ภาคผนวก ก

คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร

คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร

ตารางผนวกที่ 1 แสดงคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1.	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2.	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3.	ปริมาณหิน และกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
4.	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ต้องไม่มี
5.	ปริมาณอินทรียวัตถุ	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6.	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N)	ไม่เกิน 20 : 1
8.	ค่าการนำไฟฟ้า(EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร
9.	ปริมาณธาตุอาหารหลัก	- ไนโตรเจน (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก - ฟอสฟอรัส (total P_2O_5) ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก - โพแทสเซียม (total K_2O) ไม่น้อยกว่า 0.5เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
10.	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
11.	สารหนู (Arsenic)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
12.	แคดเมียม (Cadmium)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
13.	โครเมียม (Chromium)	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
14.	ทองแดง (Copper)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
15.	ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
16.	ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา : สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรกรมวิชาการเกษตร, 2548

ภาคผนวก ข
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

การคำนวณปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

$$Nt = \frac{(A-B) \times n \times 14 \times 100}{C}$$

เมื่อ Nt = ร้อยละของไนโตรเจน

A = ปริมาณสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาณสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ใช้ไตเตรต Blank (ml)

C = น้ำหนักของตัวอย่าง (mg)

N = Normality ของสารละลาย Sulfuric acid (N)

การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัส

$$\%P = \frac{P \times D \times 10^{-6} \times MW \times 100}{\text{ปริมาณมูลฝอยตัวอย่าง (g)}}$$

เมื่อ P = ค่า P ที่อ่านได้จากเครื่อง Ultraviolet-visible Spectrophotometer

D = ปริมาณการ Dilution

MW = เลขมวลโมเลกุลมีค่าเท่ากับ 31

การคำนวณปริมาณโพแทสเซียม

$$\%K = \frac{K \times D \times 10^{-6} \times MW \times 100}{\text{ปริมาณมูลฝอยตัวอย่าง (g)}}$$

เมื่อ K = ค่า K ที่อ่านได้จากเครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectroscopy

D = ปริมาณการ Dilution

MW = เลขมวลโมเลกุล มีค่าเท่ากับ 19

การคำนวณปริมาณสารที่ระเหยได้(Volatile Solid)

$$V = \frac{(W1-W2)x100}{W1}$$

เมื่อ V = ร้อยละของปริมาณสารที่ระเหยได้

W1 = น้ำหนักมูลฝอยก่อนเผา

W2 = น้ำหนักมูลฝอยที่เหลือหลังจากการเผา

การคำนวณปริมาณคาร์บอนของมูลฝอย

$$\text{Carbon (\%)} = \frac{\text{Volatile Solid (\%)}}{1.8}$$

การคำนวณอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

$$\text{อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์คาร์บอน}}{\text{เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน}}$$

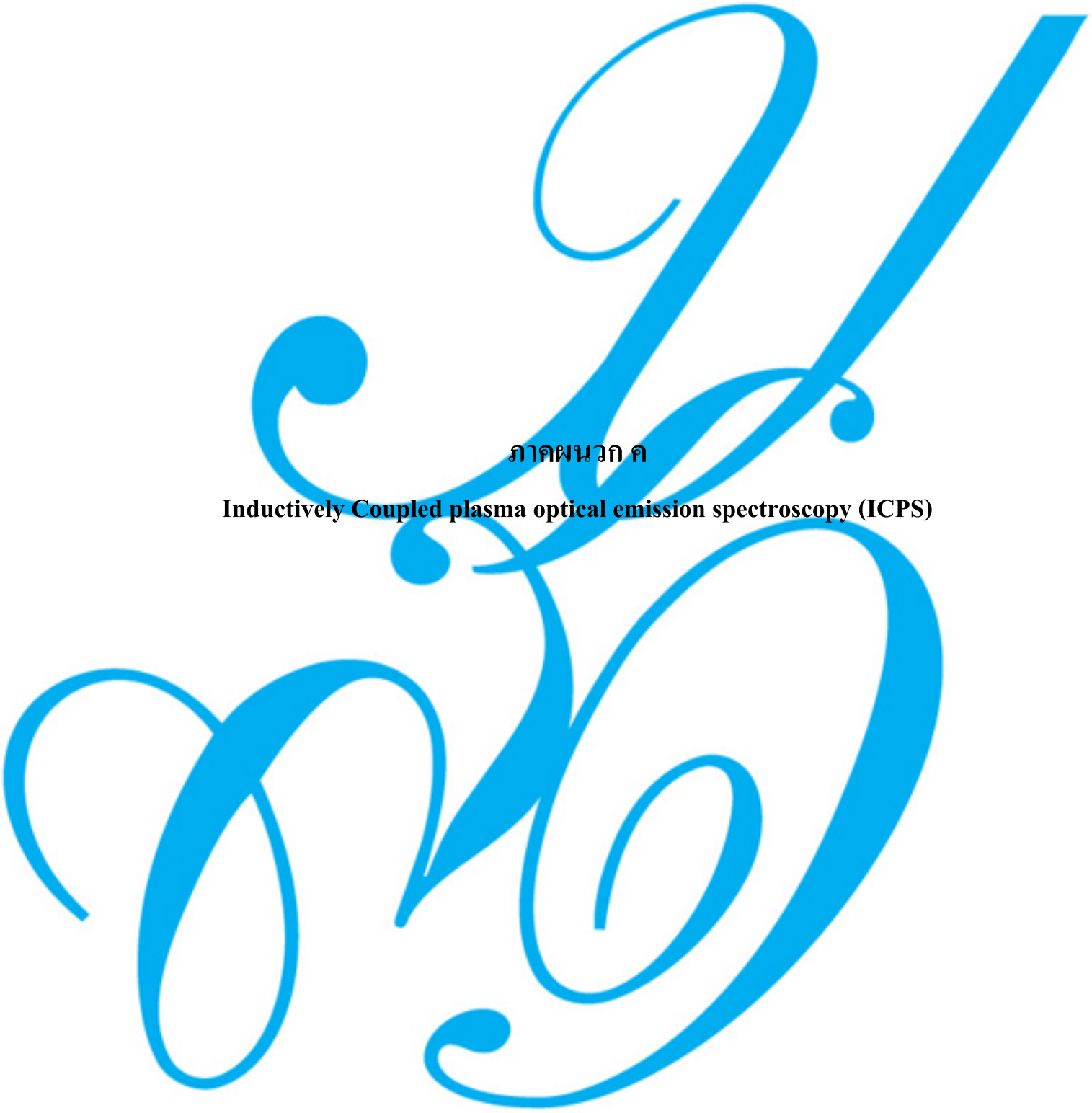
การคำนวณปริมาณความชื้น

$$W = \frac{(W1-W2)x100}{W1}$$

เมื่อ W = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W1 = น้ำหนักมูลฝอยก่อนอบ

W2 = น้ำหนักมูลฝอยหลังจากการอบ



ภาคผนวก ค

Inductively Coupled plasma optical emission spectroscopy (ICPS)

Inductively Coupled plasma optical emission spectroscopy (ICPS)

Inductively Coupled plasma optical emission spectroscopy (ICPS-OES or ICP-AES)

ทฤษฎี

ภาพผนวกที่ 1 เครื่อง ICPS

Inductively Coupled plasma optical emission spectroscopy (ICPS-OES or ICP-AES) เป็นเทคนิคสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ธาตุ โดยอาศัยการวัด emission lines ที่ปล่อยออกมาจากอะตอมของธาตุที่ถูกกระตุ้นในเปลวพลาสมา ซึ่งอะตอมต่างๆ ในพลาสมาจะปลดปล่อยแสง (photons) ที่ความยาวคลื่นจำเพาะของแต่ละธาตุออกมา และแสงที่ปล่อยออกมานี้จะถูกตรวจจับด้วย optical spectrometers เราสามาวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยเช็คจากค่า Intensity ของ Spectral lines เมื่อทำแคลิเบรทกับสารมาตรฐานแล้ว จะวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่มีในตัวอย่างได้

ICPS เป็นเทคนิคการใช้พลาสมาที่นิยมมากที่สุดในการวิเคราะห์ทางเคมีอีกวิธีหนึ่ง เนื่องจากสามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีส่วนประกอบที่ซับซ้อนได้เกือบจะไม่มีการรบกวนทางเคมีเกิดขึ้น และให้ขีดกำกัดของการตรวจหาสำหรับธาตุส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับวิธีเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี แต่สำหรับธาตุที่เกิดเป็นสารประกอบทนไฟได้ วิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรี ให้ขีดจำกัดของการตรวจหาที่ดีกว่าวิธีวิธีเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี อย่างไรก็ตาม วิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรี ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงไม่ดีนัก และเครื่องไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรมิเตอร์มีราคาแพงกว่าเครื่องเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

หลักการทำงาน

พลาสมา

พลาสมา คือ สภาวะก๊าซผสมนำไฟฟ้า ที่มีความเข้มข้นของไอออนบวกและอิเล็กตรอนอยู่สูง โดยความเข้มข้นของไอออนบวกและอิเล็กตรอนรวมกันจะได้ประจุสุทธิเข้าใกล้ศูนย์ ในอาร์กอนพลาสมาที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ emission นั้น จะมี argon ions และอิเลคตรอน เป็นตัวนำไฟฟ้าหลัก อะตอมส่วนใหญ่ในพลาสมาจะถูกไอออไนซ์อยู่ในรูปไอออน เนื่องจากพลาสมาเป็นสภาวะพลังงานที่สูงมาก เทคนิค ICP-AES นี้ สามารถวิเคราะห์ธาตุได้พร้อมกันหลาย ๆ ธาตุ

การเกิดพลาสมา

วิธีการผลิตพลาสมาจากก๊าซอาร์กอนที่ไหลเข้ามาใน torch เริ่มด้วยการ spark จาก Tesla coil ไอออนที่เกิดขึ้นและอิเลคตรอนจะเกิดอันตรกิริยากับสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีเส้นแนวแรงตามแนวของ Torch ที่ผลิตมาจาก induction coil มีลักษณะเป็นขดลวดทำด้วยโลหะพันรอบปลาย Torch ซึ่งสนามจะแกว่งขึ้นลง ดังแสดงในภาพ แสดงลักษณะของ Torch อิเล็กตรอนถูกเร่งด้วยสนามแม่เหล็ก ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบอยู่ภายในท่อควอตซ์ พลังงานของอิเล็กตรอนจะถูกถ่ายทอดไปยังอาร์กอนที่ไหลผ่านโดยการชนกัน ทำให้อาร์กอนแตกตัวเป็นไอออน และอิเล็กตรอน จำนวนของอิเล็กตรอนจึงเพิ่มขึ้นและอาร์กอนมีอุณหภูมิสูงขึ้น อันตรกิริยานี้ทำให้ไอออน และอิเล็กตรอนภายใน coil ไหลเป็นลักษณะวงแหวน เมื่อให้พลังงานภายนอก เช่น คลื่นความถี่วิทยุ หรือไมโครเวฟกำลังสูง แก่ Argon ions ในพลาสมา จะสามารถคงอุณหภูมิไว้ที่ระดับซึ่งทำให้การไอออไนซ์ ต่อ ๆ ไปสามารถรักษาสภาวะพลาสมาไว้ได้

การนำสารตัวอย่างเข้าสู่ ICP

โดยปกติสารตัวอย่างจะถูกฉีดพ่นเข้าสู่ ICP ในสภาพผนวกที่เป็นสารละลายเช่นเดียวกับการนำสารตัวอย่างเข้าเปลวไฟ แต่เครื่องฉีดพ่นสารละลายที่ใช้ใน ICP จะต่างไปจากที่ใช้ในเปลวไฟ นอกจากนี้ อาจจะนำสารตัวอย่างเข้าสู่ ICP ในสภาพผนวกที่เป็นของแข็ง หรือแก๊สก็ได้

การเตรียมสารละลายของสารตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรี ทำได้ง่ายกว่าการเตรียมสารละลายของสารตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี เนื่องจากวิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรี ปราศจากการรบกวนทางเคมี ซึ่งหมายความว่า การเตรียมสารละลายของสารตัวอย่างต้องการความระมัดระวังน้อยกว่า

เครื่องฉีดพ่นสารละลายที่ใช้ในวิธีเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรีเป็นแบบที่ใช้อัตราเร็วของการไหลของแก๊ส (10 ถึง 20 ลิตร นาที $^{-1}$) มากกว่าอัตราเร็วของการไหลของแก๊สที่ใช้ในวิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรี (1 ลิตร นาที$^{-1}$) สารละลายของสารตัวอย่างที่วิเคราะห์โดยวิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรีจะถูกดูดด้วยอัตราเร็ว 1 ลิตร นาที$^{-1}$ ซึ่งเป็นผลทำให้การวิเคราะห์โดยวิธีไอซีพีอะตอมมิกอิมิชชันสเปกโทรเมตรีใช้สารละลายของสารตัวอย่างในปริมาตรที่น้อยกว่า การออกแบบเครื่องฉีดพ่นสารละลายเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดส่วนหนึ่งในการออกแบบของระบบไอซีพี เนื่องจากส่วนใหญ่ของสัญญาณรบกวนที่ปรากฏอยู่กับสัญญาณที่ได้จากการปล่อยแสงนั้นเกิดขึ้นกับจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการฉีดพ่นสารละลายเข้าสู่พลาสมา จึงมีการออกแบบ Nebulizer แบบต่างๆ สำหรับงานที่แตกต่างกันไป

ตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP ที่ใช้ nebulizer นำตัวอย่างเข้าพลาสมาจะต้องเตรียมมาเป็นสารละลายที่ไม่มีตะกอน ถ้าเป็นตัวอย่างของแข็ง ตามปกติจะต้องละลายและผสมให้เข้ากับน้ำ ก่อนพ่นเข้าสู่พลาสมา โดยมากจะใช้ peristaltic pump และ capillary tube ในการส่งตัวอย่างของเหลวอย่างสม่ำเสมอเข้าสู่ nebulizer จากนั้น nebulizer จะพ่นตัวอย่างเป็นละอองฝอย ละอองที่มีขนาดใหญ่จะตกลงมาที่พื้นด้านล่างของ spray chamber แล้วถูกทิ้งไป และละอองฝอยขนาดเล็กจะถูกพาเข้าสู่พลาสมาโดยก๊าซอาร์กอน

กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างในพลาสมา สรุปได้ดังนี้

1. ละอองฝอยถูกส่งเข้าสู่พลาสมา
2. ตัวทำละลายระเหยไป
3. เกิดการ atomization ขึ้นในพลาสมา
4. อะตอมถูกกระตุ้นให้เป็นทั้งอะตอมอิสระและไอออน
5. เกิดการผลิต spectra จำนวนมากขึ้น ทั้งจากอะตอมและไอออน

เนื่องจากความแตกต่างของพลังงานกระตุ้น emission lines ต่าง ๆจะมีค่าความเข้มข้นสูงสุดที่ตำแหน่งต่างกันในพลาสมา

ภาคผนวก ง

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำชะมูลฝอย

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในน้ำชะมูลฝอย

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่อ่านได้จากเครื่อง ICPS สัปดาห์ที่ 1-7

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 1		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	13.22	13.37	13.23
A2	13.29	12.32	12.71
A3	10.96	12.37	11.67
A4	16.54	15.68	16.02
A5	16.96	17.47	17.21
A6	18.08	18.30	18.19
B1	11.32	11.17	11.25
B2	15.71	15.06	15.39
B3	14.51	15.03	14.77
B4	18.62	17.61	18.12
B5	18.62	20.48	19.55
B6	17.52	17.74	17.63

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 2		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	11.25	12.32	11.79
A2	12.69	13.25	12.97
A3	13.05	13.50	13.17
A4	18.51	18.41	18.46
A5	18.92	19.47	19.20
A6	29.26	28.87	29.07
B1	13.21	14.18	13.70
B2	8.22	8.13	8.18
B3	12.50	13.82	13.16
B4	16.69	15.67	16.03
B5	18.90	17.75	18.33
B6	16.66	16.46	16.56

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 3		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	15.37	16.48	15.92
A2	14.14	13.36	13.75
A3	14.45	15.57	15.01
A4	20.48	26.60	23.67
A5	26.31	24.91	25.61
A6	20.00	18.36	19.18
B1	13.08	15.92	14.34
B2	13.83	15.04	14.44
B3	14.44	14.60	14.52
B4	17.33	16.65	16.99
B5	22.02	22.37	22.20
B6	16.72	17.12	16.92

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 4		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	15.90	15.86	15.88
A2	13.76	13.95	13.86
A3	14.41	15.39	14.90
A4	26.62	25.60	26.11
A5	30.87	30.50	30.69
A6	28.08	29.36	28.72
B1	14.19	16.69	15.44
B2	17.86	19.68	18.77
B3	18.23	16.33	17.28
B4	19.73	13.78	16.76
B5	38.81	37.24	38.03
B6	14.54	16.81	15.68

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 5		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	10.20	10.59	10.40
A2	9.27	9.10	9.19
A3	9.06	9.08	9.07
A4	34.25	34.94	34.59
A5	46.24	45.65	45.44
A6	8.83	8.43	8.65
B1	7.19	6.04	6.62
B2	9.15	9.36	9.26
B3	8.67	8.31	8.49
B4	9.63	8.70	9.16
B5	39.84	38.78	39.31
B6	10.36	9.61	9.985

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 6		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	7.73	8.11	7.93
A2	7.85	7.53	7.70
A3	7.73	7.55	7.65
A4	36.23	28.60	32.41
A5	53.79	52.89	53.34
A6	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง
B1	8.85	7.90	8.38
B2	10.16	10.25	10.21
B3	8.95	9.31	9.13
B4	9.90	9.57	9.74
B5	79.60	65.05	73.32
B6	11.20	11.37	11.29

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อหมักมูลฝอย	ปริมาณค่าโพแทสเซียมในบ่อหมัก สัปดาห์ที่ 7		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	7.33	7.76	7.55
A2	6.85	6.07	6.47
A3	6.05	7.19	6.62
A4	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง
A5	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง
A6	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง
B1	5.81	5.89	5.85
B2	7.19	7.38	7.29
B3	6.98	6.15	6.57
B4	6.30	6.31	6.30
B5	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง	ไม่มีตัวอย่าง
B6	9.42	9.45	9.44

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 1 - 7

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 1			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.5	1	0.75	-
A1	11.15	12.65	11.9	312.2
A2	14.95	14.25	14.6	387.8
A3	5.6	4.85	5.23	125.44
A4	13	11	12	315
A5	22	24	23	623
A6	95	97.5	96.25	2674
B1	10	10	10	259
B2	14.2	13.9	14.69	372.4
B3	13.4	12.5	12.95	341.6
B4	11.3	12.45	11.88	311.5
B5	127	129.5	128.25	357
B6	22.8	22.5	22.65	613.2

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 2			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.8	0.9	0.85	-
A1	11.1	10.7	10.9	281.4
A2	17.3	18.75	18.03	481.04
A3	18.85	18.45	18.65	498.4
A4	57.7	57.5	57.6	1589
A5	66	63.2	64.4	1779.4
A6	99.6	99.8	99.7	2767.8
B1	16.5	18	17.25	459.2
B2	10	9.5	9.75	249.2
B3	21.5	23.2	22.35	602
B4	16.8	16	16.4	435.4
B5	65	67	66	1824.2
B6	24.5	24.4	24.45	660.8

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 3			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.9	1	0.95	-
A1	16.8	16.6	16.7	441
A2	15.4	15.6	18.22	483.56
A3	17.85	18.35	18.1	480.2
A4	66.6	66.8	66.7	1841
A5	19.5	19.9	19.7	5250
A6	71.8	71.4	71.6	1978.2
B1	16.4	16.2	16.3	429.8
B2	21.9	21.6	21.75	582.4
B3	22.2	20.4	21.3	569.8
B4	19.75	19.25	19.5	519.4
B5	74	76	75	2073.4
B6	24.7	25.7	25.2	679

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 4			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.5	1	0.75	-
A1	9.9	9.75	9.83	254.24
A2	15.1	15.1	15.1	401.8
A3	11.65	12.75	12.2	320.6
A4	70.1	70.1	70.1	1941.8
A5	64.5	64.3	64.4	1782.2
A6	99.3	99.5	99.4	2762.2
B1	18	8.1	13.2	348.6
B2	22.5	22	22.25	602
B3	15.2	14.5	14.85	394.8
B4	18.35	17.6	17.98	482.44
B5	70.9	70.7	70.8	1961.4
B6	25	26.1	25.55	694.4

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 5			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.3	0.3	0.3	-
A1	9.6	9.95	9.78	265.44
A2	13.25	12.45	12.85	351.4
A3	9.55	7.25	8.4	226.8
A4	127.1	127.3	127.2	3553.2
A5	107	107	107	2987.6
A6	143.7	143.9	143.8	4018
B1	8.3	7.9	8.1	328
B2	12.8	12.1	12.5	341.6
B3	10.2	10.2	10.2	277.2
B4	13.9	13.65	13.78	3774.4
B5	21.6	21.8	21.7	599.2
B6	21.8	24.5	23.15	639.8

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 6			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	-	-	-	-
A1	5.4	5.2	5.3	148.4
A2	7.45	2.5	4.98	139.44
A3	6	5.55	5.78	161.84
A4	47	45	46	1288
A5	100	100	100	2800
A6	-	-	-	-
B1	4.5	4.1	4.3	120.4
B2	4.3	13.8	9.05	253.4
B3	6.3	9.2	7.75	217
B4	15.35	16.65	16	448
B5	39	39.2	39.1	1094.8
B6	37.6	39.5	38.5	1078

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อหมัก	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยสัปดาห์ที่ 7			
	ค่าที่ได้จากการไตรเตรท		ค่าเฉลี่ย	ค่าไนโตรเจน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2		
Blank	0.4	0.5	0.45	
A1	1.85	1.85	1.85	39.2
A2	2	2.3	2.15	47.6
A3	1.95	1.95	1.95	42
A4	-	-	-	-
A5	-	-	-	-
A6	-	-	-	-
B1	2.3	2	2.15	47.6
B2	3.5	3.1	3.3	79.8
B3	1.7	1.5	1.6	32.2
B4	3.5	3.4	3.45	84
B5	-	-	-	-
B6	12	12.2	12.1	326.2

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วัดได้จากเครื่อง UV สัปดาห์ที่ 1 -7

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 1		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.1861	0.1963	0.1912
A2	0.2290	0.4827	0.3559
A3	0.1795	0.1701	0.1770
A4	0.6615	0.6605	0.6610
A5	0.4842	0.6520	0.5681
A6	0.5643	0.6544	0.6094
B1	0.2152	0.1958	0.2055
B2	0.2277	0.1695	0.1986
B3	0.2616	0.2356	0.2486
B4	0.2044	0.1797	0.1904
B5	0.7131	0.5700	0.6415
B6	0.3655	0.3249	0.3452

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 2		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.2318	0.2526	0.2422
A2	0.2429	0.2344	0.2386
A3	0.2038	0.1910	0.1974
A4	0.8228	0.8403	0.8316
A5	0.7690	0.8489	0.8089
A6	0.6309	0.7539	0.6924
B1	0.1887	0.1910	0.1894
B2	0.3367	0.3380	0.3374
B3	0.1902	0.1920	0.1911
B4	0.1777	0.1825	0.1801
B5	0.7877	0.8906	0.8392
B6	0.3216	0.3284	0.3250

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 3		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.4084	0.4140	0.4112
A2	0.3044	0.3187	0.3115
A3	0.3643	0.3830	0.3737
A4	0.7690	0.7805	0.7747
A5	0.8719	0.9484	0.9101
A6	0.5677	0.6644	0.6161
B1	0.3480	0.3609	0.3544
B2	0.4674	0.4649	0.4662
B3	0.3302	0.3470	0.3386
B4	0.4440	0.4193	0.4316
B5	0.4618	0.8212	0.6415
B6	0.4970	0.4518	0.4744

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 4		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.1861	0.1963	0.1912
A2	0.2290	0.4827	0.3559
A3	0.1795	0.1701	0.1770
A4	0.6428	0.6571	0.6500
A5	0.5617	0.5671	0.5644
A6	0.5438	0.4892	0.5165
B1	0.2152	0.1958	0.2055
B2	0.2277	0.1695	0.1986
B3	0.2616	0.2356	0.2486
B4	0.2012	0.1797	0.1904
B5	0.3907	0.4009	0.3958
B6	0.3655	0.3249	0.3452

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 5		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.3181	0.4153	0.3667
A2	0.6612	0.6411	0.6512
A3	0.8043	0.5808	0.6925
A4	0.5908	0.6035	0.5971
A5	0.5894	0.5767	0.5831
A6	0.5563	0.5601	0.5582
B1	0.3787	0.3371	0.3579
B2	0.2127	0.2131	0.2129
B3	0.3109	0.2858	0.2984
B4	0.2203	0.2134	0.2169
B5	0.1147	0.1064	0.1105
B6	0.3258	0.3128	0.3193

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 6		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.3680	0.3544	0.3111
A2	0.3192	0.3657	0.3425
A3	0.3246	0.3337	0.3291
A4	0.6468	0.6166	0.6167
A5	0.6479	0.5298	0.5888
A6	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ
B1	0.3754	0.3641	0.3697
B2	0.3617	0.3337	0.3477
B3	0.4166	0.3294	0.3703
B4	0.3366	0.3535	0.3451
B5	0.4564	0.4768	0.6660
B6	0.4044	0.4012	0.4008

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

น้ำตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำชะมูลฝอย สัปดาห์ที่ 7		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ค่าเฉลี่ย
A1	0.0874	0.0911	0.0893
A2	0.1030	0.0921	0.0975
A3	0.0903	0.1015	0.0960
A4	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ
A5	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ
A6	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ
B1	0.1142	0.1068	0.1105
B2	0.1151	0.0889	0.1020
B3	0.0850	0.0688	0.0769
B4	0.0783	0.0836	0.0809
B5	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ
B6	0.0916	0.0999	0.0958

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

1.การสุ่มตัวอย่างมูลฝอย

การสุ่มตัวอย่างเพื่อหาความหนาแน่น โดยใช้วิธี Quartering มีการสุ่มตัวอย่างดังนี้

1) คลุกเคล้ามูลฝอยให้เข้ากันบนผ้ายาง เพื่อให้ลักษณะองค์ประกอบเหมือนกันทุกๆ ส่วน
2) แบ่งกองมูลฝอยที่คลุกเคล้าออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือกจาก 2 ส่วนที่อยู่ด้านแทยงมุมแล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3) ทำ Quartering ซ้ำอีก 1 ครั้ง แล้วแยกตัวอย่างออกมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2. การหาค่าความชื้น

ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยทั่วไปน้ำภายในตัวของมูลฝอยเอง เช่น น้ำที่อยู่ในพืช ผัก เศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/2ถึง2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดและน้ำที่ติดอยู่ภายนอก เช่น น้ำฝน น้ำที่ออกมาจากเศษอาหาร จะมีประมาณ 1/3 ถึง 1/2ของปริมาณน้ำทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ใช้วิธี Gravimetric Method มีขั้นตอนดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักถาดอะลูมิเนียมเปล่า แล้วบันทึกน้ำหนัก
2) สุ่มตัวอย่างมูลฝอย ประมาณ 200-500 กรัม ใส่ในถาดอะลูมิเนียมแล้วชั่งน้ำหนัก
3) อบมูลฝอยในตู้อบที่ อุณหภูมิ 76 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนมูลฝอยแห้งสนิทหรือน้ำหนักมูลฝอยคงที่
4) ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณค่าความชื้น

$$W = \{(W1 - W2) \times 100\} / W1$$

เมื่อ W = ค่าความชื้น (ร้อยละ)

W1 = น้ำหนักมูลฝอยก่อนอบ (กรัม)

W2 = น้ำหนักมูลฝอยหลังจากอบจนแห้ง (กรัม)

3. การหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Solid)

ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้หมายถึง ส่วนของมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม ้เป็นส่วนที่สามารถติดไฟหรือเผาไหม้ได้ที่ความร้อนสูง โดยแปลงสภาพเป็นก๊าซและไอน้ำ การวิเคราะห์ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Solid) ใช้วิธี Gravimetric Method มี ขั้นตอน ดังนี้

1. นำมูลฝอยที่อบแห้งสนิทแล้วมาบดด้วยเครื่องบดมูลฝอยให้มีขนาด 1.0 มิลลิเมตร
2. นำตัวอย่างมูลฝอยที่บดแล้ว นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นใน Descicator
3. สุ่มตัวอย่างมูลฝอยมาประมาณ 3-6 กรัม ใส่ใน Porcelain crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว แล้วนำไป ชั่งรวมกับมูลฝอย แล้วจดบันทึกค่า
4. นำมูลฝอยที่ชั่งแล้วไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิ 600-650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นใน Descicator เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง
5. นำ Porcelain crucible มาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง แล้วจดบันทึกค่า

การคำนวณหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

$$V = \{(W1-W2) \times 100\} / W1$$

เมื่อ V = ร้อยละของปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

W1 = น้ำหนักมูลฝอยก่อนเผา

W2 = น้ำหนักมูลฝอยที่เหลือหลังจากการเผา

4. ปริมาณคาร์บอนของมูลฝอย

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ใช้วิธี Walk and Black

การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนของมูลฝอย

$$\text{Carbon (\%)} = \text{Volatile Solid (\%)} / 1.8$$

5. วิธีการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมัก

ตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl Apparatus ดังนี้

1. นำมูลฝอยสดที่ทำการเก็บตัวอย่างมาบดให้ มีขนาด 1.0 มิลลิเมตร
2. นำตัวอย่างมูลฝอยประมาณ 0.5 กรัม ใส่ในหลอด Kjeldahl flask
3. เติมโปแตสเซียมซัลเฟต 6.7 กรัม
4. แล้วเติมคอปเปอร์ซัลเฟต 10 มิลลิลิตร
5. หลังจากนั้นเติมกรดซัลฟลูริคเข้มข้น 10 มิลลิลิตรแล้วนำไปย่อย

ขั้นตอนการย่อย

1. ย่อยเนื้อตัวอย่างที่อุณหภูมิ 200-250 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ในเครื่องย่อยตัวอย่าง
2. ย่อย เนื้อตัวอย่างที่อุณหภูมิสูงประมาณ 380 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ สารละลายใส
3. ปล่อยสารละลายให้มีอุณหภูมิลดลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศ แล้วเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
4. ทำให้เป็นด่างด้วยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปกลั่น

ขั้นตอนการกลั่น

กลั่นสารละลายในกรดบอริค 50 มิลลิลิตร โดยเก็บส่วนที่ได้ในกรดบอริคให้ได้ประมาณ 250 มิลลิลิตร ถ้ามีไนโตรเจนกรดบอริคจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว จาก นั้นนำไปไทเตรต

การไทเตรต

นำสารที่ได้ไปไทเตรตกับสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.02 N จนสารละลายเปลี่ยน จากสีเขียวเป็นสีม่วง โดยใช้ methyl-red + methylene blue เป็น Indicator

การคำนวณปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมัก

$$\mathbf{Nt = \{ (A-B) \times n \times 14 \times 100\} / C}$$

เมื่อ Nt = ร้อยละของไนโตรเจน

A = ปริมาณสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ใช้ titrate ตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาณสารละลายมาตรฐาน Sulfuric acid ที่ใช้ titrate Blank (ml)

C = น้ำหนักของมูลฝอย (mg)

N = Normality ของสารละลาย Sulfuric acid ที่ใช้titrate

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดลองทางด้านกายภาพของกองหมักมูลฝอย

ผลการทดลองทางด้านกายภาพของกองหมักมูลฝอย

ตารางผนวกที่5 ระดับอุณหภูมิตลอดระยะเวลาการหมัก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิบรรยากาศ

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณอุณหภูมิเฉลี่ยของมูลฝอยในแต่ละรูปแบบการหมัก (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิบรรยากาศ (องศาเซลเซียส)
	1	2	3	4	5	6	
1	39.5	36.5	38	34	35	32.5	30.1
2	40	39.5	40.5	39	41.5	42.5	30.5
3	37.5	36.5	39	38.5	39	40	31.4
4	35	38	35	37.5	38	36	32.6
5	34.5	36	34.5	35.5	35.5	35	33.8
6	33	35	34	34.5	34	34	31.4
7	32	31	34	34.5	34.5	34.5	30.5
8	32	34.5	35	34.5	35	35	32
9	32	35	34.5	35	35	34.5	30.7
10	31.5	33.5	34	33.5	34.5	33.5	30.8
11	31	30.5	33	33	32.5	33	32
12	31.5	30.5	33.5	33	32.5	33	32
13	31.5	31.5	33.5	32	32.5	33	32.5
14	30.5	31.5	31.5	31.5	30.5	30.5	32
15	30.5	31.5	33	31.5	31.5	32	31.8
16	30.5	30.5	32	33	31	29.5	31.8
17	28	30	30	30	29	26.5	32.8
18	29	31	31.5	31.5	30	30.5	32.8
19	31	32	32.5	32.5	30.5	31	32.8
20	31	32	32.5	32.5	30.5	31	32.5
21	30.5	32.5	34	39	33.5	32	24.4
22	31	33.5	35	39	33	32.5	24
23	33	36	35	38	33	34.5	30.5
24	32.5	34	34.5	36.5	32	33.5	30.8
25	33	33	34.5	36	32.5	33	30.2
26	33.5	34	32	36.5	32.5	33.5	30.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ปริมาณอุณหภูมิเฉลี่ยของมูลฝอยในแต่ละรูปแบบการหมัก (องศาเซลเซียส)						อุณหภูมิบรรยากาศ (องศาเซลเซียส)
	1	2	3	4	5	6	
27	33.5	33.5	34.5	36	33	33	30.4
28	32.5	31.5	33.5	35	32.5	32.5	30.8
29	32.5	31.5	33.5	34	32	32	30.7
30	33.5	32	34	34	33	32.5	32.2
31	33.5	32	34	34	32	31.5	32.8
32	33	33.5	33.5	35	33	32.5	32.6
33	30.5	31	33	32	31	30.5	32.2
34	32.5	31	32.5	33	32	31.5	32.4
35	33.5	31.5	30.5	33	31	31.5	31.4
36	33.5	31	31.5	33	31.5	31.5	32
37	33.5	31	30.5	33	31	31	32.4
38	33	32.5	33.5	34.5	34	32	32
39	33	34.5	34	34	33.5	31.5	29
40	34	32.5	32.5	34	34	31.5	31.8
41	34.5	33	34.5	34	34	32.5	31.4
42	33.5	33	34.5	33.5	33.5	32.5	32.5
43	33	32	33.5	33	32	31	32.4
44	34.5	32.5	35	32.5	32	34	33.1

ตารางผนวกที่ 6 ระดับความสูงตลอดระยะเวลาในการหมัก

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	การเปลี่ยนแปลงของความสูงเฉลี่ยของมูลฝอยในแต่ละรูปแบบการหมัก (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
8	61.5	51	54	56	57	56
9	60.5	50	53	53.5	54	53.5
10	56.5	48	51.5	52	53.5	51.5
11	55.5	46.5	50.5	49.5	51	49.5
12	55	44	49.5	48.5	51	47.5
13	54.5	43.5	48.5	47.5	50.5	46.5
14	53.5	41.5	46.5	45.5	47.5	44
15	53	40.5	44	44.5	47	41
16	52.5	40.5	44	44	46.5	40
17	52.5	39.5	44	44	46	37.5
18	51	37	42	43	44	37
19	50.5	36.5	46	42	43	36
*20	50	42.5	47.5	46.5	45.5	41
21	50	41.5	46.5	45.5	44	39
22	49.5	40.5	45	44	42	36.5
23	48.5	40	44	45.5	40.5	35.5
24	48.5	40	44	42	40	34.5
25	48	39	44	42	39	33.5
26	47.5	37	42.5	39.5	38	33.5
27	47	37	42.5	39.5	37	32.5
28	46.5	37	41.5	40.5	37	31.5
29	45.5	36.5	41	44.5	37	30.5
30	45.5	35.5	40	43	37	30.5
31	45.5	35.5	40	43	37	30.5
32	45	35.5	40	43	37	30
33	44.5	34.5	39	42	35.5	29.5

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	การเปลี่ยนแปลงของความสูงเฉลี่ยของมูลฝอยในแต่ละรูปแบบการหมัก (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
34	44	34.5	39	42	35.5	29.5
*35	47	37	38.5	36.5	42.5	33.5
36	43	36	37.5	36	38.5	33
37	46.5	33.5	36	35	37.5	31.5
38	46.5	33	35	34.5	37.5	31
39	46.5	32.5	34	33.5	31	30.5
40	46.5	29.5	33	31.5	30.5	28.5
41	46.5	29.5	33	31	30.5	27.5
*42	49.5	27	33.5	38	27	29.5
43	49.5	26.5	32.5	36	27	28.5
อัตราการลดลง	19.51	48.04	39.81	35.71	52.63	49.11

หมายเหตุ : * หมายถึง วันที่กลับกองปุ๋ยหมัก

ภาคผนวก ช

ภาพแสดงลักษณะและวิธีการการวิจัย

ภาพแสดงลักษณะและวิธีการการวิจัย

ภาพผนวกที่ 2 มูลฝอยสดที่หมักด้วยมะละกอ

ภาพผนวกที่ 3 มูลฝอยสดที่หมักด้วยสับปะรด

ภาพผนวกที่ 4 มูลฝอยสดที่หมักด้วยสะระแหน่

ภาพผนวกที่ 5 มูลฝอยสดที่หมักด้วยใบฝรั่ง

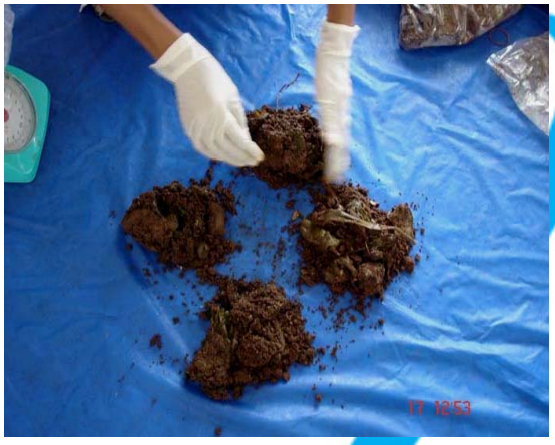
ภาพผนวกที่ 6 มูลฝอยสดที่หมักด้วยน้ำเปล่าร่วมกับดินแดง

ภาพผนวกที่ 7 บ่อหมักมูลฝอยที่รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ

ภาพผนวกที่ 8 บ่อหมักมูลฝอยรวมทั้ง 12 บ่อ

ภาพผนวกที่ 9 การตรวจวัดอุณหภูมิ

ภาพผนวกที่ 10 การเก็บตัวอย่างภายในบ่อหมักเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพผนวกที่ 11 การ Quartering เนื้อขยะ

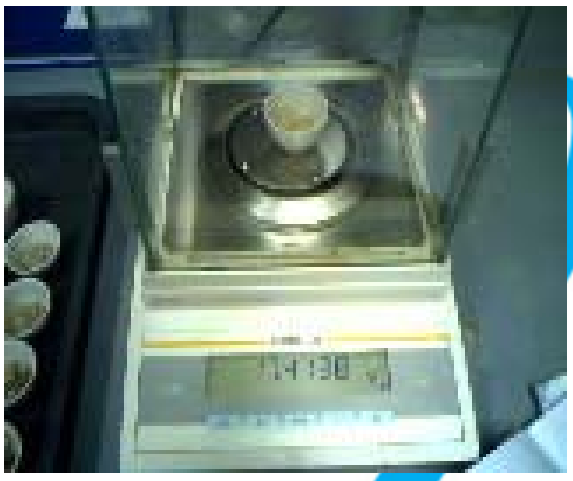
ภาพผนวกที่ 12 ชั่งน้ำหนักก่อนนำไปอบ

ภาพผนวกที่ 13 เนื้อขยะที่ชั่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ภาพผนวกที่ 14 นำไปเข้าตู้อบใช้เวลาในการอบ 2 วัน

ภาพผนวกที่ 15 นำเนื้อขยะที่อบแล้วมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ

ภาพผนวกที่ 16 นำเนื้อขยะที่ตัดไปบดให้ละเอียด



ภาพผนวกที่ 17 การชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยกระเบื้องทนความร้อนเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ Volatile Solid และคาร์บอนเพื่อหาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ภาพผนวกที่ 18 ตัวอย่างมูลฝอยที่ทำการเผาเรียบร้อยแล้ว

ภาพผนวกที่ 19 ชั่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน

ภาพผนวกที่ 20 เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 10 มิลลิลิตร

ภาพผนวกที่ 21 การ Digest ตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หาไนโตรเจน

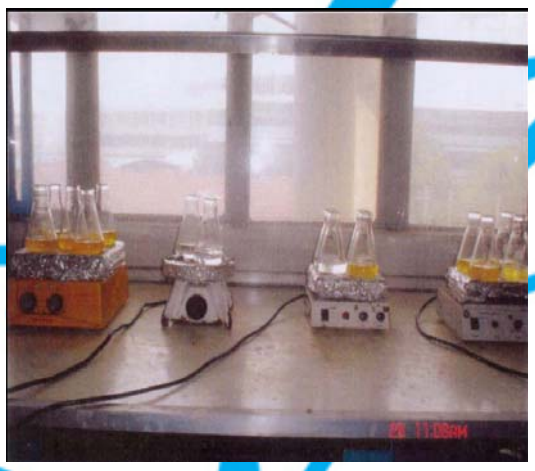
ภาพผนวกที่ 22 การกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน

ภาพผนวกที่ 23 การTritrate ตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริค 0.5 N.

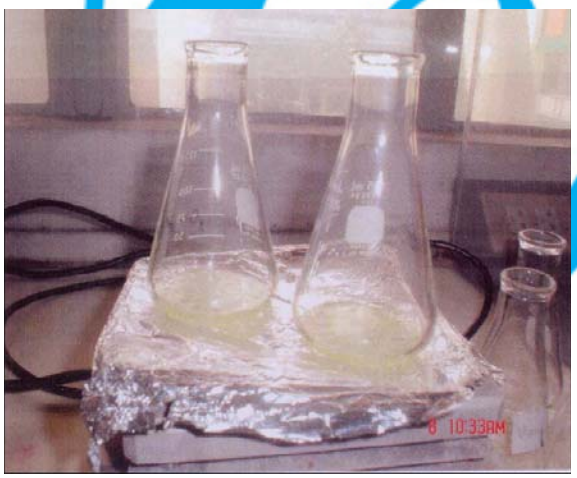
ภาพผนวกที่ 24 สารละลายมาตรฐานและน้ำตัวอย่างที่เตรียมทำการ Digestion บน Hot plate

ภาพผนวกที่ 25 น้ำตัวอย่างที่ได้จากการเก็บน้ำชะมูลฝอยก่อนนำมาวิเคราะห์

ภาพผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมด้วยเครื่อง ICPS



ภาพผนวกที่ 27 นำสารละลายมาตรฐานและน้ำตัวอย่าง Digestion บน Hot plate



ภาพผนวกที่ 28 ทำการ Digestion จนกระทั่งสารละลายเหลือน้อยที่สุด

ภาพผนวกที่ 29 ทำการ Digestion จนกระทั่งควันสีน้ำตาลของกรด HNO_3 จนหมด และควันสีขาวของ กรด H_2SO_4 ให้เหลือน้อยที่สุด

ภาพผนวกที่ 30 สารละลายมาตรฐานที่เตรียมนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร ด้วย Ultraviolet-Visible Spectrophotometer

ภาพผนวกที่ 31 เครื่อง Ultraviolet-Visible Spectrophotometer

ภาพผนวกที่ 32 การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Ultraviolet-Visible Spectrophotometer