้นดินที่มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่สูงจึงมีปริมาณของจุลินทรีย์ดินตลอดจนกิจกรรมของจุลินทรีย์เกิดขึ้นมากด้วย

อิทธิสุนทร (2522) ได้รายงานไว้ว่า อินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปดินจะมีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ผลโดยตรงอันแรกจะลดความหนาแน่นรวมของดิน หรือเพิ่มความพรุนทั้งหมดของดิน นอกจากนี้กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะก่อให้เกิดสารเชื่อม (Cementing agent) ซึ่งจะทำให้อนุภาคของดินเกาะตัวเป็นเม็ดดิน (Aggregate) รวมทั้งมีการพองตัว (Swelling) และการหดตัว (Shrinkage) เมื่อเปียกและแห้งซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินต่างๆอีกมาก (สมศักดิ์, 2528)

สจตุคี (2527) กล่าวไว้ว่า อินทรีย์สารจากการย่อยสลายของซากพืช สัตว์ เป็นแหล่งสะสมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและซัลเฟอร์ สำหรับพืชในเขตร้อนมีการสลายตัวของดินสูงจะมีแร่ธาตุที่มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC; cation exchange capacity) ต่ำเป็นจำนวนมากในอนุภาคดินเหนียว ด้วยเหตุนี้การที่จะรักษาอินทรีย์วัตถุไว้ได้จำเป็นต้องรักษาระดับ CEC เอาไว้

สมศักดิ์ (2528) ได้กล่าวถึงสมบัติบางประการของดิน ซึ่งมีที่น่าสนใจอยู่คือเนื้อดิน (Texture) โครงสร้างดิน (Soil Texture) ความหนาแน่นและความพรุนของดิน (Density and porosity of soil) ซึ่งอินทรีย์วัตถุก่อให้เกิดก้อนหรือเม็ดดินขึ้น ทั้งยังทำหน้าที่เป็นสารเชื่อม โดยดินมีการยึด

เกาะกันเอง (Cohesion) เกาะยึดกับสารอื่น (Adhesion) มีการพองตัว (Swelling) และการหดตัว (Shrinkage) เมื่อเปียกและแห้ง

นิรันดร์ (2530) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุในดินมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบผสมอยู่ จะถูกปลดปล่อยมาสะสมในดินหลังจากอินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวโดยกิจกรรมจุลินทรีย์ ธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกที่ถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุจะมีการแลกเปลี่ยนหรือแทนที่โดยประจุบวกด้วยกันเอง

แสวง (2532) ได้กล่าวว่า เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปดินจะช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี โดยการปรับปรุงสภาพทางเคมีของดินเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่ง Willett และ Intrawech (1988) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุที่ยังไม่ย่อยสลายเมื่อใส่ลงไปในดิน จะช่วยรักษาการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดิน (pH) ซึ่ง อินทรีย์วัตถุและเหล็กจะช่วยต่อต้านการเปลี่ยนแปลง pH มีผลทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชในดินอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและนอกเหนือจากนี้การใส่อินทรีย์วัตถุช่วย โดยเฉพาะแบบคลุมดิน(mulching)ช่วยลดอุณหภูมิของดิน ลดการอัดตัวของดิน และยังช่วยเพิ่ม P และ K ที่เป็นประโยชน์ด้วย (Wade และ Sanchez, 1983)

Cook (1970) รายงานว่า เมื่อใส่อินทรีย์วัตถุลงในดิน อาจจะเป็นรูปของผลพลอยได้ใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม หรือเศษเหลือของพืชและสัตว์จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม คืออินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งคาร์บอนและธาตุอาหารของจุลินทรีย์ดินและจุลินทรีย์ดินจะปลดปล่อยสารที่ไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืช ซึ่ง Magalhães และคณะ (1971) รายงานว่าการใส่อินทรีย์วัตถุจะส่งเสริมให้การแพร่กระจายและการเจริญเติบโตของรากแก้วดีขึ้น และมีผลให้การเจริญเติบโตของต้นและใบดีขึ้นแต่ผลผลิตไม่เพิ่มขึ้น

Asghar และ Kanehiro (1977) ได้รายงานว่าถ้าวัสดุอินทรีย์มีค่า C/N สูงมากจะทำให้การเสื่อมสลายซึ่งเป็นกระบวนการทางจุลชีววิทยาเป็นไปได้ช้า และจุลินทรีย์ต้องใช้ ไนโตรเจน จากดินบางส่วนมาเพื่อการนี้ ทำให้พืชที่ปลูกเกิดขาดไนโตรเจนขึ้นได้

2. ปุ๋ยหมัก

2.1 ปุ๋ยหมัก คือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิดในการย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเศษพืชหรือเศษวัสดุเหลือทิ้งต่างๆจนกระทั่งได้สารอินทรีย์วัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น สีน้ำตาลปนดำ มีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อ

ไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงและบำรุงดิน

Cook (1980) ได้รายงานว่าปุ๋ยที่ได้จากเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงฆ่าสัตว์ โรงสกัดน้ำมันพืช โรงถลุงเหล็ก และรวมถึงมูลสัตว์หรือซากสัตว์ที่ทับถมอยู่โดยธรรมชาติ เช่น มูลนกทะเล มูลค้างคาว สิ่งเหลือเหล่านี้นำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดิน ให้ธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด

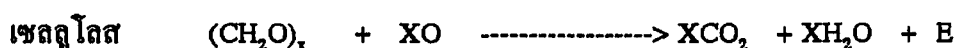
2.2 การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ตัวเร่ง หมายถึงการใช้เชื้อจุลินทรีย์หรือสารเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งเตรียมจากภายนอกมาใส่ในกองปุ๋ยหมัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยที่ต้องการภายในเวลาที่สั้นลง โดยปกติการย่อยสลายของซากพืชในกองปุ๋ยหมัก เป็นการกระทำของจุลินทรีย์ชนิดหลายชนิดซึ่งอยู่ในดิน มูลสัตว์ และซากพืช เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน จึงจะได้ปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อมานักวิทยาศาสตร์พยายามค้นหาจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายซากพืชได้ไวกว่าจุลินทรีย์ในธรรมชาติ เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักในระยะเวลาที่สั้นกว่าเดิม ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยเชื้อราและแบคทีเรียซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการย่อยอินทรีย์สารออกมาจำหน่ายมากมาย หลายชนิดซึ่งเรียกรวมๆกันด้วยชื่อสามัญว่า “ตัวเร่ง หรือ เชื้อปุ๋ย”

2.3 หลักของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก

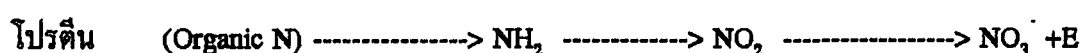
การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นโดยกลุ่มของจุลินทรีย์ต่างๆกัน ซึ่งมีทั้งเชื้อ แบคทีเรีย แอคติโนมัยซิสและโปรโตซัว เชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก็คือ เชื้อจุลินทรีย์พวกที่ย่อยเซลลูโลสและลิกนิน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการย่อยสลายได้รับพลังงานและธาตุคาร์บอนจากการย่อยสลายวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ และจุลินทรีย์จะใช้ธาตุคาร์บอน 10 ส่วน ไนโตรเจน 1 ส่วน สำหรับการสร้างเซลล์โปรโตพลาส

กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายใต้สภาพมีอากาศ ปฏิกริยาสำคัญที่นำเกิดขึ้นภายใต้สภาพการย่อยสลายแบบมีอากาศเป็นดังนี้คือ

น้ำตาล



เฮมิเซลลูโลส



อินทรีย์กำมะถัน S + XO -----> SO₄²⁻

อินทรีย์ฟอสเฟต -----> H₃PO₄ -----> Ca(HPO₄)₂

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทำปุ๋ยหมัก

1. วัตถุดิบ เราอาจแบ่งวัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมักออกเป็น 2 พวก คือ

1.1 วัตถุดิบที่สลายตัวได้ง่าย เช่น ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบตอง เศษหญ้าสด เศษพืชขอม น้ำ เศษผัก กากเมล็ดข้าวฟ่าง พืชตระกูลถั่วต่างๆ เช่น ใบกระถิน ใบจามจุรี ต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วฝักยาว โสน ปอเทือง ฯลฯ

1.2 วัตถุดิบที่สลายตัวอยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ ขานอ้อย จี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ต้นข้าว โปด ช้างข้าวโปด ต้นข้าวฟ่าง

2. อัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน (C/N)

เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้เป็นปุ๋ยหมัก ดังนั้นค่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนของวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักจึงมีอิทธิพลต่อกระบวนการทำปุ๋ยหมักด้วย เชื้อจุลินทรีย์จำเป็นต้องใช้ธาตุคาร์บอนเพื่อการเจริญเติบโตและธาตุไนโตรเจน เพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ ค่า C/N เท่ากับ 30 เป็นค่าที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเป็นปุ๋ยหมักได้ดีที่สุด ถ้าค่า C/N เริ่มต้นของวัตถุดิบกว้างมาก เชื้อจุลินทรีย์จะใช้เวลานานในการย่อยสลายวัตถุดิบให้เป็นปุ๋ยหมักและฮิวมัสที่ได้รับจะน้อย

3. ปริมาณความชื้น

การย่อยสลายแบบใช้อากาศเกิดขึ้นได้ที่ปริมาณความชื้นระหว่าง 30% และ 100% อย่างไรก็ตามความชื้นที่มากเกินไปอาจจะทำให้กระบวนการย่อยสลายช้าลงเนื่องจาก น้ำจะเข้าไปแทนที่อากาศที่อยู่ระหว่างอนุภาคของวัตถุดิบและเปลี่ยนเป็นสภาพไม่มีอากาศ ในทางตรงกันข้ามปริมาณความชื้นต่ำเกินไป คือ ต่ำกว่า 40% (w/w) ทำให้มีน้ำไม่เพียงพอสำหรับปฏิกิริยาซึ่งจะไปยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งหลาย การย่อยสลายจะช้า ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50 - 60 % อย่างไรก็ตามอาจจะมีช่วงอยู่ระหว่าง 40 - 80 % ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมัก

4. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญมากอย่างหนึ่งในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ อุณหภูมิสูงจำเป็นสำหรับการทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคและเมล็ดพันธุ์วัชพืชที่ไม่ต้องการ ปรกติอุณหภูมิจะสูงขึ้นภายใน 2 - 5 วัน หลังจากเริ่มกองปุ๋ย

อุณหภูมิตรงกลางกองปุ๋ยอาจจะขึ้นสูง 55 - 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง จนเท่ากับอุณหภูมิรอบๆ นอกกองปุ๋ย การย่อยสลายจะเร็วที่สุดในช่วงอุณหภูมิสูง

5. ความเป็นกรด - ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกองปุ๋ยเริ่มต้นโดยทั่วไปจะมีค่าเป็นกรดเล็กน้อยคือ ราวๆ 6 ในช่วงเวลาแรกของการกองปุ๋ยค่าความเป็นกรด - ด่าง จะลดต่ำลงอีกประมาณ pH 4.5 -5.0 เนื่องจากเกิดการสร้างและสะสมกรดอินทรีย์โดยเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ย ต่อมาภายหลังเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความเป็นกรด - ด่าง จะสูงขึ้นเป็นด่างอ่อนๆ คือประมาณ 7.5 - 8.5

6. เชื้อจุลินทรีย์

กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศเป็นกระบวนการซึ่งเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดมีบทบาทเกี่ยวข้องร่วมกัน แต่ละชนิดของเชื้อจุลินทรีย์จะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละช่วงเวลา และแต่ละเชื้อจะมีกิจกรรมการย่อยสลายในรูปแบบเฉพาะของตัวเอง

7. การถ่ายเทอากาศของกองปุ๋ยหมัก

การถ่ายเทอากาศที่พอเหมาะจำเป็นสำหรับกองปุ๋ย เป็นการให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ และการถ่ายเทของเสียคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากกองปุ๋ยหมัก การถ่ายเทอากาศที่ไม่ดีหรือมีการถ่ายเทอากาศน้อยจะก่อให้เกิดสภาพไร้อากาศ การย่อยสลายของวัตถุดิบจะขึ้นอย่างช้าๆ และมักมีกลิ่นเหม็น ในทางตรงกันข้าม ถ้าอากาศถ่ายเทมากเกินไปจะทำให้มวลของปุ๋ยหมักลดน้อยลง และบางทีอาจทำให้กองปุ๋ยแห้ง การกลับกองปุ๋ยเป็นวิธีที่ง่ายในการทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศ

2.5 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักที่สลายตัวได้ดีแล้วเป็นวัสดุที่ค่อนข้างทนทานต่อการย่อยสลาย ดังนั้นเมื่อใส่ลงดินปุ๋ยหมักจึงสลายตัวช้า ไม่รวดเร็วเหมือนกับเศษพืชที่ถูกไถกลบลงในดินโดยตรงจึงทำให้ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นระยะเวลาานาคูมประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจจำแนกออกได้ดังนี้

ด้านการเกษตร

กระบวนการทำปุ๋ยหมักเป็นวิธีการแปรเปลี่ยนวัสดุเหลือทิ้งอินทรีย์ทั้งหลายให้กลับมาเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกพืชอีกครั้ง ดินในเขตอบอุ่นมีอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยประมาณ 5 - 10 % ในขณะที่ดินในเขตร้อนมีเพียง 1 % ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ เช่นปุ๋ยหมักให้แก่ดินเกือบทุกที่ถ้าต้องการคงความอุดมสมบูรณ์ของดินในเขตร้อนไว้

ทางกายภาพ

การใส่ปุ๋ยหมักลงดินจะทำให้โครงสร้างและเนื้อดินดีขึ้น ในดินเนื้อละเอียดอัดตัวแน่น เช่น ดินเหนียว ปุ๋ยหมักจะช่วยทำให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้นไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ส่วนในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยทำให้ดินแน่นขึ้น สามารถอุ้มน้ำหรือดูดซับความชื้นไว้ให้พืชได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

ทางเคมี

เนื่องจากปุ๋ยหมักทำมาจากเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นปุ๋ยหมักจึงมีธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชต้องการ การใส่ปุ๋ยหมักลงดินจึงเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารต่างๆ เหล่านี้แก่ดินด้วย โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้คือ ธาตุไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 0.4 - 2.5 % ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณ 0.2 - 2.5 % และโพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ประมาณ 0.5 - 1.8 % ถึงแม้ว่าปุ๋ยหมักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่น้อยกว่าปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยหมักยังมีธาตุอาหารรองอื่นๆ ที่พืชต้องการ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน ทองแดง โมลิบดีนัม ฯลฯ

ทางชีววิทยา

ในกองปุ๋ยหมักมีเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียอยู่ในปริมาณมาก เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงในดินไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มเชื้อ จุลินทรีย์จำนวนมากนับล้านๆ เซลล์ ลงดินเท่านั้นแต่ในดินเองก็มีเชื้อจุลินทรีย์อีกจำนวนมากเช่นกัน เชื้อจุลินทรีย์พวกนี้จะไปเพิ่มกระบวนการเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย กระบวนการเปลี่ยนเป็นไนเตรต และกระบวนการตรึงไนโตรเจนนอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังไปกระตุ้นเชื้อราไมโครไรซาซึ่งอาศัยอยู่แล้วรอบๆ รากพืชให้ช่วยดูดซึมธาตุอาหารเพิ่มขึ้น

2.6 มาตรฐานปุ๋ยหมัก

กรมพัฒนาที่ดิน ได้แนะนำมาตรฐานปุ๋ยหมักไว้ดังนี้ (Thanyadee, 1984)

1. ต้องมี C/N ratio ไม่สูงกว่า 20 : 1
2. Total nitrogen 1 %, P_2O_5 1 % และ K_2O 0.5 % หรือสูงกว่า
3. มีอินทรีย์วัตถุ 30 - 60 %
4. pH อยู่ระหว่าง 6 - 7.5
5. มีความชื้นและสารที่ระเหยได้ไม่เกิน 35 % โดยน้ำหนัก
6. ไม่มีเชื้อโรคที่ร้ายแรง ไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาและมีอุณหภูมิธรรมชาติ

ถนนอมและชัยวุฒิ (2526) ได้รายงานว่าการไถกลบปุ๋ยหมัก เศษเหลือของพืชในฟาร์ม มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินร่วนทราย เช่น โครงสร้างของดิน และการอุ้มน้ำของดิน

Bell (1971) ได้กล่าวว่าการป้อนปุ๋ยหมักเป็นกระบวนการย่อยสลายทางชีววิทยาแบบใช้อากาศ มีช่วงอุณหภูมิสูง โดย Berto และ คณะ (1983) ได้รายงานไว้ว่า ระดับอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มมาจากกระบวนการย่อยสลายเศษวัสดุที่เกิดขึ้นสูงซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้นเกิดจากการระบายอากาศโดยกลับกองปุ๋ยหมัก และช่วยเร่งอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก (Zusuki และคณะ, 1980) และการย่อยสลายวัสดุในกองปุ๋ยหมักโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นช้าลงในกรณีที่มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ และอาจทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศเจริญขึ้นแทนที่ (Poincelot, 1970)

Inglott (1975) ได้กล่าวว่าการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำปุ๋ยหมักเป็นวิธีหนึ่งเพื่อเปลี่ยนวัสดุดังกล่าวให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับปรับปรุงโครงสร้างดินที่เสื่อมโทรมให้เหมาะสมแก่การเพาะปลูก

Gaur (1980) ได้รายงานไว้ว่า การเติมธาตุอาหารประเภทสารเคมีบางชนิดจะช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์

3. เศษซากวัสดุทางการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด

3.1 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

-แกลบ ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากการสีข้าว ปริมาณผลผลิตของข้าวในแต่ละปีมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเพราะฉะนั้นทำให้ปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นตามลำดับ แกลบเป็นเปลือกข้าวมีลักษณะสีน้ำตาลและเบา เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก และมีค่าความร้อนสูง

3.2 วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

-Ami Ami L เป็นผลพลอยได้จากขบวนการผลิตผงชูรส (Monosodium glutamate) โดยผ่านขบวนการหมัก แล้วใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ย่อยสลายเป็นน้ำตาล แยกกากออกปล่อยให้ตกผลึก นำผลึกออกจะได้สารละลายที่เรียกว่า Ami Ami L มีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมที่จำเป็นสำหรับพืช นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนหลายชนิด และวิตามินต่างๆที่จำเป็นสำหรับพืชและจุลินทรีย์ในดิน จึงช่วยให้ดินร่วนซุย ช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ใช้ใส่รองพื้นแทนปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีชนิดอื่น โดยใส่ก่อนหรือระหว่างการเตรียม แล้วไถพรวนเพื่อคลุกเคล้าผสมดินให้เข้ากัน (อายุโนะโมะโตะ(ประเทศไทย), 2530)

-As-cake เป็นผลพลอยได้จากขบวนการ Activated sludge จากโรงงาน อายิโนะโมไต้ะ ซึ่งเป็นขบวนการกำจัดของเสียระบบ Activated sludge ระบบ Activated sludge เป็นระบบที่ประกอบด้วยถังปฏิกริยา ซึ่งเป็นถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตะกอน น้ำทิ้งจะถูกสูบมาเข้าถังเติมอากาศเพื่อทำปฏิกริยากับแบคทีเรีย อัตราการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะถูกเร่งให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มทั้งปริมาณออกซิเจน และปริมาณแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจะทำลาย BOD ในน้ำทิ้ง และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศจะมีมากจนจับกันเป็นตะกอนชั้นใหญ่ ๆ มีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเรียกว่า Activated sludge

Sommer (1977) สำหรับ Activated sludge จากโรงงานอายิโนะโมไต้ะ และโรงงานน้ำอัดลมของบริษัทเสริมสุข มีขบวนการกำจัดตะกอนแตกต่างกันออกไป ซึ่ง pH และปริมาณ Ca ใน As cake จากโรงงานเสริมสุขสูงกว่าใน As cake จากโรงงานอายิโนะโมไต้ะมาก เพราะในขบวนการกำจัดของเสียของบริษัทเสริมสุข มีการเติมปูนขาวลงไปลงในน้ำเสีย เพื่อปรับ pH และช่วยให้มีการตกตะกอนน้ำเสียด้วย มีข้อสังเกตอีกประการหนึ่ง คือ ระบบการกำจัดน้ำเสีย ของบริษัทเสริม

สุขมีถึงอาหารสำหรับจุลินทรีย์ ซึ่งเติม Urea และ Na_3PO_4 ลงไป เพื่อปรับให้ค่า BOD/N/P ในน้ำเสียให้เท่ากับ 100/10/1 ดังนั้น As cake จากโรงงานเสริมสุขจึงมีปริมาณ P สูงกว่า As cake จากโรงงานอายิโนะโมไต้ะ แต่จะมีปริมาณ N ต่ำกว่าเพราะการใส่ปูนขาว จะไปลดปริมาณ N ใน sludge ได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. แกลบ
2. แหล่งของไนโตรเจน ได้แก่ Ami Ami L As-cake และปุ๋ยยูเรีย
3. หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก ได้แก่ หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักพ.ค1 หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักB-2 และหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักอินทรีย์ชีวภาพ
4. ถังพลาสติกขนาด 40 ลิตร
5. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่

1. แผนการทดลองและวิธีการ

หมักแกลบ 2 กิโลกรัมในถังพลาสติก เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนและชนิดเชื้อเร่งปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ 4*4 factorial in CRD ประกอบด้วยตำรับการทดลองต่างๆดังนี้

- ตำรับที่ 1. ไมใส่ไนโตรเจน และเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก
- ตำรับที่ 2. หัวเชื้อ พ.ค.1 = 0.30 g
- ตำรับที่ 3 หัวเชื้อ B - 2 = 0.6 g
- ตำรับที่ 4 หัวเชื้อ อินทรีย์ชีวภาพ = 0.6 g
- ตำรับที่ 5 Ami Ami L = 759 ml
- ตำรับที่ 6 Ami Ami L = 759 ml + หัวเชื้อ พ.ค. 1 = 0.30 g
- ตำรับที่ 7 Ami Ami L = 759 ml + หัวเชื้อ B - 2 = 0.6 g
- ตำรับที่ 8 Ami Ami L = 759 ml + หัวเชื้อ อินทรีย์ชีวภาพ = 0.6 g
- ตำรับที่ 9 AS cake = 2.56 ก.ก.
- ตำรับที่ 10 AS cake = 2.56 ก.ก. + หัวเชื้อ พ.ค. 1 = 0.30 g
- ตำรับที่ 11 AS cake = 2.56 ก.ก. + หัวเชื้อ B - 2 = 0.6 g
- ตำรับที่ 12 AS cake = 2.56 ก.ก. + หัวเชื้อ อินทรีย์ชีวภาพ = 0.6 g
- ตำรับที่ 13 ยูเรีย = 100 g
- ตำรับที่ 14 ยูเรีย 100g + หัวเชื้อ พ.ค. 1 = 0.30 g
- ตำรับที่ 15 ยูเรีย 100g + หัวเชื้อ B - 2 = 0.6 g
- ตำรับที่ 16 ยูเรีย 100g + หัวเชื้อ อินทรีย์ชีวภาพ = 0.6 g

นำแกลบมาผสมกับวัสดุต่างๆที่กำหนดไว้ในแต่ละตำรับการทดลองในถังพลาสติกให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่นโดยไม่ให้แห้งหรือจะจนเกินไป เปิดฝาดังพลาสติกไว้เล็กน้อยและศึกษาข้อมูลทุก 2 สัปดาห์

2. ข้อมูลที่ศึกษา

- 2.1 อุณหภูมิ วัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดที่กึ่งกลางถังหมัก
- 2.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้น นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
- 2.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดด้วย pH meter โดยใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1 ต่อ 10
- 2.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 แล้วนำไปกลั่นตามวิธีของ Kjeldahl

2.5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วย acid mixture แล้วทำให้เกิดสี โดยวิธี Vanado-molybdate yellow color

2.7 ปริมาณ Ca, Mg และ K โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วย acid mixture แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3.ระยะเวลาในการทดลอง

การหมักถึงการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเริ่มตั้งแต่ 19 กรกฎาคม 2537 ถึง 8 กุมภาพันธ์ 2537

4. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ดิถกณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าค่าการใส่แหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %C แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยค่ารับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจนจะมีค่า %C สูงสุดคือ 43.73% เพราะมีไนโตรเจนอยู่น้อยทำให้เกิดการย่อยสลายน้อยลง ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่ทำให้ค่า %C แตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 1)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า %C ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า %C ทุกค่ารับจะมีค่าลดลงตั้งแต่ 49% จนถึง 42% (ภาพที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าค่ารับที่ใส่แหล่ง Ami Ami L จะมีค่า %N สูงสุดคือ 1.76% ซึ่งแตกต่างจากค่ารับอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติซึ่งอาจเป็นเพราะ Ami Ami L มีไนโตรเจนอยู่สูง(ตารางภาคผนวกที่ 1) ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่ทำให้ค่า %N แตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 2)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า %N ที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 2) พบว่าค่ารับที่ใส่ Ami Ami L จะมีค่า %N สูงสุดเพราะ Ami Ami L มีไนโตรเจนอยู่สูงและค่า %N ทุกค่ารับจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มาก

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักมีผลต่อค่า C/N ratio

โดยแหล่งของไนโตรเจน มีผลทำให้ค่า C/N ratio แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือในค่ารับที่ใส่ Ami Ami L จะให้ค่า C/N ratio ต่ำที่สุดคือ 24.28% รองลงมาคือค่ารับที่ใส่ As-cake และใส่ Urea ซึ่งมีค่า 60.55% และ 75.27% ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ที่เป็นเช่นนี้เพราะค่ารับที่ใส่ Ami Ami L , As-cake และ Urea มีไนโตรเจนอยู่สูง (ตารางภาคผนวกที่ 1) จึงทำให้ค่า C/N ratio ต่ำกว่าค่ารับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจน ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักชนิดต่างๆนั้นไม่ทำให้ค่า C/N ratio แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า C/N ratio ที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 3) พบว่าค่ารับที่ใส่ Ami Ami L จะมีค่า C/N ratio ต่ำที่สุดเพราะ Ami Ami L มีไนโตรเจนสูงที่สุดและค่า C/N ratio ทุกค่ารับมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากแกลบเป็นวัสดุที่สลายด้วยยาก (ภาวนา , 2535)

ตารางที่ 1. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมใส่	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมใส่	44.38	43.58	43.52	43.44	43.73 A
ใส่ Ami Ami L	42.22	42.67	42.97	42.85	42.68 B
ใส่ As-cake	42.67	42.66	42.81	42.70	42.71 B
ใส่ Urea	42.98	42.58	42.44	43.15	42.79 B
เฉลี่ย	43.06 A	42.87 A	42.94 A	43.04 A	171.91

CV(%) = 0.867

ตารางที่ 2. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมใส่	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมใส่	0.58	0.53	0.54	0.55	0.55 C
ใส่ Ami Ami L	1.73	1.78	1.75	1.77	1.76 A
ใส่ As-cake	0.67	0.71	0.73	0.72	0.71 B
ใส่ Urea	0.55	0.61	0.55	0.57	0.57 C
เฉลี่ย	0.88 A	0.91 A	0.89 A	0.90 A	3.59

CV(%) = 2.769

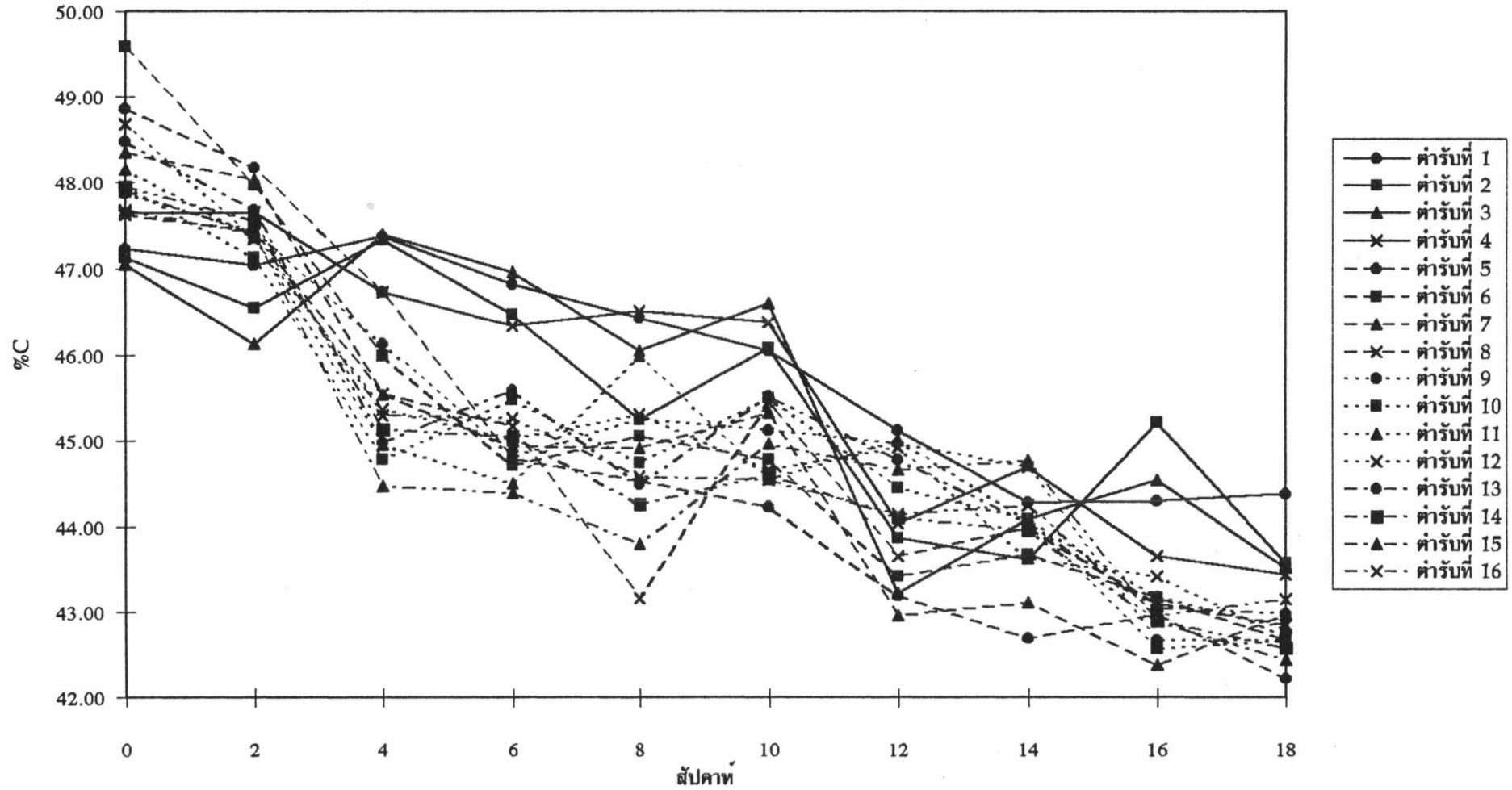
ตารางที่ 3. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมใส่	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมใส่	76.17	82.04	80.73	79.11	79.51 A
ใส่ Ami Ami L	24.36	23.97	24.56	24.22	24.28 D
ใส่ As-cake	64.03	60.38	58.40	59.37	60.55 C
ใส่ Urea	77.71	69.93	77.18	76.27	75.27 B
เฉลี่ย	60.57 A	59.08 A	60.22 A	59.74 A	239.61

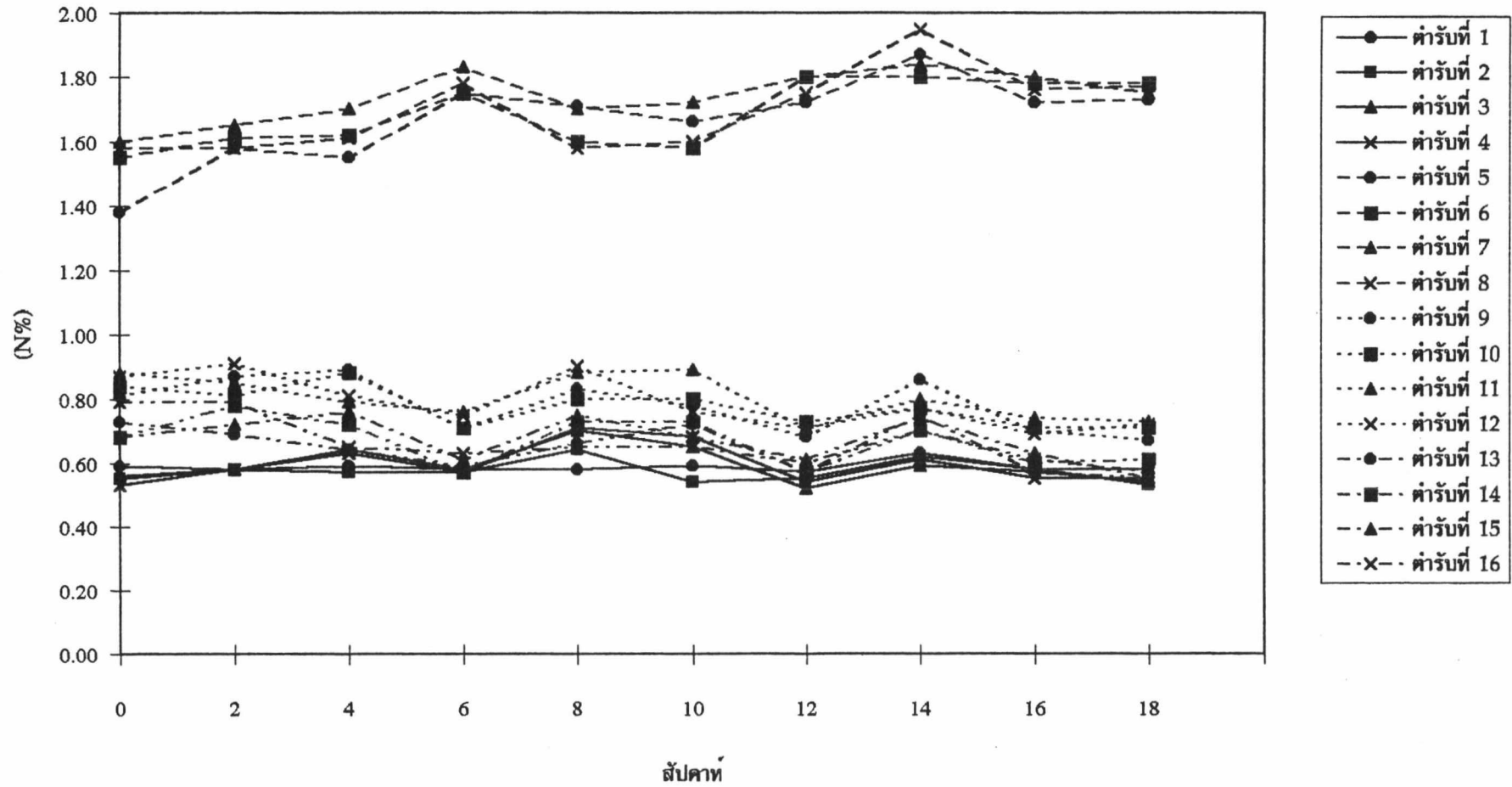
CV(%) = 5.004

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ค่าเฉลี่ย หมายถึง แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)

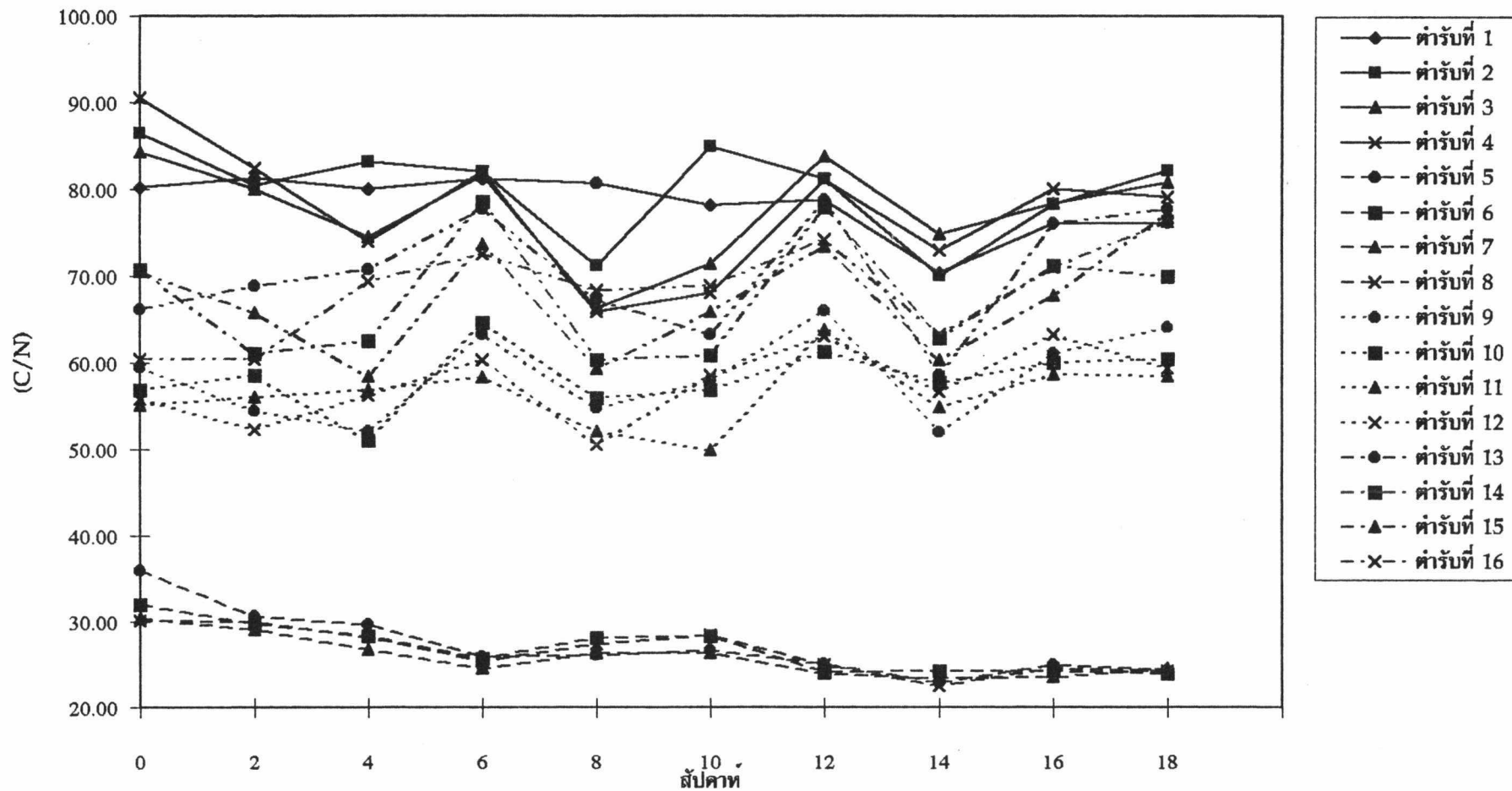
ภาพที่ 1 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C)



ภาพที่ 2 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด(%N)



ภาพที่ 3 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการ เปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)



เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%O.M)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %O.M แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจนจะมีค่า %O.M สูงสุดคือ 79.06% ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่ทำให้ค่า %O.M แตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 4)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า%O.M ที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 4) พบว่า%O.M ทุกตัวรับจะมีค่าลดลงตั้งแต่ 90% จนถึง 76%

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งของไนโตรเจน มีผลทำให้ค่า pH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจน จะมีค่า pH สูงสุดคือ 6.92 และตัวรับที่ใส่ Ami Ami L จะให้ค่า pH ต่ำสุดคือ 4.37 ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่ทำให้ค่า pH มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 5.55-5.66 (ตารางที่ 5)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 5) พบว่า pH ทุกๆ ตัวรับจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มาก

อุณหภูมิ (T)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งของไนโตรเจน และหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่ทำให้ค่าอุณหภูมิของแกลบแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 26.04 ถึง 26.38 องศาเซลเซียส(ตารางที่ 6)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า T ที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 6) พบว่าทุกตัวรับอุณหภูมิจะสูงขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และจะลดลงจนคงที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ อุณหภูมิสูงจำเป็นสำหรับการทำลายจุลินทรีย์ปกติอุณหภูมิจะสูงขึ้นหลังจากเริ่มกองปุ๋ย จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงจนเท่ากับอุณหภูมিরอบๆ นอกกองปุ๋ย การย่อยสลายจะเร็วที่สุดในช่วงอุณหภูมิสูง (ภาวนา, 2535)

เปอร์เซ็นต์ความชื้น

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %ความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจนจะมีค่า %ความชื้น สูงสุดคือ 62.81% ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้%ความชื้นแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 54.06% ถึง 57.33% (ตารางที่ 7)



ตารางที่ 4. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%O.M) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	80.23	78.79	78.69	78.54	79.06 A
ใส่ Ami Ami L	76.34	77.16	77.7	77.49	77.17 B
ใส่ As-cake	77.16	77.14	77.41	77.2	77.23 B
ใส่ Urea	77.71	77	76.74	78.02	77.37 B
เฉลี่ย	77.86 A	77.52 A	77.64 A	77.81 A	310.83

CV(%) = 0.864

ตารางที่ 5. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	6.86	6.99	6.90	6.94	6.92 A
ใส่ Ami Ami L	4.41	4.39	4.47	4.21	4.37 D
ใส่ As-cake	4.60	4.56	4.77	4.81	4.69 C
ใส่ Urea	6.31	6.46	6.29	6.68	6.44 B
เฉลี่ย	5.55 A	5.60 A	5.61 A	5.66 A	22.41

CV(%) = 3.145

ตารางที่ 6. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอุณหภูมิ ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

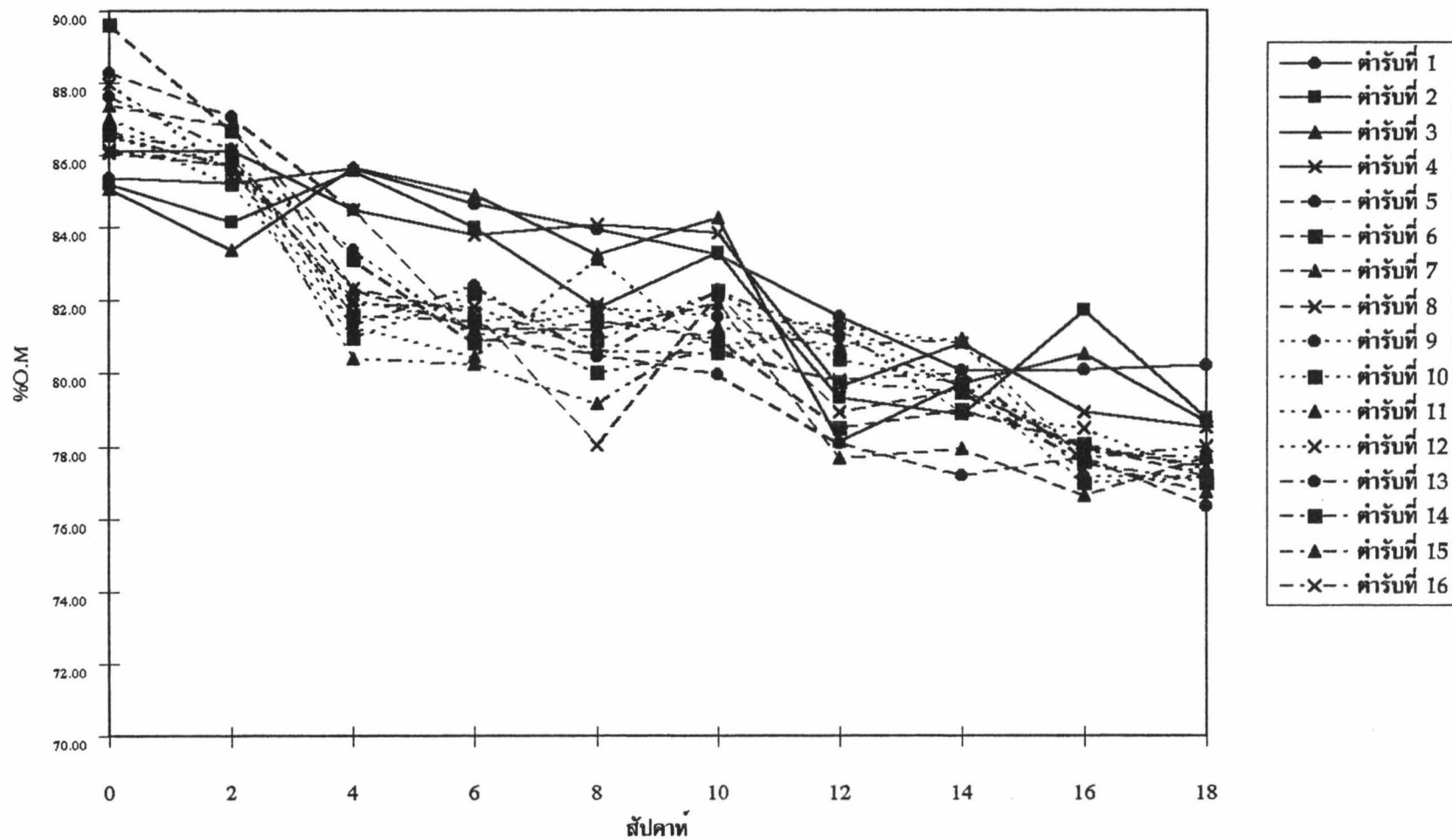
แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	26.00	26.50	26.17	26.33	26.25 A
ใส่ Ami Ami L	26.17	26.17	26.33	26.83	26.38 A
ใส่ As-cake	26.00	26.33	26.00	26.00	26.08 A
ใส่ Urea	26.00	26.50	26.17	26.00	26.17 A
เฉลี่ย	26.04 A	26.38 A	26.17 A	26.29 A	104.88

CV(%) = 1.320

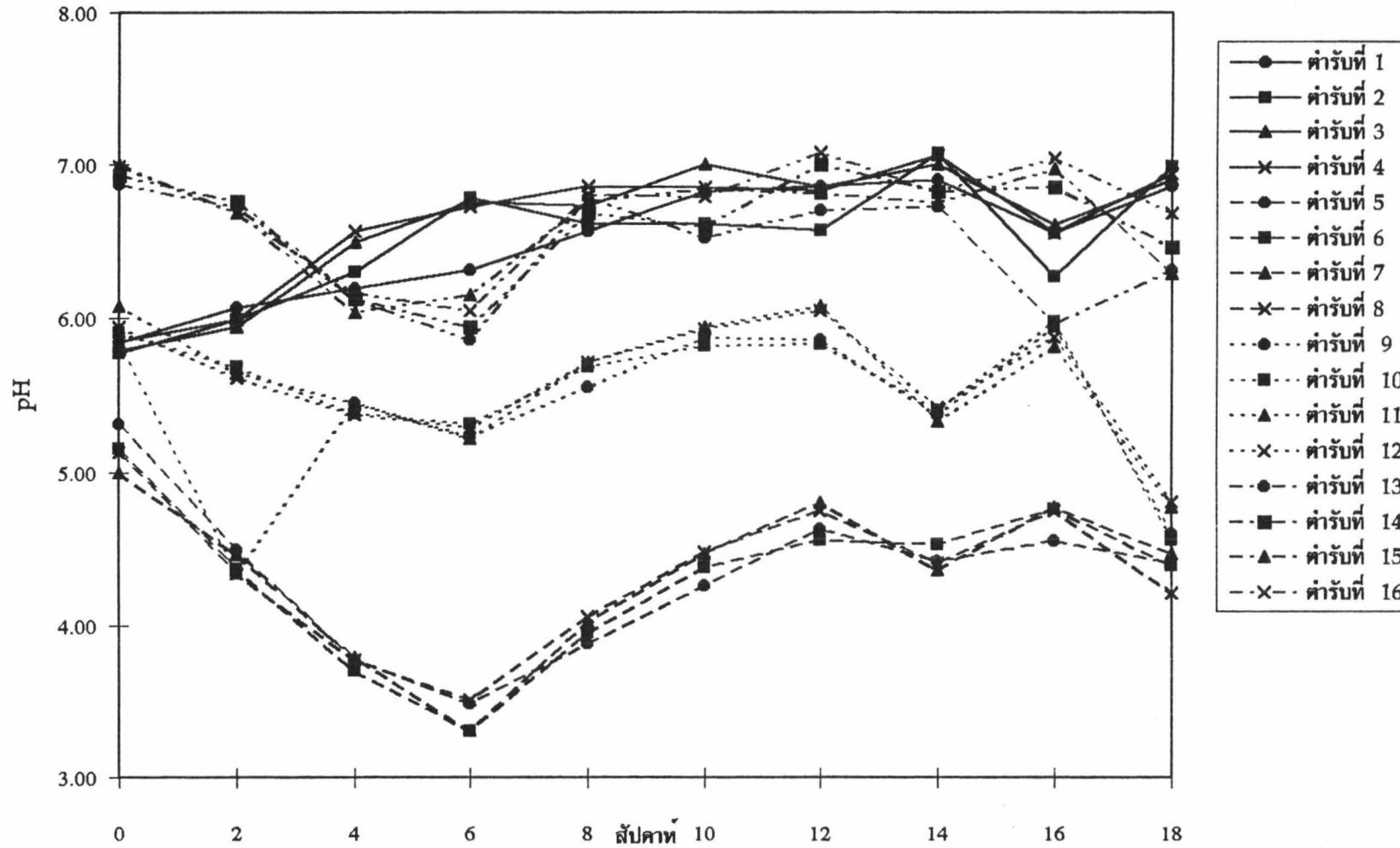
หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ค่าเฉลี่ย หมายถึง แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

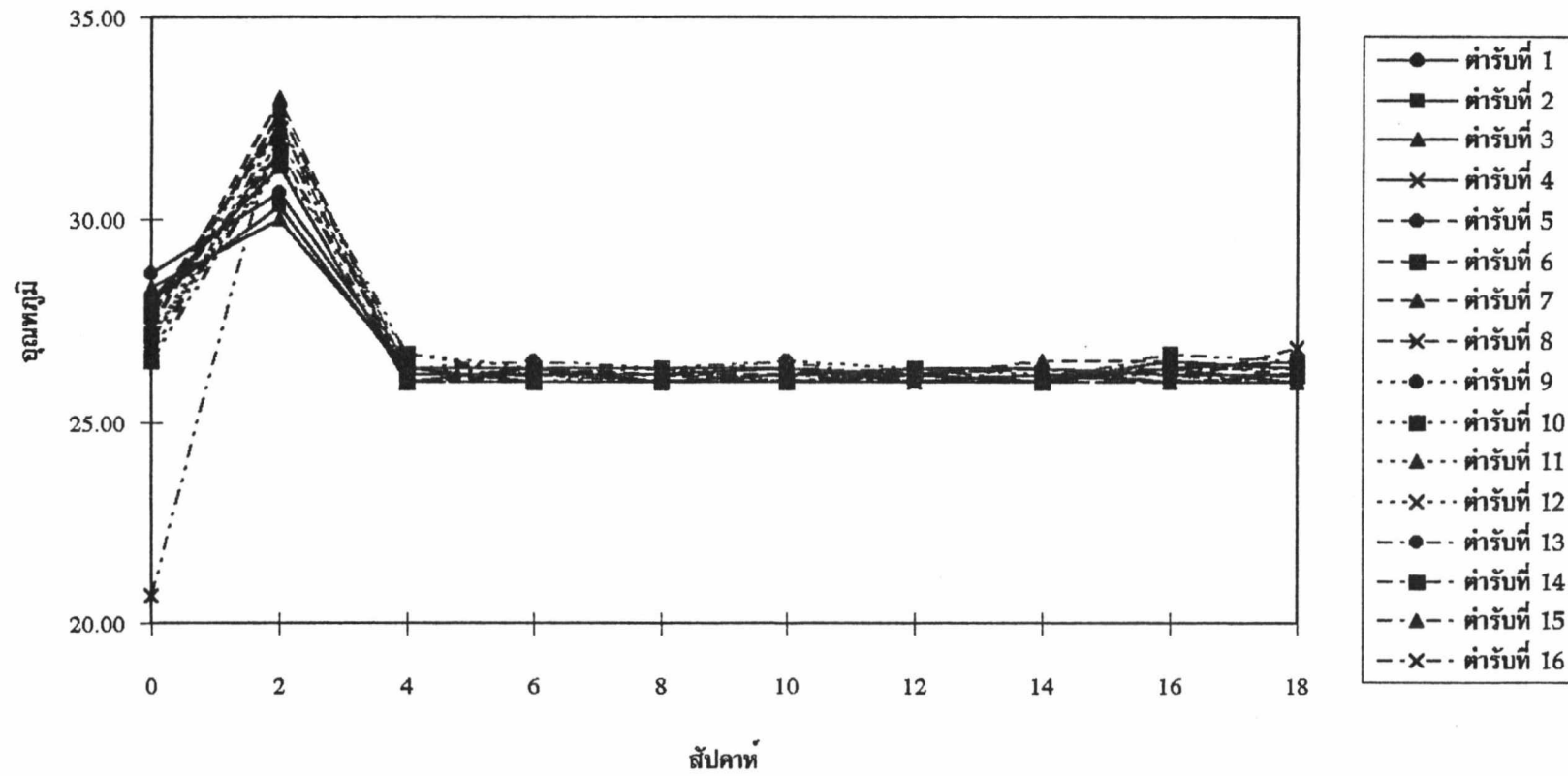
ภาพที่ 4 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ(%O.M)



ภาพที่ 5 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)



ภาพที่ 6 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (T)



สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า%ความชื้นที่ระยะเวลาต่างๆ (ภาพที่ 7) พบว่า%ความชื้นทุกตัวรับจะมีค่าอยู่ระหว่าง 40%-70% เพราะมีการเติมน้ำอยู่เสมอไม่แห้งหรือเปียกจนเกินไป

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%P)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักมีผลต่อค่า %P (ตารางที่ 9)

โดยแหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %P แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ใส่ As-cake จะมีค่า %P สูงสุดคือ 0.44% เพราะ As-cake จะมีค่าฟอสฟอรัสอยู่สูง(ตารางภาคผนวกที่ 1) หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ค่า %P แตกต่างกันทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (%K)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งไนโตรเจน และหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักมีผลต่อค่า %K (ตารางที่ 9)

โดยแหล่งของไนโตรเจน มีผลทำให้ค่า %K แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ใส่แหล่ง Ami Ami L จะมีค่า %K สูงสุดคือ 0.53% เพราะ Ami Ami L มีโพแทสเซียมอยู่สูง(ตารางภาคผนวกที่ 1) หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ค่า %K แตกต่างกันทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%Ca)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักมีผลต่อค่า %Ca (ตารางที่ 10)

โดยแหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %Ca แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ใส่ As-cake จะมีค่า%Ca สูงสุดคือ 0.55% เพราะ As-cake จะมีค่าแคลเซียมอยู่สูง(ตารางภาคผนวกที่ 1) ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก ไม่ทำให้ %Ca แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 0.53% ถึง 0.54%

เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%Mg)

หลังจากการหมักแกลบ 18 สัปดาห์พบว่าแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักมีผลต่อค่า %Mg(ตารางที่ 11)

โดยแหล่งของไนโตรเจนมีผลทำให้ค่า %Mg แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตัวรับที่ใส่ As-cake จะมีค่า%Mgสูงสุดคือ 0.11% เพราะ As-cake จะมีค่าแมกนีเซียมอยู่สูง(ตารางภาคผนวกที่ 1) ส่วนหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักจะทำให้ค่า %Mgเท่ากันคือ 0.07%

ตารางที่ 7. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น
ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	62.33	63.91	60.67	64.33	62.81 A
โส Ami Ami L	54.00	45.33	49.67	48.00	49.25 B
โส As-cake	58.67	60.00	65.00	65.67	62.34 A
โส Urea	45.00	47.00	51.00	51.33	48.58 B
เฉลี่ย	55.00 A	54.06 A	56.59 A	57.33 A	222.98

CV(%) = 7.145

ตารางที่ 8. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%P)
ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	0.12	0.12	0.11	0.09	0.11 C
โส Ami Ami L	0.18	0.24	0.18	0.21	0.20 B
โส As-cake	0.42	0.46	0.42	0.47	0.44 A
โส Urea	0.08	0.09	0.10	0.08	0.09 D
เฉลี่ย	0.20 A	0.23 A	0.20 A	0.21 A	0.84

CV(%) = 12.081

ตารางที่ 9. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (%K)
ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	0.59	0.51	0.42	0.49	0.50 A
โส Ami Ami L	0.52	0.50	0.56	0.53	0.53 A
โส As-cake	0.50	0.46	0.46	0.46	0.47 B
โส Urea	0.44	0.49	0.48	0.48	0.47 B
เฉลี่ย	0.51 A	0.49 A	0.48 A	0.49 A	1.97

CV(%) = 6.439

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ค่าเฉลี่ย หมายถึง แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)

ตารางที่ 10. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%Ca) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	0.51	0.53	0.51	0.54	0.52 B
โส Ami Ami L	0.56	0.52	0.52	0.52	0.53 B
โส As-cake	0.53	0.57	0.55	0.56	0.55 A
โส Urea	0.52	0.51	0.52	0.52	0.52 B
เฉลี่ย	0.53 A	0.53 A	0.53 A	0.54 A	2.12

CV(%) = 4.127

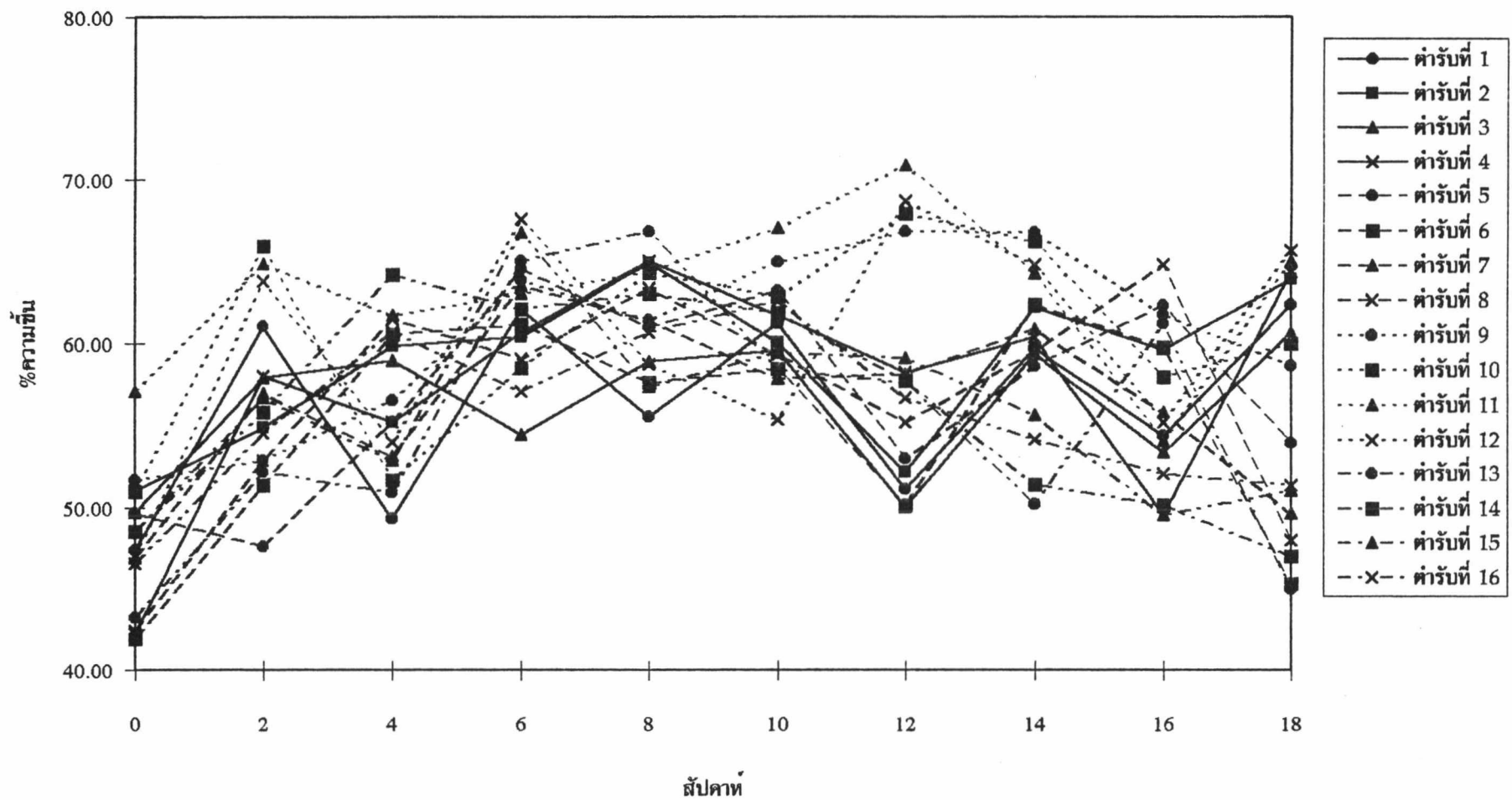
ตารางที่ 11. ผลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%Mg) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

แหล่ง N	หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมัก				เฉลี่ย
	ไมโส	พ.ค 1	B-2	อินทรีย์ชีวภาพ	
ไมโส	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06 B
โส Ami Ami L	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06 B
โส As-cake	0.09	0.11	0.12	0.11	0.11 A
โส Urea	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06 B
เฉลี่ย	0.07 A	0.07 A	0.07 A	0.07 A	0.28

CV(%) = 23.058

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแถวหรือคอลัมน์ค่าเฉลี่ย หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)

ภาพที่ 7 แสดงผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น



สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการย่อยสลายของแกลบพบว่า แหล่งไนโตรเจนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความชื้น, เปอร์เซ็นต์คาร์บอน(%C) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N) , เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน(%N) , เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ(%O.M) , เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส(%P) , เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม(%K) , เปอร์เซ็นต์แคลเซียม(%Ca) , และเปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม(%Mg) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้หัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักแต่ละชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา

สำหรับแหล่งของไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแกลบ คือ As-cake เพราะนอกจากจะทำให้แกลบที่หมักมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนลดลงแล้ว ยังให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส เปอร์เซ็นต์แคลเซียมและเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม สูงกว่าไนโตรเจนแหล่งอื่น และแหล่งที่เหมาะสมรองลงมาคือ Ami Ami L และ Urea ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ยงยุทธ โอสดสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 274 น.
- ธงชัย มาลา. 2535. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะทำงานโครงการวิจัยปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ .ไม่ระบุปีที่พิมพ์ . ปุ๋ยหมักเอกสารวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สุดดี วรรณพัฒน์. 2527. นิเวศน์วิทยาของพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น . 73-75 น.
- สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์ดินและกิจกรรมในดิน. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- แสวง รวยสูงเนิน. 2532. ปุ๋ยอินทรีย์ดียังไง. ฟาร์มข้าว โครงการวิจัยระบบการทำฟาร์ม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ปีที่ 6 ฉบับที่ 58 : 17-18 หน้า.
- สมิตรา ภู่วโรคม. 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา ,คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 161-177 น.
- คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มกองทุน ศ.ดร. สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2535. การปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . 75-88 น.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2522. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เพื่อการปรับปรุงดินปลูกพืชในกระถางและใช้เป็นปุ๋ย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อาอีโนะโมะโตะ (ประเทศไทย), บริษัท. 2530. อามิ-อามิ อาหารพืชชนิดน้ำ. เอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์ ฝ่ายพัฒนาการเกษตร บริษัทอาอีโนะโมะโตะ (ประเทศไทย) จำกัด.
- Cooke, G.W. 1970. The control of soil fertility. London : Grosby Lookwood and son Ltd.
- Martin, J.H., R.C. Lorch and T.E. Pilbeam. 1983. Animal Manure as feedstuffs : Nutrient characterists agricultural waste 6(3) :66-137
- Muller, Z.O. 1980. Feed from animal wastes : States of Knowledge feed and agriculture organiation of the united nation, Rome : 190p.
- Panchaban, S. and S. Pipatweeravat. 1975. A study on the effects of different level of organic and inorganic fertilizers on yield of sorghum. pp. 94-101. In Annual Report, KCU - IDRГ Semi - Arid Crops Project. faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand.

- Willet, I.R. and Intrawech, A. 1988. Chemical constraints to rice growth in sandy paddy soils.
Paper prepared for the first International Symposium on " Paddy Soil Fertility", Dec. 5-13, 1988, Chiangmai, Thailand. 33p.
- Asghar, M. and Y. Kanchiro. 1977. Effects of incorporating sugarcane trash on soil and plant characteristics. Proceeding of the international seminar on soil environment and fertility management in intensive agriculture. Tokyo, Japan.
- Wade, M.K. and P.A. Sanchez. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. Agron. J. 75 : 39-45.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1

ค่าวิเคราะห์ของ แกลบ As-cake และ Ami Ami-L

ค่าวิเคราะห์	แกลบ	As-cake	Ami Ami-L
%ความชื้น	11.00	86.61	51.11
pH	5.71	4.98	4.54
%คาร์บอน	49.03	43.00	22.97
%ไนโตรเจนทั้งหมด	0.49	1.79	5.22
C/N	98.87	23.94	4.39
%อินทรีย์วัตถุ	88.60	77.76	41.69
%ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.66	1.70	1.45
%โพแทสเซียม	0.50	1.24	1.28
%แคลเซียม	0.56	1.62	1.18
%แมกนีเซียม	0.07	0.47	0.58

ตารางภาคผนวกที่ 2

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจน และหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอัตราส่วน
ระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	22915.571	1527.705	170.017**	2.01	2.70
A	3	22685.696	7561.899	841.558**	2.92	4.51
B	3	14.894	4.965	0.553NS	2.92	4.51
AB	9	214.981	23.887	2.658*	2.21	3.07
ERROR	32	287.539	8.986			
TOTAL	47	23203.11	493.683			

Grand Mean = 59.901

CV (%) = 5.004

ตารางภาคผนวกที่ 3

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่า
เปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	12.686	0.858	6.179**	2.01	2.70
A	3	9.116	3.039	21.886**	2.92	4.51
B	3	0.275	0.092	0.660NS	2.92	4.51
AB	9	3.478	0.386	2.783*	2.21	3.07
ERROR	32	4.443	0.139			
TOTAL	47	17.311	0.368			

Grand Mean = 42.975

CV (%) = 0.867

ตารางภาคผนวกที่ 4

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	12.074	0.805	1305.334**	2.01	2.70
A	3	12.052	4.017	6514.418**	2.92	4.51
B	3	0.004	0.001	2.009NS	2.92	4.51
AB	9	0.019	0.002	3.414**	2.21	3.07
ERROR	32	0.02	0.001			
TOTAL	47	12.094	0.257			

Grand Mean = 0.897

CV (%)= 2.769

ตารางภาคผนวกที่ 5

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตฤ(%O.M) แกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	41.706	2.780	6.173**	2.01	2.70
A	3	29.546	9.849	21.867**	2.92	4.51
B	3	0.884	0.295	0.654NS	2.92	4.51
AB	9	11.276	1.253	2.782*	2.21	3.07
ERROR	32	14.412	0.450			
TOTAL	47	56.118	1.194			

Grand Mean = 77.706

CV(%)= 0.864

ตารางภาคผนวกที่ 6

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	58.186	3.879	124.887**	2.01	2.70
A	3	57.612	19.204	618.274**	2.92	4.51
B	3	0.082	0.027	0.88NS	2.92	4.51
AB	9	0.492	0.055	1.76NS	2.21	3.07
ERROR	32	0.994	0.031			
TOTAL	47	59.179	1.259			

Grand Mean = 5.603

CV(%) = 3.145

ตารางภาคผนวกที่ 7

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าอุณหภูมิของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	2.62	0.175	1.458NS	2.01	2.70
A	3	0.557	0.186	1.551NS	2.92	4.51
B	3	0.766	0.255	2.13NS	2.92	4.51
AB	9	1.297	0.144	1.203NS	2.21	3.07
ERROR	32	3.833	0.120			
TOTAL	47	6.453	0.137			

Grand Mean = 26.218

CV (%) = 1.320

ตารางภาคผนวกที่ 8

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	2583.235	172.216	10.853**	2.01	2.70
A	3	2241.68	747.227	47.091**	2.92	4.51
B	3	79.405	26.468	1.668 NS	2.92	4.51
AB	9	262.150	29.128	1.836 NS	2.21	3.07
ERROR	32	507.762	15.868			
TOTAL	47	3090.996	65.766			

Grand Mean = 55.744

CV(%) = 7.145

ตารางภาคผนวกที่ 9

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%P) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	0.696	0.065	99.695**	2.01	2.70
A	3	0.952	0.317	489.795**	2.92	4.51
B	3	0.005	0.002	2.79NS	2.92	4.51
AB	9	0.011	0.001	1.964NS	2.21	3.07
ERROR	32	0.021	0.001			
TOTAL	47	0.990	0.021			

Grand Mean = 0.211

CV (%) = 12.061

ตารางภาคผนวกที่ 10

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่า
เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (%K) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	0.089	0.006	5.926**	2.01	2.70
A	3	0.028	0.009	9.408**	2.92	4.51
B	3	0.007	0.002	2.227NS	2.92	4.51
AB	9	0.054	0.006	5.998**	2.21	3.07
ERROR	32	0.032	0.001			
TOTAL	47	0.121	0.003			

Grand Mean = 0.492

CV(%) = 6.439

ตารางภาคผนวกที่ 11

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่า
เปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%Ca) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	0.016	0.001	2.188*	2.01	2.70
A	3	0.008	0.003	5.338**	2.92	4.51
B	3	0.001	0.000	0.524NS	2.92	4.51
AB	9	0.007	0.001	1.694NS	2.21	3.07
ERROR	32	0.015	0.000			
TOTAL	47	0.031	0.001			

Grand Mean = 0.531

CV(%) = 4.127

ตารางภาคผนวกที่ 12

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งไนโตรเจนและหัวเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อค่าเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%Mg) ของแกลบหลังจากการหมัก 18 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	15	0.027	0.002	6.980**	2.01	2.70
A	3	0.024	0.008	31.004**	2.92	4.51
B	3	0.000	0.000	0.127NS	2.92	4.51
AB	9	0.003	0.000	1.257NS	2.21	3.07
ERROR	32	0.008	0.000			
TOTAL	47	0.035	0.001			

Grand Mean = 6.920

CV(%) = 23.058

ตารางภาคผนวกที่ 13. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C) ของแกลบ

คำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. ไม้ใส่ N และเชื้อเร่ง	47.23	47.04	47.37	46.82	46.43	46.05	45.12	44.28	44.30	44.38
2. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	47.13	46.55	47.33	46.47	45.24	46.08	43.87	43.62	45.21	43.58
3. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	47.05	46.13	47.39	46.96	46.05	46.60	43.22	44.09	44.54	43.52
4. ไม้ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	47.64	47.65	46.73	46.34	46.51	46.38	44.04	44.69	43.66	43.44
5. ไม้ใส่ Ami Ami L และไม้ใส่เชื้อ	48.86	48.17	46.73	44.79	44.53	44.23	43.19	42.69	42.97	42.22
6. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อ พ.ค 1	49.59	47.96	45.98	44.71	45.05	44.78	43.42	43.68	43.17	42.67
7. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อ B-2	48.35	48.03	45.53	44.93	44.91	45.32	42.96	43.11	42.38	42.97
8. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	47.62	47.43	45.54	45.17	43.16	45.44	43.66	43.99	43.10	42.85
9. ไม้ใส่ As-cake และไม้ใส่เชื้อ	47.87	47.43	46.13	44.81	45.25	45.12	44.97	44.70	42.67	42.67
10. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อ พ.ค 1	47.95	47.13	44.78	45.47	44.74	45.49	44.45	44.09	42.57	42.66
11. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	48.15	47.36	44.95	44.50	45.98	44.55	45.00	44.08	43.18	42.81
12. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	48.68	47.34	45.36	45.02	45.30	44.66	44.92	43.63	43.42	42.70
13. ไม้ใส่ Urea และไม้ใส่เชื้อ	48.48	47.67	44.98	45.58	44.49	45.51	44.78	44.05	43.05	42.98
14. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อ พ.ค 1	47.95	47.55	45.13	45.05	44.26	44.60	44.11	43.96	42.90	42.58
15. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อ B-2	47.89	47.41	44.47	44.39	43.80	44.96	44.66	44.77	42.89	42.44
16. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	47.67	47.41	45.29	45.26	44.58	44.54	44.15	44.25	42.96	43.15

ตารางภาคผนวกที่ 14. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) ของแกลบ

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. ไม้ใส่ N และเชื้อเร่ง	0.59	0.58	0.59	0.58	0.58	0.59	0.57	0.63	0.58	0.58
2. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	0.55	0.58	0.57	0.57	0.64	0.54	0.55	0.62	0.58	0.53
3. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	0.56	0.58	0.64	0.58	0.70	0.65	0.52	0.59	0.57	0.54
4. ไม้ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	0.53	0.58	0.63	0.57	0.71	0.68	0.54	0.61	0.55	0.55
5. ใส Ami Ami L และไม้ใส่เชื้อ	1.38	1.58	1.55	1.75	1.71	1.66	1.72	1.87	1.39	1.73
6. ใส Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค1	1.55	1.61	1.62	1.75	1.60	1.58	1.80	1.80	1.78	1.78
7. ใส Ami Ami L และใส่เชื้อB-2	1.60	1.65	1.70	1.83	1.70	1.72	1.80	1.84	1.80	1.75
8. ใส Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	1.58	1.58	1.61	1.78	1.58	1.60	1.75	1.95	1.76	1.77
9. ใส As-cake และไม้ใส่เชื้อ	0.81	0.87	0.89	0.71	0.83	0.78	0.68	0.86	0.70	0.67
10. ใส As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	0.84	0.81	0.88	0.71	0.80	0.80	0.73	0.77	0.71	0.71
11. ใส As-cake และใส่เชื้อ B-2	0.88	0.85	0.79	0.76	0.88	0.89	0.71	0.80	0.74	0.73
12. ใส As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	0.87	0.91	0.81	0.75	0.90	0.76	0.71	0.77	0.69	0.72
13. ใส Urea และไม้ใส่เชื้อ	0.73	0.69	0.64	0.59	0.66	0.72	0.57	0.75	0.57	0.55
14. ใส Urea และใส่เชื้อพ.ค1	0.68	0.78	0.72	0.57	0.73	0.73	0.57	0.70	0.60	0.61
15. ใส Urea และใส่เชื้อB-2	0.68	0.72	0.76	0.61	0.75	0.68	0.61	0.74	0.63	0.55
16. ใส Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	0.79	0.79	0.65	0.63	0.65	0.65	0.60	0.70	0.61	0.57

ตารางภาคผนวกที่ 15. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N) ของแกลส

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1.ไม่มี N และเชื้อเร่ง	80.22	81.21	80.00	81.19	80.65	78.13	78.80	70.29	76.05	76.17
2.ไม่มี N และใส่เชื้อ พ.ค 1	86.41	80.42	83.09	82.03	71.12	84.87	81.12	70.00	78.21	82.04
3.ไม่มี N และใส่เชื้อ B-2	84.22	80.02	74.44	81.58	66.20	71.39	83.80	74.84	78.38	80.73
4.ไม่มี N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	90.47	82.35	74.00	81.96	65.82	67.98	81.06	72.90	79.95	79.11
5.ใส่ Ami Ami L และไม่มีเชื้อ	35.97	30.58	29.69	25.95	26.10	26.70	25.06	22.90	24.98	24.36
6.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค 1	31.93	29.79	28.33	25.72	28.10	28.35	24.17	24.29	24.30	23.97
7.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อ B-2	30.42	29.07	26.79	24.55	26.38	26.40	23.91	23.45	23.54	24.56
8.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	30.07	30.03	28.24	25.44	27.38	28.40	25.05	22.53	24.57	24.22
9.ใส่ As-cake และไม่มีเชื้อ	59.45	54.48	52.07	63.28	54.76	57.87	65.96	52.01	61.04	64.03
10.ใส่ As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	56.90	58.55	51.05	64.60	55.95	56.88	61.20	57.66	59.96	60.38
11.ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	55.11	56.08	56.92	58.34	52.11	49.87	63.78	54.93	58.64	58.40
12.ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	55.84	52.24	56.25	60.30	50.55	58.55	63.05	56.63	63.24	59.37
13.ใส่ Urea และไม่มีเชื้อ	66.16	68.84	70.68	77.71	67.20	63.27	78.77	58.59	76.00	77.71
14.ใส่ Urea และใส่เชื้อพ.ค 1	70.72	61.04	62.45	78.58	60.36	60.84	77.94	62.78	71.13	69.93
15.ใส่ Urea และใส่เชื้อ B-2	70.53	65.68	58.40	73.65	59.29	65.86	73.37	60.36	67.75	77.18
16.ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	60.41	60.41	69.39	72.53	68.33	68.88	74.21	63.25	70.89	76.27

ตารางภาคผนวกที่ 16.

ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (O.M) ของแกลบ

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. ไม้ใส่ N และเชื้อเร่ง	85.36	85.20	85.62	84.63	83.92	83.25	81.56	80.06	80.09	80.23
2. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	85.19	84.13	85.54	83.99	81.79	83.30	79.32	78.86	81.73	78.79
3. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	85.05	83.38	85.65	84.87	83.25	84.24	78.14	79.71	80.52	78.69
4. ไม้ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	86.10	86.13	84.47	83.77	84.07	83.83	79.63	80.80	78.94	78.54
5. ไม้ใส่ Ami Ami L และไม้ใส่เชื้อ	88.29	87.05	84.47	80.97	80.50	79.96	78.10	77.19	77.70	76.34
6. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค1	89.62	86.68	83.12	80.83	81.44	80.95	78.51	78.98	78.06	77.16
7. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อB-2	87.37	86.80	82.30	81.22	81.19	81.92	77.68	77.95	76.63	77.70
8. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	86.06	85.72	82.33	81.66	78.03	82.14	78.94	79.54	77.93	77.49
9. ไม้ใส่ As-cake และไม้ใส่เชื้อ	86.51	85.72	83.38	81.01	81.81	81.56	81.30	80.81	77.16	77.16
10. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	86.67	85.18	80.95	82.20	80.88	82.23	80.37	79.71	76.98	77.14
11. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	87.01	85.60	81.26	80.44	83.11	80.53	81.36	79.69	78.07	77.41
12. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	87.98	85.56	82.00	81.39	81.89	80.74	81.21	78.88	78.51	77.20
13. ไม้ใส่ Urea และไม้ใส่เชื้อ	87.61	86.16	81.31	82.39	80.44	82.27	80.95	79.64	77.85	77.71
14. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อพ.ค1	86.65	85.95	81.58	81.44	80.02	80.64	79.75	79.48	77.57	77.00
15. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อB-2	86.55	85.69	80.39	80.25	79.18	81.28	80.74	80.93	77.56	76.74
16. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	86.16	85.69	81.88	81.82	80.60	80.52	79.82	80.01	77.68	78.02

ตารางภาคผนวกที่ 17. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของแกลบ.

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1.ไม่ใส่ N และเชื้อเร่ง	5.84	6.07	6.19	6.31	6.56	6.82	6.86	6.90	6.55	6.86
2.ไม่ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	5.77	5.99	6.30	6.78	6.61	6.61	6.57	7.07	6.27	6.99
3.ไม่ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	5.79	5.94	6.49	6.75	6.73	7.00	6.85	7.00	6.60	6.90
4.ไม่ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	5.85	5.99	6.56	6.72	6.86	6.85	6.83	7.06	6.55	6.94
5.ใส่ Ami Ami L และไม่ใส่เชื้อ	5.31	4.49	3.77	3.49	3.88	4.26	4.63	4.42	4.55	4.41
6.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค1	5.15	4.37	3.70	3.31	3.95	4.38	4.56	4.53	4.76	4.39
7.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อB-2	5.00	4.46	3.79	3.31	4.02	4.47	4.80	4.36	4.77	4.47
8.ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	5.13	4.34	3.77	3.51	4.06	4.48	4.75	4.41	4.75	4.21
9.ใส่ As-cake และไม่ใส่เชื้อ	5.84	4.34	5.45	5.23	5.55	5.87	5.86	5.37	5.94	4.60
10.ใส่ As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	5.91	5.68	5.38	5.31	5.68	5.82	5.83	5.40	5.98	4.56
11.ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	6.08	5.64	5.45	5.22	5.71	5.94	6.08	5.33	5.81	4.77
12.ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	5.94	5.61	5.37	5.29	5.71	5.93	6.05	5.42	5.88	4.81
13.ใส่ Urea และไม่ใส่เชื้อ	6.87	6.72	6.12	5.86	6.78	6.52	6.70	6.72	5.96	6.31
14.ใส่ Urea และใส่เชื้อพ.ค1	6.93	6.76	6.13	5.94	6.68	6.59	7.00	6.82	6.85	6.46
15.ใส่ Urea และใส่เชื้อB-2	7.00	6.68	6.04	6.15	6.76	6.84	6.81	6.75	6.97	6.29
16.ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	6.99	6.68	6.16	6.05	6.80	6.79	7.08	6.82	7.04	6.68

ตารางภาคผนวกที่ 18. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิ (T) ของแกลบ

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. ไม้ใส่ N และเชื้อเร่ง	28.67	30.67	26.33	26.33	26.00	26.00	26.00	26.17	26.00	26.00
2. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	28.00	30.33	26.17	26.17	26.17	26.33	26.17	26.00	26.33	26.50
3. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	28.33	30.00	26.33	26.00	26.00	26.17	26.33	26.33	26.17	26.17
4. ไม้ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	28.00	31.33	26.00	26.33	26.33	26.33	26.00	26.00	26.50	26.33
5. ไม้ใส่ Ami Ami L และไม้ใส่เชื้อ	27.83	32.33	26.00	26.17	26.17	26.17	26.17	26.33	26.00	26.17
6. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค1	27.67	31.67	26.33	26.33	26.00	26.00	26.33	26.00	26.50	26.17
7. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อB-2	27.33	33.00	26.00	26.00	26.00	26.17	26.17	26.50	26.50	26.33
8. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	27.33	32.67	26.33	26.33	26.17	26.00	26.17	26.00	26.00	26.83
9. ไม้ใส่ As-cake และไม้ใส่เชื้อ	27.00	32.67	26.33	26.17	26.00	26.17	26.00	26.17	26.17	26.00
10. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	27.17	31.33	26.67	26.33	26.33	26.00	26.17	26.00	26.33	26.33
11. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	27.67	32.33	26.00	26.00	26.17	26.50	26.33	26.00	26.33	26.00
12. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	27.00	32.00	26.17	26.17	26.00	26.00	26.33	26.17	26.33	26.00
13. ไม้ใส่ Urea และไม้ใส่เชื้อ	26.67	32.00	26.33	26.50	26.33	26.50	26.00	26.00	26.00	26.00
14. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อพ.ค1	26.50	31.67	26.00	26.00	26.00	26.17	26.17	26.00	26.67	26.50
15. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อB-2	26.67	32.33	26.67	26.17	26.33	26.00	26.17	26.33	26.00	26.17
16. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	26.68	32.67	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.17	26.33	26.00

ตารางภาคผนวกที่ 19. ผลของแหล่งไนโตรเจนและเชื้อเร่งปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแกลบ

ตำรับ	สัปดาห์									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. ไม้ใส่ N และเชื้อเร่ง	47.37	61.02	49.34	62.07	55.54	61.19	51.14	59.74	54.39	62.33
2. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ พ.ค 1	51.03	54.90	59.85	60.37	64.87	60.06	52.18	62.17	59.61	63.91
3. ไม้ใส่ N และใส่เชื้อ B-2	49.71	57.92	58.97	54.48	58.90	59.54	50.05	59.39	53.36	60.67
4. ไม้ใส่ N และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	42.27	58.05	55.23	60.67	65.01	61.69	58.25	60.36	49.55	64.33
5. ไม้ใส่ Ami Ami L และไม้ใส่เชื้อ	49.63	47.61	55.23	64.49	60.96	63.17	53.01	58.63	62.32	54.00
6. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อพ.ค1	41.90	51.34	60.55	61.15	57.64	58.44	50.16	62.36	59.78	45.33
7. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้อB-2	46.91	56.98	53.13	63.49	61.35	57.89	58.41	60.90	55.81	49.67
8. ไม้ใส่ Ami Ami L และใส่เชื้ออินฯ	42.39	52.90	61.46	59.07	63.32	59.32	55.26	59.50	64.76	48.00
9. ไม้ใส่ As-cake และไม้ใส่เชื้อ	51.66	52.90	56.57	63.85	61.41	64.93	66.81	66.72	61.76	58.67
10. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อพ.ค 1	50.98	65.91	51.65	58.52	64.27	62.83	67.91	66.17	57.99	60.00
11. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้อ B-2	57.08	64.83	61.70	63.01	64.34	67.04	70.84	64.23	54.06	65.00
12. ไม้ใส่ As-cake และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	46.99	63.77	54.02	67.57	58.73	55.39	68.67	64.75	55.26	65.67
13. ไม้ใส่ Urea และไม้ใส่เชื้อ	43.25	52.15	50.91	64.96	66.82	58.43	57.64	50.17	61.18	45.00
14. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อพ.ค1	48.56	55.83	64.16	62.07	63.03	61.89	57.78	51.38	50.11	47.00
15. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้อB-2	48.57	56.72	52.87	66.73	57.36	59.46	59.12	55.67	49.52	51.00
16. ไม้ใส่ Urea และใส่เชื้ออินทรีย์ฯ	46.58	54.59	60.72	57.08	60.67	62.56	56.69	54.17	52.08	51.33

