

ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากกากันเห็ดหอม
ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

ศิริลักษณ์ หุนแดง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

ชื่อเรื่อง

ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากกากเห็ดหอม
ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

โดย

ศิริลักษณ์ หุนแดง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน จันทบาล)

วันที่ 24 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2551

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์บรรพต ดันติเสรี)

วันที่ 24 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 51

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วินิจเขตคำนวน)

วันที่ 24 เดือน 3 พ.ศ. 51

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(รองศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ดันโซ)

วันที่ 24 เดือน 5-6 พ.ศ. 51

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 8 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2551

ชื่อเรื่อง	ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจาก กากเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า
ชื่อผู้เขียน	นางสาวศิริลักษณ์ หุนแดง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเศษกากเห็ดหอมมาผลิตน้ำหมักชีวภาพ โดยทำการทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายกากเห็ดหอม และทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากกากเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นได้ทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างกากเห็ดหอมสดต่อกากน้ำตาลต่อน้ำโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ และเปรียบเทียบระยะเวลาหมักที่ 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า อัตราการหมัก 4 : 1 : 1 ที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ มีความเหมาะสมต่อการหมักกากเห็ดหอมมากที่สุด จึงนำมาใช้เป็นอัตราส่วนในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษกากเห็ดหอม

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายกากเห็ดหอม โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่เชื้อ ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO โดยเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่มีในน้ำหมักชีวภาพทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 มีค่าสูงสุด คือร้อยละ 0.34 ปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในน้ำหมักชีวภาพมีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1,325 ppm ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา มีค่าสูงสุด เท่ากับ 9,425 ppm ปริมาณแคลเซียมที่มีในน้ำหมักชีวภาพมีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1,480 ppm ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO มีค่าสูงสุด เท่ากับ 961 ppm ปริมาณค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO มีค่าสูงสุด เท่ากับ 10 mS/cm ค่าความ

เป็นกรด - ด่างในน้ำหมักชีวภาพทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 4.52 เนื่องจากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด - ด่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียม พบว่า ในน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO มีปริมาณมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการใช้เชื้อจุลินทรีย์ MMO เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า จึงมีความเหมาะสมที่สุด

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 ระยะเวลาทดลอง 49 วัน ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้านการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า ต้นคะน้าจะมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้น จำนวนใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีการเจริญเติบโตในแต่ละด้านสูงกว่าต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวและต้นคะน้าที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าสูงสุดในด้านความสูงต้น เท่ากับ 17.55 เซนติเมตร ด้านจำนวนใบ เท่ากับ 9.35 ใบ และด้านความยาวใบ เท่ากับ 24 เซนติเมตร ส่วนการใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าสูงสุดในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น เท่ากับ 2.37 เซนติเมตร ด้านความกว้างใบ เท่ากับ 17.6 เซนติเมตร น้ำหนักสด เท่ากับ 182.5 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 95.97 กรัมต่อต้น

Title	The Efficiency of Bio-Compost Liquid Produced from Shiitake Mushroom Stalk on Growth of Chinese Kale
Author	Miss Siriluk Hundang
Degree of	Master of Science in Soil Science
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Tapan Chuenbarn

ABSTRACT

This study was conducted with the following objectives: 1) to examine the utilization of shiitake mushroom stalk in making bio-compost liquid (BCL) by studying the microorganisms that were efficient in decomposing the shiitake mushroom stalk; and 2) to conduct efficiency trials for bio-compost liquid (BCL) produced from shiitake mushroom stalk for Chinese kale. In the initial experiments, a comparison was done on the proportion of shiitake mushroom stalk to sugar residue without testing microorganisms - less liquid solution. Comparison of varying fermentation periods (1, 2, 3 and 4 weeks), was then made. Results showed that a ratio of 4:1:1 at 2-week fermentation was the most appropriate for dissolving shiitake mushroom stalk, which was then used subsequently in determining the efficient microorganism that can dissolve shiitake mushroom stalk.

The experiment conducted to determine the efficiency of microorganisms in dissolving shiitake mushroom stalk was divided into four parts, as follow: 1) without microorganisms, 2) using microorganisms from the Department of Biology (Faculty of Science), 3) using LDD.2 microorganisms, and 4) using MMO microorganisms. Statistical comparisons on primary and secondary minerals, electrical conductivity, and pH values, were done. At 95% reliability, it was found that the quantity of nitrogen in all types of bio-compost was statistically non-significant with bio-compost liquid (BCL) containing microorganisms from Department of Biology and LDD.2 microorganisms having the highest value (0.34%). The quantity of phosphorus in the bio-compost liquid (BCL) was statistically significant with bio-compost liquid (BCL) containing MMO microorganisms with the highest value (1,325 ppm). The quantity of potassium in all types of bio-compost liquid (BCL) was statistically non-significant with bio-

compost liquid (BCL) containing microorganisms from the Department of Biology giving the highest value (9,425 ppm). The quantity of calcium in the bio-compost liquid (BCL) was statistically significant and the bio-compost liquid (BCL) with MMO microorganisms gave the highest value (1,480 ppm). Meanwhile, the quantity of magnesium in all types of bio-compost liquid (BCL) was statistically non-significant with bio-compost liquid (BCL) containing MMO microorganisms giving the highest value (961 ppm). On the other hand, estimated values of electrical conductivity in all types of bio-compost liquid (BCL) were also statistically non-significant, with bio-compost liquid (BCL) containing MMO microorganisms giving the highest value (10 mS/cm). The pH value in all types of bio-compost liquid (BCL) was statistically non-significant with bio-compost liquid (BCL) without microorganisms giving the highest value (4.52). The study also showed that the quantity of nitrogen, potassium, magnesium, electrical conductivity, and pH values were statistically non-significant while for phosphorus and calcium, the bio-compost liquid (BCL) with MMO microorganisms had significant higher values. Therefore, using MMO microorganisms in testing the efficiency of bio-compost liquid on the growth of Chinese kale was considered the most suitable.

In testing the efficiency of bio-compost liquid (BCL) from shiitake mushroom stalk on the growth of Chinese kale, the experiment was divided into four parts, as follow: 1) without fertilizers, 2) BCL from shiitake mushroom stalk, 3) chemical fertilizer 16-8-8, and 4) BCL from shiitake mushroom stalk with chemical fertilizer 16-8-8. On a 49-day trial, collected data at statistical differences of 95% reliability, included growth of Chinese kale observed through the following parameters: 1) height, 2) number of leaves, 3) circumference of the stalk, 4) length of the leaves, 5) width of the leaves, 6) fresh weight, and 7) dry weight and which were divided into two groups, as follow: 1) Chinese kale applied with chemical fertilizer 16-8-8, and 2) Chinese kale applied with BCL from shiitake mushroom stalk and chemical fertilizer 16-8-8. Highest values on all growth parameters were observed from Chinese kale applied with BCL from shiitake mushroom stalk only with statistical significance. On the other hand, application of chemical fertilizer 16-8-8 had highest effect on plant height of chinese kale (17.55 cm), number of leaves (9.35) and leaf width (24 cm). Application of BCL shiitake mushroom stalk and chemical fertilizer 16-8-8 caused the highest effect on stalk circumference (2.37 cm), leaf width (17.6 cm), fresh weight (182.5 g) and dry weight (95.97 g).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ รวมทั้ง รองศาสตราจารย์บรรพต ดันดิเสรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วินิจเขตคำนวม กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือจนเสร็จสิ้นการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ กิตติชัยชนานนท์ ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มต้น รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทุก ๆ ท่าน ที่กรุณาให้ความรู้ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการ ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทุก ๆ ท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์คณวัฒน์ เพ็งอัน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ MMO และในการใช้เครื่องบดจากโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ชัย พัฒนพงศา จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาปฐพีศาสตร์และการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณคุณเสกสรรค์ กันทะ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยและให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณอุ๊ยบัว ป้าแสน ป้าทา พ่อรส แม่น้อย น้ำชัยและผู้เพาะเห็ดหอมทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือจนเสร็จสิ้นลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อสถิตย์ แม่อุไร รวมทั้งญาติพี่น้องที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา

ศิริลักษณ์ หุนแดง

มีนาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญภาพผนวก	(18)
บทที่ 1 บทนำ	1
ปัญหาของการวิจัย	2
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
การผลิตเห็ดหอมในประเทศไทย	4
การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ	9
น้ำหมักชีวภาพ	11
ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ	19
หัวเชื้อจุลินทรีย์	21
กะน้ำ	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	27
การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายก้านเห็ดหอม	27
การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมต่อการ	
เจริญเติบโตของผักคะน้า	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	35
การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายก้านเห็ดหอม	37
การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมต่อการ	
เจริญเติบโตของผักคะน้า	42

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	64
ภาคผนวก ข กราฟแสดงผลการทดลอง	67
ภาคผนวก ค ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	82
ภาคผนวก ง การแปลผลธาตุอาหารต่างๆ ในดิน	106
ภาคผนวก จ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์	109
ภาคผนวก ฉ ภาพการทดลอง	117
ภาคผนวก ช ประวัติผู้วิจัย	120

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	วิตามินและแร่ธาตุบางชนิดในเห็ดหอม	6
2	ส่วนประกอบของเห็ดหอม	6
3	กรดอะมิโนในโปรตีนจากเห็ดหอม	6
4	น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร	12
5	น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร	13
6	การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตร	13
7	ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม	17
8	ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด	20
9	แหล่งปลูกที่สำคัญของผักคะน้าจีน	23
10	ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม สัปดาห์ที่ 1	35
11	ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม สัปดาห์ที่ 2	36
12	ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม สัปดาห์ที่ 3	36
13	ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม สัปดาห์ที่ 4	36
14	ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระยะเวลาหมัก 2 สัปดาห์	37
15	ความสูงของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	44
16	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	45
17	เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	47
18	ความยาวใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	49
19	ความกว้างใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	51
20	น้ำหนักสดของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	53

ตาราง

หน้า

- 21 น้ำหนักแห้งของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา
49 วัน

54



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ดอกเห็ดหอม	5
2 การเก็บดอกเห็ดหอม	8
3 การตัดแต่งก้านดอกเห็ดหอม	8
4 วัสดุเหลือใช้จากก้านเพาะเห็ดหอม	9
5 การบดเศษก้านเห็ดหอม	27
6 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวเร่งในการหมัก	28
7 การผสมเศษก้านเห็ดหอม กากน้ำตาล น้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ MMO	28
8 โรงเรือนและการเก็บถังพลาสติกดำที่ใช้ในการหมัก	29
9 ถังพลาสติกดำที่ใช้สำหรับหมักเศษก้านเห็ดหอมร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ MMO	31
10 ดันกล้าคะน้าหลังย้ายปลูก	32
11 การแบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง	33
12 การวัดความสูงของต้นคะน้า	43
13 ความสูงของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	43
14 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	45
15 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้า	46
16 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	47
17 การวัดความยาวใบของคะน้า	48
18 ความยาวใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	49
19 การวัดความกว้างใบของคะน้า	50
20 ความกว้างใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	51
21 น้ำหนักสดของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	52

ภาพ

หน้า

22 น้ำหนักแห้งของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา
49 วัน

54



สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างเห็ดหอม	65
2	ผลการวิเคราะห์น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมในห้องปฏิบัติการ	65
3	ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพทุกๆ 2 วัน ระยะเวลา 14 วัน	66
4	ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูกผักคะน้า	66
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุไนโตรเจนในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	83
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	83
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุโพแทสเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	83
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุแคลเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	84
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุแมกนีเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	84
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	84
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 2 วัน	85
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 4 วัน	85
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 6 วัน	85
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 8 วัน	86
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 10 วัน	86

ตารางผนวก	หน้า
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 12 วัน	86
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 14 วัน	87
18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนัสดหลังจากการเก็บเกี่ยว เมื่ออายุ 49 วัน	87
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งหลังจากการเก็บเกี่ยว เมื่ออายุ 49 วัน	87
20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน	88
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน	88
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน	89
23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน	89
24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน	90
25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน	90
26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน	91
27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน	91
28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน	92
29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน	92
30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน	93

[illegible]

ตารางผนวก	หน้า
46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน	101
47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน	101
48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน	102
49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน	102
50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน	103
51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน	103
52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน	104
53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน	104
54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของคะน้าหลังจากใส่น้ำหมัก ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน	105
55 การประเมินระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH)	107
56 การประเมินสมบัติทางเคมีของดิน	108
57 น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร	114
58 น้ำหมักชีวภาพจากปลาและหอยเชอร์รี่ จำนวน 50 ลิตร	115

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	68
2 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	68
3 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	69
4 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณแคลเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	69
5 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	70
6 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	70
7 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม	71
8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	71
9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	72
10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	72
11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	73
12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	73
13 ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	74
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม ทั้ง 4 ชุดการทดลอง	74

ภาพผนวก

หน้า

15	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 7 วัน	75
16	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 14 วัน	75
17	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 21 วัน	76
18	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 28 วัน	76
19	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 35 วัน	77
20	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 42 วัน	77
21	การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	78
22	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 7 วัน	78
23	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 14 วัน	79
24	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 21 วัน	79
25	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 28 วัน	80
26	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 35 วัน	80
27	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 42 วัน	81
28	จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน	81
29	ลักษณะการหมัก เมื่อระยะเวลา 14 วัน	118
30	น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมที่ผลิตได้	118

ภาพผนวก		หน้า
31	น้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลที่หมักใช้ในการวิเคราะห์	118
32	กากที่ได้จากการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาล	119
33	การเตรียมดินและต้นกล้าคะน้าก่อนการทดลอง	119
34	พื้นที่ปลูกผักคะน้า	119



บทที่ 1

บทนำ

เห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีผู้นิยมบริโภคมาช้านาน เนื่องจากเห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีรสชาติอร่อย กลิ่นหอม มีคุณค่าทางอาหารสูง และยังมีสรรพคุณทางยา เห็ดหอมมีการเพาะกันมากในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งเมื่อก่อนจะมีการนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ ปีหนึ่งๆ คิดเป็นมูลค่าหลายล้านบาท จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้มีผู้ทำการศึกษาและทดลองเพาะเห็ดหอมในประเทศไทย ผลจากการทดลองพบว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นอย่างดี โดยเฉพาะทางแถบภาคเหนือและบางจังหวัดทางภาคอีสานของประเทศไทย แต่เนื่องจากวัสดุที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นพวกไม้ก้อ ซึ่งขึ้นอยู่ในที่สูงบริเวณต้นน้ำลำธาร หากส่งเสริมให้มีการเพาะกันมากก็จะเป็นการทำลายพื้นที่ป่าบริเวณต้นน้ำ แต่ในปัจจุบันข้อจำกัดในการเพาะเห็ดหอมลดลง เนื่องจากต่อมาได้มีผู้ทำการศึกษาและทดลองจนพบว่าสามารถเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกได้ (ปัญญา, 2537) ทำให้ประเทศไทยมีการเพาะเห็ดหอมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน และบางจังหวัดทางภาคอีสาน ดังนั้นจึงเป็นการช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดการนำเข้าเห็ดหอมลงได้จำนวนมากในแต่ละปี ปัจจุบันการเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกจะใช้เชื้อเลี้ยงไม้เนื้ออ่อนเป็นวัสดุหลักในการผลิต

ในกระบวนการเพาะเห็ดหอมนั้นหลังจากเก็บผลผลิตได้แล้วเกษตรกรจะนำผลผลิตไปทำการตัดแต่งก้อนเห็ดเพื่อให้เหลือความยาวของก้อนเห็ดหอม ประมาณ 1 นิ้ว ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้มีเศษก้อนเห็ดหอมที่ถูกตัดทิ้งจำนวนมาก ในส่วนของเศษก้อนเห็ดหอมที่มีขนาดใหญ่ถูกจำหน่ายเพื่อนำไปแปรรูป และเศษก้อนเห็ดหอมที่มีขนาดเล็กจะถูกนำไปทิ้ง ทำให้เกิดปัญหากลิ่นเน่าเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์โรคและแมลงศัตรูเห็ดต่างๆ จึงเป็นที่มาของแนวคิดที่จะนำเศษก้อนเห็ดหอมมาใช้ประโยชน์เพื่อลดปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น

การนำเศษก้อนเห็ดหอมมาผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร หรือใช้ในด้านอื่นๆ และอาจจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรที่ผลิตเห็ดหอมหรือผู้ที่มีความสนใจในการทำน้ำหมักชีวภาพได้หันมาให้ความสำคัญต่อวัสดุเหลือใช้จากเห็ดหอมเหล่านี้ พร้อมทั้งเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เมื่อนำไปใช้ควบคู่กับการผลิตวิธีอื่นๆ

ปัญหาของการวิจัย

เห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีการเพาะกันอย่างแพร่หลายทางภาคเหนือและบางจังหวัดทางภาคอีสาน ซึ่งในกระบวนการเพาะเห็ดหอมนั้น หลังจากที่เกษตรกรเก็บผลผลิตจากโรงเรือนแล้ว จะนำดอกเห็ดมาทำการตัดแต่งก้านดอกตามความต้องการของตลาด ทำให้มีเศษก้านเห็ดหอมเป็นจำนวนมาก ในส่วนของเศษก้านเห็ดหอมที่มีขนาดใหญ่ถูกจำหน่ายเพื่อนำไปแปรรูป และเศษก้านเห็ดหอมที่มีขนาดเล็กจะถูกนำไปทิ้ง เกิดปัญหากลิ่นเน่าเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์โรคและแมลงศัตรูเห็ดต่างๆ จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยเพื่อนำเศษก้านเห็ดหอมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทิ้งก้านเห็ดหอมลงสู่ธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาเปรียบเทียบการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกัน 3 ชนิด โดยเปรียบเทียบจากค่าการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า (EC)
2. คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมาทำการผลิตน้ำหมักให้มีปริมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการศึกษาและทดลองในขั้นตอนต่อไป
3. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ต่อการเจริญเติบโตของคะน้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระยะเวลาและอัตราที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม
2. ทราบชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายกากันเห็ดหอมได้ดีที่สุด
3. ทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นเองต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า
4. เรียนรู้เทคนิคในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมมาใช้ในการทำการเกษตร เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณภาพผลผลิต
5. เป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดหอมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
6. เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรและประชาชนที่สนใจสามารถผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมใช้เอง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การผลิตเห็ดหอมในประเทศไทย

“เห็ดหอม” เป็นเห็ดอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีรสชาติอร่อย กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทั่วไป เห็ดหอมมีการเพาะกันมากในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น มีการนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ ปีหนึ่ง ๆ คิดเป็นมูลค่าหลายล้านบาท จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้มีผู้ทำการศึกษาและทดลองเพาะเห็ดหอมในประเทศไทย ผลจากการทดลองพบว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นอย่างดี โดยเฉพาะทางแถบภาคเหนือและบางจังหวัดทางภาคอีสานของประเทศไทย แต่เนื่องจากวัสดุที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นพวกไม้ก่อ ซึ่งขึ้นอยู่ในที่สูงบริเวณต้นน้ำลำธาร หากส่งเสริมให้มีการเพาะกันมากก็จะเป็นการทำลายพื้นที่ป่าบริเวณต้นน้ำ แต่ในปัจจุบันข้อจำกัดในการเพาะเห็ดหอมลดลง เนื่องจากได้มีผู้ทำการศึกษาและทดลองพบว่าสามารถเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกได้โดยใช้เชื้อเลี้ยงไม้นื้ออ่อนเป็นวัสดุหลักในการผลิต ทำให้ประเทศไทยมีการเพาะเห็ดหอมอย่างแพร่หลายเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน และบางจังหวัดทางภาคอีสาน เห็ดหอมเจริญเติบโตได้ดีในช่วงที่มีอากาศหนาวเย็น มีอุณหภูมิ 12 - 22 องศาเซลเซียส ดังนั้นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ (ปัญญา, 2537)

ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดหอม

การจำแนกเห็ดหอม (Taxonomy)

ชื่อวิทยาศาสตร์	: <i>Lentinus edodes</i> (Berk.) Singer.
ชื่อสามัญ	: เห็ดหอม Hoang – Ko, Shiitake (Shi-i-ta-ke)
Class	: Basidiomycetes
Subclass	: Holobasidiomycetidae
Order	: Agaricales
Family	: Tricholomataceae
Genus	: Lentinus
Species	: Edodes

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เห็ดหอมจัดเป็นเห็ดที่มีส่วนประกอบคล้ายเห็ดต่างๆ ไป (ภาพ 1) จะพิดกันที่ลักษณะและสีสันของดอก เห็ดหอมมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. หมวกดอก (cap หรือ pileus) เป็นส่วนปลายสุดของดอกที่เจริญเติบโตขึ้นไปในอากาศ หมวกดอกมีลักษณะกลม ผิวหมวกดอกด้านบนจะมีสีน้ำตาล น้ำตาลปนแดง หรือน้ำตาลเข้ม เห็ดหอมที่มีหมวกดอกสีขาวพบน้อยมาก ขนาดของหมวกดอกจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของเห็ดหอม เห็ดหอมบางพันธุ์อาจมีขนหรือเกล็ดหยาบๆ ติดอยู่บนหมวกดอกก็ได้

2. ครีบดอก (gills หรือ lamellae) ครีบดอกของเห็ดหอมจะมีลักษณะเป็นแผ่นบางสีขาว เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก เมื่อดอกแก่ ครีบดอกจะมีสีเข้ม

3. สปอร์ (spore) สปอร์ของเห็ดหอมไม่มีสี ผนังสปอร์บางสปอร์มีลักษณะค่อนข้างกลม เมื่อสปอร์มาอยู่รวมกันจะมีสีขาว ขนาดของสปอร์จะเล็กกว่าสปอร์ของเห็ดฟาง สปอร์ของเห็ดหอมมีขนาด ประมาณ 10.62×11.25 ไมครอน

4. ก้านดอก (stalk หรือ stipe) ก้านดอกของเห็ดหอมจะมีสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน แต่ถ้าถูกกับอากาศจะมีสีเข้ม ก้านดอกของเห็ดหอมมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 - 2 เซนติเมตร เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ ก้านดอกของเห็ดหอมจะเหนียวกว่าก้านดอกเห็ดฟาง (ปัญญา, 2537)



ภาพ 1 ดอกเห็ดหอม

คุณค่าทางโภชนาการ

โดยทั่วไปเห็ดที่กินได้จะมีเนื้ออ่อนนุ่มหรือกรอบน่ากิน จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าเท่าเทียมผัก ดอกเห็ดมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 90 นอกนั้นเป็นโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ซึ่งมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 มากกว่าชนิดอื่นๆ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) สำหรับเห็ดหอมพบว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง ดังแสดงในตาราง 1 2 และ 3

ตาราง 1 วิตามินและแร่ธาตุบางชนิดในเห็ดหอม (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)

ชนิด	เห็ดหอมสด	เห็ดหอมแห้ง
วิตามินบี 1	7.8	0.4
วิตามินบี 2	4.9	0.9
ไนอาซีน	54.9	11.9
วิตามินซี	-	-
แคลเซียม	98	12
ฟอสฟอรัส	476	171
เหล็ก	8.5	4.0
โซเดียม	61	19
โพแทสเซียม	ไม่มีรายงานที่แน่ชัด	380

ที่มา : ปัญญา (2537)

ตาราง 2 ส่วนประกอบของเห็ดหอม (ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)

ชนิด	ความชื้น	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	พลังงาน กก. แคลอรี
เห็ดหอมสด	90.5	67.5	17.5	8.0	8.0	7.0	387
เห็ดหอมแห้ง	15.8	82.3	10.3	1.9	6.5	5.5	375

ที่มา : ปัญญา (2537)

ตาราง 3 กรดอะมิโนในโปรตีนจากเห็ดหอม

ชนิดของกรดอะมิโน	จำนวน
ไอโซลิวซีน (isoleucine)	218 มิลลิกรัม
ลิวซีน (leucine)	348 มิลลิกรัม
ไลซีน (lysine)	174 มิลลิกรัม
เมทไทโอนีน (methionine)	87 มิลลิกรัม

ตาราง 3 (ต่อ)

ชนิดของกรดอะมิโน	จำนวน
ซิสทีน (cystine)	ไม่มีรายงานที่แน่ชัด
ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine)	261 มิลลิกรัม
ไทโรซีน (tyrosine)	174 มิลลิกรัม
ทรีโอนีน (treonine)	261 มิลลิกรัม
ทริプトเฟน (tryptophan)	ไม่มีรายงานที่แน่ชัด
วาลีน (valine)	261 มิลลิกรัม
อะจินีน (agenine)	348 มิลลิกรัม
ฮิสติดีน (histidine)	87 มิลลิกรัม
อะลานีน (alanine)	305 มิลลิกรัม
กรดแอสปาร์ติก (aspartic acid)	392 มิลลิกรัม
กรดกลูตามิก (glutamic acid)	1349 มิลลิกรัม
ไกลซีน (glycine)	218 มิลลิกรัม
โพรลีน (proline)	218 มิลลิกรัม
ซีรีน (serine)	261 มิลลิกรัม
กรดอะมิโนทั้งหมด	3,762.8 มิลลิกรัม
กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์	1,784 มิลลิกรัม

ที่มา : ปัญญา (2537)

นอกจากนี้สถาบันมะเร็งแห่งชาติของญี่ปุ่นและมหาวิทยาลัยแพทยรัฐเซาท์แคลิฟอร์เนียของสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมกันค้นคว้าวิจัยเห็ดหอม พบว่าเห็ดหอมยังมีคุณสมบัติทางด้านเภสัช เนื่องจากมีสารพิเศษที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย คือ

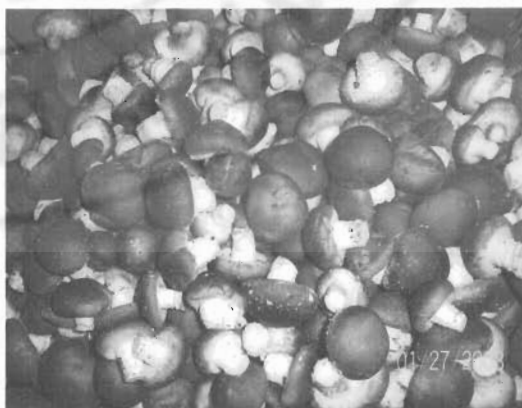
1. มีคุณสมบัติช่วยลดไขมันในเส้นเลือด เนื่องจากมี สาร eritadenin
2. มีคุณสมบัติต่อต้าน โรคมะเร็ง สามารถในการสกัดกั้นการเจริญของเนื้องอกได้ โดยเฉพาะมะเร็งในกระเพาะอาหารเนื่องจากมีสารพวก lentinan, pachymaran และ carboxyl methyl pachymaran
3. เป็นสารที่ต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหวัด หัด และโปลิโอ

การเก็บดอกและการตัดแต่งก้านเห็ดหอม

ในการเก็บเห็ดหอมนั้น โดยทั่วๆ ไปแล้วจะต้องสังเกตการเจริญเติบโตของหมวกดอกเป็นเกณฑ์ คือเมื่อตรงปลายขอบของดอกเห็ดที่มีวงจติดอยู่กับโคนก้านดอกเริ่มขยายตัวเต็มที่จนเห็นเนื้อเยื่อที่เชื่อมระหว่างขอบหมวกและก้านดอกเริ่มบางและเริ่มแยกออกจากกัน ซึ่งระยะนี้ดอกเห็ดจะมีเนื้อแน่น น้ำหนักดี เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดที่ควรเก็บ (ภาพ 2) และหลังจากที่เก็บดอกเห็ดแล้วจะต้องมีการตัดแต่งก้านดอก เพื่อเอาเศษวัสดุเพาะที่ติดมาด้วยออกไป ซึ่งจะต้องใช้มีดบางคมๆ หรือกรรไกรที่คม ตัดให้ดอกอยู่ในลักษณะที่สมบูรณ์ ซึ่งโดยปกติแล้วดอกเห็ดหอมที่มีก้านสั้นจะมีคุณภาพดีกว่าดอกเห็ดหอมที่มีก้านยาว (ภาพ 3) จากการตัดแต่งก้านดอกเห็ดทำให้มีเศษก้านดอกเห็ดเป็นจำนวนมาก (ภาพ 4) เมื่อนำเฉพาะก้านเห็ดหอมไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพบว่ามียาปฏิชีวนะที่เป็นประโยชน์ (ตารางผนวก 1)



ภาพ 2 การเก็บดอกเห็ดหอม



ภาพ 3 การตัดแต่งก้านดอกเห็ดหอม



ภาพ 4 วัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดหอม

การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุ หมายถึง สารต่างๆ ที่มาจากสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ชั้นสูงหรือชั้นต่ำ รวมทั้งสิ่งที่ถูกปลดปล่อยหรือขับถ่ายออกมาจากสิ่งมีชีวิต และเมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นตายลงก็จะให้เศษซากของร่างกายซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุด้วยเช่นกัน และสามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (วิทยา, 2530)

แหล่งที่มาของอินทรีย์วัตถุตามธรรมชาติส่วนใหญ่จะมาจากพืช พืชประกอบด้วย น้ำ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ส่วนประกอบที่เป็นน้ำจะอยู่ระหว่าง ร้อยละ 50 - 95 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและอายุของพืชชนิดนั้นๆ พืชสีเขียวที่ยังสดอยู่จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบโดยเฉลี่ยร้อยละ 75 ส่วนที่ไม่ใช่น้ำเมื่อวิเคราะห์ดูปรากฏว่าเป็นคาร์บอนร้อยละ 11 ออกซิเจนร้อยละ 10 ไฮโดรเจนร้อยละ 2 และเถ้าร้อยละ 2

สารประกอบที่มีมากที่สุดในพืชได้แก่ เซลลูโลส รองลงมาได้แก่เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน โปรตีน แป้งและน้ำตาล ตามลำดับ แต่ในซากสัตว์หรือจุลินทรีย์จะมีสารประกอบที่ย่อยสลายได้ง่ายกว่า และไม่มีผนังเซลล์แบบพืช ซึ่งมี เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นองค์ประกอบสำคัญ อย่างไรก็ตามการสลายตัวของสารประกอบเหล่านี้มีรูปแบบใกล้เคียงกัน คือ สารประกอบแต่ละชนิดจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากง่ายแตกต่างกันออกไป กล่าวคือน้ำตาล กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่ละลายน้ำได้มักเป็นส่วนที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้เลยสำหรับแป้งหรือโปรตีน ต้องถูกย่อยสลายให้กลายเป็นน้ำตาลหรือกรดอะมิโนก่อนถูกนำไปใช้ แต่ก็ยังจัดเป็นสารประกอบประเภทที่ย่อยสลายได้ง่ายเช่นกัน การย่อยสลายสารประกอบเหล่านี้จึงเกิดขึ้นก่อนและเป็นแหล่งอาหารสำคัญทำให้ประชากรของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกๆ ของการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกแบคทีเรียและเชื้อรา

เฮมิเซลลูโลส เป็นสารประกอบประเภทพอลิเมอร์ของน้ำตาล hexose, pentose และ uronic acid ตามโครงสร้างแล้ว เฮมิเซลลูโลสย่อยสลายได้ง่าย แต่ในธรรมชาติสารนี้มักเกาะเป็นโครงสร้างซับซ้อนกับสารอื่นเช่น เซลลูโลส หรือลิกนิน ทำให้ย่อยสลายได้ยากขึ้น เซลลูโลส เป็นสารที่พบมากที่สุดในพืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสเช่นเดียวกับแป้ง แต่มีโครงสร้างแข็งแรงย่อยสลายได้ยาก สำหรับลิกนิน มีอยู่ในพืชประมาณ ร้อยละ 10 - 30 เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อน โดยมีสารประกอบประเภท aromatic ring เป็นแกนหลักของโมเลกุล ทำให้สลายตัวได้ยากมาก การที่มีสมบัติย่อยสลายได้ยากประกอบกับมีอยู่เป็นปริมาณค่อนข้างมากในพืชนี้เอง ปริมาณลิกนินที่มีอยู่ในพืชจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะกำหนดว่าเศษพืชจะย่อยสลายได้ยากหรือง่าย โดยทั่วไปแล้วเมื่อพืชอายุมากขึ้นการสะสมของลิกนินภายในต้นพืชก็มากขึ้นด้วยทำให้สลายตัวยากขึ้นไปอีก

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ได้แก่พวก “heterotrophic” คือพวกที่ต้องรับแหล่งของพลังงานและคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุหรืออินทรีย์สาร โดยมีเอนไซม์ (enzyme) เป็นตัวทำหน้าที่ย่อยสลาย ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีเอนไซม์ที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานและคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปโดยตรง 2) จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อินทรีย์-สารที่เกิดขึ้นระหว่างการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไป และ 3) จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานและคาร์บอนจาก protoplasm ของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ 1 และ 2 และจากที่มีการศึกษาอิทธิพลของอินทรีย์สารที่บริสุทธิ์ที่มีต่อกิจกรรม หรือการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ดิน ปรากฏผลดังนี้ คือ น้ำตาล กระตุ้นการเจริญและการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียได้ดีที่สุด แป้ง กระตุ้นการเจริญของแอคติโนมัยซีท cellulose ทำให้ราเพิ่มปริมาณได้ดีที่สุด และอินทรีย์สารจำพวกโปรตีนและกรดอะมิโน เช่น เลือดแห้ง และ peptone กระตุ้นการเจริญและการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียพวก spore - forming bacilli ได้ดีที่สุด (สมศักดิ์, 2528)

จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา แอคติโนมัยซีท สาหร่าย โปรโตซัว รวมทั้งไวรัส ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้อย่างหนึ่ง คือ อุณหภูมิ การหมุนเวียนของอากาศในดิน ความชื้น และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นต้น (นลินและศรีกาญจนา, 2548) แต่สำหรับในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพนั้น จุลินทรีย์ที่พบก็มีหลายประเภทเช่นกันแต่จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา โดยมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ และเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ (อานันท์, 2549) โดยที่อัตราความเร็วของการสลายตัวถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เช่น ธรรมชาติของสารประกอบอินทรีย์ในพืช อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด (C : N ratio) ของเศษพืช ตลอดจนสภาพแวดล้อมของ

การสลายตัว เช่น การถ่ายเทอากาศ ระดับความชื้น อุณหภูมิ และความเป็นกรด - ด่าง (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) โดยทั่วไปพืชจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คือ ประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักแห้ง แต่องค์ประกอบที่เป็นไนโตรเจนจะแตกต่างกันมาก ซึ่ง โดยส่วนใหญ่แล้วค่า C : N ratio ควรมีค่าประมาณ 20 : 1 (Nyle, 1974)

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ เป็นน้ำหมักที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ ชนิดอื่นๆ ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่นกับกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง และผ่านกระบวนการหมัก หรือย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (อานันท์, 2549) ซึ่งวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์จะมีลักษณะสด หรือ มีความชื้นสูงในลักษณะเป็นของเหลว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ถือได้ว่าการทำน้ำหมักชีวภาพเป็น การนำของเหลือใช้จากภาคการเกษตรหรือจากครัวเรือนที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษกลับมาใช้ ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับนี้อาจจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อภาคการเกษตร คือ ใช้ในการผลิตพืชหรือการเลี้ยงสัตว์

โดยที่กระบวนการหมักจะเป็นการย่อยสลายเศษซากพืชหรือสัตว์ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ซึ่งการหมักมีสองแบบ คือ หมักแบบต้องการ ออกซิเจนและหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักมีทั้งพวกที่ ต้องการออกซิเจน และพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยส่วนใหญ่การหมักจะเป็นกระบวนการ ย่อยสลายในสภาพที่ไม่ต้องการออกซิเจน มีอุณหภูมิประมาณ 15 - 45 องศาเซลเซียส บางระบบ มีอุณหภูมิ 38 - 55 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์จะเป็นพวก mesophilic ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ส่วนพวกเมอแคปเทนและก๊าซซัลไฟด์ปลดปล่อยออกมาเล็กน้อย (Jack, 1995) ซึ่ง Iwao (1984) กล่าวว่า ในระบบการย่อยอินทรีย์วัตถุในดินแบบไม่ใช้ออกซิเจน นั้นจะได้สารผลิตภัณฑ์คือ ก๊าซไฮโดรเจน มีเทน แอมโมเนีย กรดไขมัน อัลกอฮอล์ อามีน และกรดฟีนอลิก

สารละลายเข้มข้นที่ได้ อาจจะมีสีน้ำตาลเข้มในกรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมี สีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ซึ่งถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะมี สารประกอบ ดังนี้ สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน สอร์บอน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งออกตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้น สารที่สกัดได้จากเซลล์พืชผัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้
2. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ เช่น น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากปลา เป็นน้ำหมักที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด ผ่านกระบวนการหมักโดยใช้เอนไซม์ ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากการหมักแล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส และสารอินทรีย์อื่นๆ

การผลิตน้ำหมักชีวภาพ

ปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงผู้ที่มีความสนใจในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีเทคนิคและสูตรในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป จากการผลิตน้ำหมักชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดินโดยใช้เชื้อ พด. 2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการหมักจะใช้อัตราส่วนคือ เศษวัสดุ (พืช) ต่อกากน้ำตาลต่อน้ำ เป็นอัตราส่วน 4 : 1 : 1 และเศษวัสดุ (สัตว์) ต่อกากน้ำตาลต่อน้ำ เป็นอัตราส่วน 3 : 1 : 1 ซึ่งแสดงในตาราง 4 และตาราง 5 และมีการแนะนำการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตร ดังตาราง 6

ตาราง 4 น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาหมัก 7 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ผักหรือผลไม้	40 กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร
สารเร่ง พด. 2	1 ช้อน (25 กรัม)

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตาราง 5 น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาหมัก 21 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ปลา	30 กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10 กิโลกรัม
ผลไม้	10 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร
สารเร่ง พด. 2	1 ชอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตาราง 6 การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตร

พื้นที่เกษตร	อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพ	วิธีการใช้
1. ข้าว		
1.1 แช่เมล็ดพันธุ์ข้าว	น้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร/เมล็ดข้าว 20 กิโลกรัม	แช่เมล็ดข้าว 12 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นพักไว้ 1 วัน จึงลงปลูก
1.2 ช่วงเตรียมดิน	น้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 100 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินระหว่างเตรียมดินหรือก่อนไถกลบตอซัง
1.3 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 120 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดิน เมื่อข้าวอายุ 30 วัน และ 60 วัน
2. พืชไร่		
2.1 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 400 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 200 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน ก่อนออกดอกและช่วงติดผล
2.2 แช่ท่อนพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลัง	น้ำหมักชีวภาพ 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	แช่ท่อนพันธุ์อ้อยหรือมันสำปะหลังเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จึงลงปลูก
3. พืชผักและไม้ดอก	น้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 50 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน
4. ไม้ผล	น้ำหมักชีวภาพ 200 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 100 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 1 เดือน ช่วงกำลังเจริญเติบโต ก่อนออกดอกและช่วงติดผล
5. บ่อเลี้ยงหรือบ่อปลา	น้ำหมักชีวภาพ 100 มิลลิลิตร/ปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร	ใส่ลงในบ่อทุกๆ 10 วัน

ตาราง 6 (ต่อ)

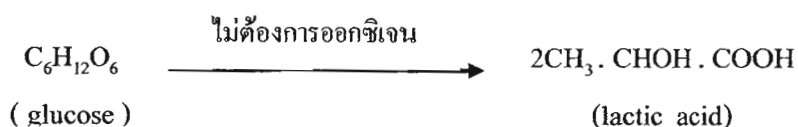
พื้นที่เกษตร	อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพ	วิธีการใช้
6. คอกเลี้ยงสัตว์	น้ำหมักชีวภาพ 25 มิลลิลิตร/น้ำ 2.5 ลิตร/พื้นที่ 1 ตารางเมตร	ฉีดพ่นหรือรดลงพื้นในคอกเลี้ยงสัตว์หรืออาบน้ำให้กับสัตว์เลี้ยง
7. การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช	น้ำหมักชีวภาพ 120 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60 ลิตร	ฉีดพ่น ทุกๆ 3 วัน ติดต่อกัน 3 ครั้ง จะช่วยลดการแพร่ระบาดของหนอนผักเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ โรครา และโคนเน่า โรคใบจุดและราสนิม

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ชนิดและบทบาทหน้าที่ของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

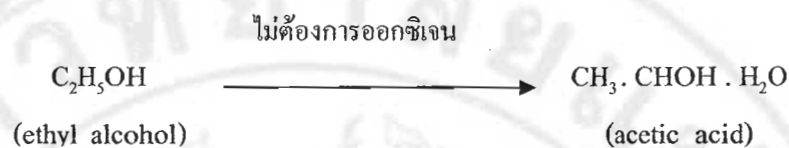
จุลินทรีย์ที่มีในน้ำหมักชีวภาพมีหลายประเภทแต่จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา โดยมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ และเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ บทบาทของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักมีดังนี้

1. กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น gram-positive asporogenous rod - shaped bacteria ไม่มีการสร้างสปอร์ เจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนและใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่ม lactic acid bacteria แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งเรียกว่า homofermentative จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะให้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติก (lactic acid) เท่านั้น กลุ่มที่สองเรียกว่า heterofermentative หลังจากกระบวนการหมักจะได้กรดแลคติก กรดอะซิติก ฟอรั่มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปจะมีความสามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดจัด



2. กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก (acetic acid bacteria) กลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน Family Pseudomonadaceae รูปร่างเป็นท่อนแต่หลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไมกระบอง

โค้งมี flagella เคลื่อนที่ได้เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน ทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ดี ที่มีค่า pH ต่ำ ระหว่าง 3.0 - 3.5 ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* sp. บทบาทสำคัญคือ จะใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งพลังงานและอาหารให้เป็นกรดอะซีติก โดยปฏิกิริยา oxidation ในสภาพที่มีออกซิเจน ในกระบวนการดังกล่าวจะเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้น เช่น อัลดีไฮด์ (aldehyde) เอสเทอร์ (ester) มีปฏิกิริยาดังนี้

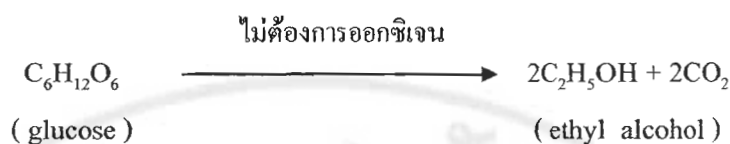


3. กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ในโตรเจน เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ในโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ในโตรเจนประกอบด้วย แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีท ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวส่วนใหญ่จะได้ แอมโมเนีย จึงเรียกจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า ammonifiers กลุ่มแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* sp. สามารถผลิต extracellular enzyme ออกมานอกเซลล์เรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

4. กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัสจะแปรรูปฟอสฟอรัสทั้งที่เป็นอินทรีย์และพวกอนินทรีย์ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยสารประกอบของอินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งยังไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะอยู่ในรูปของ phytin และ phosphoric acid จุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ phytase phosphate nucleotidase และ glycerophosphate เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เรียกว่า orthophosphate ซึ่งเป็นพวก mono dehydrogenase phosphate ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. และราในสกุล *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. เป็นต้น

5. กลุ่มยีสต์ (Yeasts) จะเกี่ยวข้องกับการหมักจะมีการสร้าง ascospores แบบอาศัยเพศอยู่ใน asci ได้แก่ ยีสต์สกุล *Saccharomyces* sp. และ *Candida* sp. ยีสต์จะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ดังนั้น ในกระบวนการหมักยีสต์จะมีหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากหมักได้ 1 - 2 วัน จะได้กลิ่นแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เกิดขึ้นในสภาพที่ไร้อากาศ และยังมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ glycerol, acetic acid, organic acid, amino acid, purines, pyrimidines และยังมีผลิตวิตามิน และฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ซึ่งระหว่างการหมักจะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่ำมาก แต่ยีสต์เจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกรดอยู่ระหว่าง 5.0 - 6.5 และดำรงอยู่ได้ใน

สภาพที่มีค่า pH ของน้ำหมักระหว่าง 1.5 - 3.5 สภาพที่ค่า pH ของน้ำหมักต่ำจะมีผลดีต่อการควบคุมกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2540)



นอกจากนี้ยังมีราเส้นใย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ จึงมักพบอยู่ด้านบนผิวหน้าของน้ำหมักชีวภาพ หรือบนพื้นผิวภาชนะที่มีน้ำตาดคิอยู่ เนื่องจากลักษณะของการทำน้ำหมักชีวภาพเป็นการหมักที่มีออกซิเจนน้อย สภาพดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราเส้นใย ซึ่งพบในกลุ่มรา *Phycomycetes* ได้แก่ ราในสกุล *mucor* และอื่น ๆ (อานัฐ, 2549)

จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้หลังจากกระบวนการหมักได้เสร็จสิ้นลงแล้วจะมีหลายกลุ่ม และหลากหลายสายพันธุ์ โดยจุลินทรีย์ที่พบเป็นจำนวนมากที่สุดและมีหลากหลายสายพันธุ์ในน้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ คือ แบคทีเรีย ซึ่งแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก พวกแกรมลบจะมีอยู่น้อยมาก ซึ่งแบคทีเรียแกรมบวกส่วนใหญ่ที่พบจะอยู่ในสกุล *Bacillus* เช่น *Bacillus mycoides*, *Bacillus cereus* และ *Bacillus circulans* แบคทีเรียอีกกลุ่มที่พบ คือ แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ที่พบมาก ได้แก่ *Lactobacillus* sp. ที่พบบ้างเล็กน้อย ได้แก่ *Pediococcus* sp. *Streptococcus* sp. และ *Leuconostoc* sp. ซึ่งจะพบในน้ำหมักทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นน้ำหมักจากพืชสีเขียว น้ำหมักจากผลไม้ หรือน้ำหมักจากสัตว์ เช่น ปลา หอย และไข่ เป็นต้น ซึ่งจะลดปริมาณและความหลากหลายลงเมื่อเวลาผ่านไป รองลงมาคือ เชื้อรา และเชื้อราที่พบส่วนใหญ่เป็นยีสต์ เช่น *Saccharomyces Cerevisiae*, *Candida zeylanoides*, *Candida boidinii* และ *Candida krusei* โดยจะพบมากในน้ำหมักจากพืชสีเขียวและน้ำหมักจากปลา และจะลดจำนวนลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการหมักเช่นเดียวกับแบคทีเรีย ส่วนราเส้นใย (*mucor*) มีอยู่น้อยในน้ำหมักขึ้นอยู่กับสภาพออกซิเจนในกระบวนการหมัก ถ้าการหมักไม่เว้นพื้นที่อากาศให้เหลืออยู่ 1 ใน 3 ของภาชนะหมัก ก็อาจจะพบน้อยหรือไม่พบเลย ส่วนจุลินทรีย์อื่นๆ พบเป็นส่วนน้อย (อานัฐ, 2549) ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยทั่วไป ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม

ชนิดของจุลินทรีย์	จุลินทรีย์ที่พบ (%)	จำนวนเซลล์ต่อมิลลิลิตร
แบคทีเรีย	100	10^2 - 10^8 (100 - 100,000,000)
แบคทีเรียกลุ่มกรดแลกติก	40	10^3 - 10^8 (1,000 - 100,000,000)
ยีสต์	18	10^1 - 10^7 (10 - 10,000,000)
ราเส้นใย	27	10^1 - 10^6 (10 - 1,000,000)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2545)

การพิจารณากิจกรรมทางกายภาพในระหว่างการหมัก

1. การเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนีของจุลินทรีย์อยู่ที่ผิวหน้าของวัสดุหมักในช่วง 1 - 3 วันแรกของการหมัก เนื่องจากการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงานเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวนเซลล์
2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของวัสดุและใต้ผิววัสดุหมัก เนื่องจากกระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตกรดอินทรีย์
3. การผลิตแอลกอฮอล์มากขึ้น โดยได้กลิ่นของแอลกอฮอล์ค่อนข้างฉุน ซึ่งเกิดขึ้น โดยการผลิตยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดอินทรีย์พวกกรดแลกติก
4. ความใสของสารละลาย ลักษณะเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่เกิดการเน่าเสีย (เรืองฤทธิ์, 2547)

การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่หมักสมบูรณ์แล้ว

น้ำหมักชีวภาพที่กระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. เมื่อดมกลิ่นของน้ำหมักที่ได้จะไม่มีกลิ่นเหม็น โดยน้ำหมักที่หมักเสร็จสมบูรณ์จะมีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือซีอิ๊ว มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นและไม่มีความหวานของน้ำตาลเหลืออยู่
2. ไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผุดขึ้น เนื่องจากกระบวนการหมักได้เสร็จสิ้น
3. น้ำหมักที่ได้จะมี pH เป็นกรด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3 - 4 (อานันท์, 2549)

คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

1. มีสารโหมนหลายชนิด เช่น ออกซิจน ไชโตโคนิน และจิบเบอรเรลลิน
2. มีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลกติก กรดอะซีติก กรดอะมิโน และ กรดฮิวมิก

3. มีวิตามินบี
4. มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3 - 4
5. มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 20 เดซิซีเมนต่อเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

วิธีกรใช้น้ำหมักชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ คือ

1. น้ำหมักชีวภาพมีค่าความเข้มข้นของสารละลายสูง (ค่า EC เกิน 4 dS/m) และเป็นกรดจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3.6 - 4.5 ก่อนนำไปใช้กับพืชต้องปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างให้เป็นกลางเสียก่อน โดยเติม หินฟอสเฟต ปูนโดโลไมท์ ปูนขาว กระดุกปูน อย่างใดอย่างหนึ่ง อัตรา 5 - 10 กิโลกรัม / น้ำหมักชีวภาพ 100 ลิตร แล้วจึงผสมน้ำหมักชีวภาพอัตรา 30 - 50 ซีซี / น้ำ 20 ลิตร
2. น้ำหมักชีวภาพจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้สูงสุด ต้องใช้เวลาในการหมักจนแน่ใจว่าจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์สารสมบูรณ์แล้ว จึงสามารถนำไปใช้กับพืชได้
3. น้ำหมักชีวภาพแต่ละสูตรจะมีสารโหมนพืชในระดับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้ตรงกับความต้องการของพืชปลูกชนิดนั้น ๆ (จรัส, 2544)
4. การใช้น้ำหมักชีวภาพ ควรใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก โดยจะใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกคลุกลงในดินขณะเตรียมดินปลูก และใช้น้ำหมักชีวภาพเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต ซึ่งน้ำหมักชีวภาพสามารถนำมาใช้ได้ทั้งกับพืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และไม้ผล
5. ความถี่ในการให้น้ำหมักชีวภาพ จะให้บ่อยครั้งแค่ไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการของพืช สังเกตได้จากใบพืชที่มีสีเขียวเข้มหรือซีดเกินไป หากพืชที่ได้รับธาตุอาหารมากหรือน้อยเกินไปจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารพอเหมาะจะแข็งแรงและสามารถต้านทานโรคและแมลงได้ดีกว่า (ทิพวรรณ, 2547)

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

ด้านการเกษตร

1. ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง ในดินและน้ำ
2. ช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
3. ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช
4. ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์ แข็งแรงตามธรรมชาติ ด้านทานโรคและแมลง
5. ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
6. ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

ด้านปศุสัตว์

1. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ได้ภายใน 24 ชั่วโมง
2. ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ ภายใน 1 - 2 สัปดาห์
3. ช่วยป้องกันโรคอหิวาห์และโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ และอื่นๆ ได้
4. ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน โดยไม่ให้เข้าคักคั่ว
5. ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค

ด้านการประมง

1. ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
2. ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
3. ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆในปลา กบ จระเข้ ฯลฯ ได้
4. ช่วยลดปริมาณจีเลนในบ่อ ช่วยให้ปลาไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมักได้

ด้านสิ่งแวดล้อม

1. ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน ฯลฯ
2. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
3. ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตร
4. กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
5. ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่น และมีสภาพดีขึ้น

ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจในการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆ มาผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดนั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด

ผู้ผลิต	วัสดุที่ใช้	ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง					
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	กำมะถัน
กรมพัฒนาที่ดิน	ปลา	0.38	1.12	1.03	1.66	0.24	0.20
	ผัก	0.14	0.30	0.04	0.68	0.26	0.27
	ผลไม้รวม	0.27	0.05	0.67	0.58	0.01	0.17
	หอยขม	0.35	0.25	0.85	1.65	0.29	0.15
	พืชพื้นเมือง	0.23	0.01	0.39	0.06	0.03	0.66
	นม	0.08	0.14	0.17	0.07	0.08	0.17
	เลือดปลา	0.84	0.006	0.004	0	0	0
รวมพร	เศษผัก	0.31	0.04	2.86	0.39	0.07	-
	เศษปลา	0.77	0.27	3.35	1.00	0.08	-
	เศษอาหาร	0.37	0.07	2.64	0.34	0.07	-

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545) และรวมพร (2546)

แต่ทั้งนี้ในการนำน้ำหมักชีวภาพซึ่งได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ไปใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตพืชนั้น ทางคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ม.ป.ป.) ได้ให้แนวคิดว่า เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ย เพราะในน้ำหมักชีวภาพนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยโดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยมาก กล่าวคือ มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชที่มีมากกว่าธาตุอาหารพืชอื่นๆ) เพียงร้อยละ 0.01 - 3.5 โดยน้ำหนัก ต่อหนึ่งธาตุ และในการนำไปใช้จะต้องใช้ความเข้มข้นที่ต่ำมากๆ โดยการผสมกับน้ำจนเจือจางมาก ๆ ดังนั้น เพื่อให้เกิดผลดีแก่พืชและประสบความสำเร็จในการผลิตพืช จึงควรจะใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมีประกอบกันให้เหมาะสมกับดินแต่ละแห่ง แต่ละสภาพการเพาะปลูก แต่ละชนิดของพืช และปัญหาทางด้านเศรษฐกิจสังคมของเกษตรกร นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดิน (2547) ยังมีการแนะนำให้เกษตรกรทำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในพื้นที่

เพาะปลูกก่อนการใช้น้ำหมักชีวภาพ หรืออาจใช้น้ำหมักชีวภาพนี้เป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตพืช ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ได้ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก การเขตกรรม การปรับปรุง พันธุ์พืช ตลอดจนใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นน้ำหมักที่ผลิตจากพืชและ สมุนไพรชนิดต่างๆ เข้ามาผสมผสานกันในการทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์หรือเกษตร ธรรมชาติ (อานัฐ, 2549)

นอกจากนี้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากสารอินทรีย์เหล่านี้คือ ความมีความระมัดระวังในการเลือกสารอินทรีย์ที่จะมาใช้ในการหมัก หากมีการนำเอาวัสดุที่มีเชื้อ โรคมาทำน้ำหมักชีวภาพอาจจะเป็นการแพร่เชื้อโรคพืชได้

หัวเชื้อจุลินทรีย์

ปัจจุบันได้มีผู้ศึกษาทดลองเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อสามารถนำไปใช้ใน กระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับวัสดุที่จะใช้ในการผลิตที่มี ความแตกต่างกันออกไป หัวเชื้อจุลินทรีย์ในปัจจุบันมีทั้งที่ผลิตเพื่อใช้เอง โดยการเก็บเชื้อที่มีอยู่ ในธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้นๆ ซึ่งเป็นการยุ่งยากและเสียเวลา และหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ภาครัฐ และเอกชนได้ทำการผลิต โดยมีการคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจากธรรมชาติ เพื่อ ใช้เป็นสารเร่งในการทำน้ำหมักชีวภาพให้เกิดการสลายตัวได้เร็วยิ่งขึ้น และเป็นการส่งเสริมให้ เกษตรกรผู้ที่สนใจสามารถผลิตน้ำหมักชีวภาพได้โดยไม่ยุ่งยาก และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักมาใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ก็สามารถทำได้ เช่นกัน มีตัวอย่างดังนี้

สารเร่ง พด. 2 ผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลาย วัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียก หรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพ โดยดำเนินการหมัก ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งกรม พัฒนาที่ดินสามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากเศษเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ จากดินบริเวณรากหญ้าแฝกและจากตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำแบบธรรมชาติของ เกษตรกร ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ ดังนี้

ก. ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และวิตามินบี *Saccharomyces* sp.

ข. แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก *Lactobacillus* sp.

ค. แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีน *Bacillus* sp.

ปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพ MMO สูตร 1 (Maejo Micro – Organism) ผลิตโดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นจุลินทรีย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต เหมาะสำหรับให้ทางดิน เป็นจุลินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารแก่พืช ใช้ได้ดีกับพืชผักและไม้ผลทุกชนิด สร้างความเจริญเติบโต ออกดอกออกผลดี และกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคพืช มีเชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Aspergillus*, *Bacillus*, *Fusarium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Rhizopus*, *Pediococcus* เป็นต้น

หัวเชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 3 ชนิดมาใช้ร่วมกันเพื่อช่วยในกระบวนการหมัก ได้แก่ *Bacillus* sp, *Lactobacillus* sp. และ *Saccharomyces* sp.

คะน้า

คะน้าเป็นพืชผักชนิดหนึ่งในตระกูล กะหล่ำ (Cruciferae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica Oleracea* Var *alboglabra* เป็นผักอายุ 2 ปี แต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว อายุตั้งแต่หัวนหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 45 - 55 วัน คะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย และเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากการเพาะปลูกกันมากในทุกภาคของประเทศไทย (ตาราง 9) และ ประเทศอื่นๆ ในเขตเอเชีย เช่น ไทย จีน ไต้หวันฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ ฯลฯ (โชน, 2542) ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกคะน้าได้ดีที่สุดคือ ระยะตั้งแต่ต้นเดือนตุลาคม - เมษายน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างเดือนพฤศจิกายน - มกราคม จะปลูกได้ผลดีที่สุด แต่ก็จะเป็นช่วงที่ผักคะน้ามีราคาต่ำที่สุดด้วย เนื่องจากการผลิตออกมาพร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก ส่วนช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม - กันยายน ก็สามารถปลูกได้ดีเช่นกัน แต่อาจจะพบปัญหาบ้าง เช่น ขาดน้ำ หรือมีโรคแมลงรบกวนมาก หรืออาจเกิดจากปัญหาฝนตกหนัก ทำให้ดินแน่น ผักไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่ราคาช่วงนี้จะดีกว่า (กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม, ม.ป.ป.) จึงเห็นได้ว่าผักคะน้าเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปี ซึ่งพันธุ์คะน้าที่ได้รับความนิยมปลูกกันโดยทั่วไป คือ พันธุ์คะน้าจีน (สุนทร, 2540) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. คะน้าใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมน และผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย เช่น พันธุ์ฝางเบอร์ 1 ของกรมวิชาการเกษตร
2. คะน้าใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าชนิดแรก ปลายใบแหลม ขื่อหาง ผิวใบเรียบ เช่น พันธุ์พีแอล 20 (PL - 20)
3. คะน้ายอด หรือคะน้าก้าน เป็นพวกที่มีลักษณะคล้ายคะน้าใบแหลม และบางครั้งทำให้เกิดสับสนกัน แต่คะน้ายอดมีจำนวนใบตอดันน้อยกว่า และปล้องยาวกว่า เช่น พันธุ์แม่โจ้

ความสำคัญของคะน้าจีน

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปัจจุบันกลายเป็นพืชผักที่สำคัญของเมืองไทย เป็นที่นิยมบริโภคของประชาชนโดยทั่วไป เนื่องจากปลูกง่าย ปลูกได้ตลอดปี มีรสชาติอร่อย ราคาไม่แพง จึงสามารถหาซื้อได้ทั่วไปทั้งในตลาดท้องถิ่น และตลาดกลาง

2. ความสำคัญทางคุณค่าอาหาร คะน้าจีนเป็นพืชผักที่มีสีเขียว จึงเป็นพวกผักที่มีวิตามินเอ และวิตามินซีสูง นอกจากนี้ยังมีพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แร่ธาตุ พวกแคลเซียม และฟอสฟอรัส สูงอีกด้วย

ตาราง 9 แหล่งปลูกที่สำคัญของผักคะน้าจีน (ปีเพาะปลูก 2533 - 2534)

ประเทศ/ภาค	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต ทั้งหมด (ตัน)	ผลผลิต ต่อไร่ (กก./ไร่)
	ทั้งหมด	เสียหาย	เก็บเกี่ยว		
รวมทั้งประเทศ	60,914	-	60,914	100,161	1,644
1. ภาคเหนือ	7,057	-	7,057	13,231	1,875
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	11,393	-	11,393	19,580	1,719
3. ภาคกลาง	18,227	-	18,227	30,871	1,694
4. ภาคตะวันออก	5,217	-	5,217	6,870	1,317
5. ภาคตะวันตก	10,029	-	10,029	18,901	1,885
6. ภาคใต้	8,991	-	8,991	10,708	1,191

ที่มา : โฉน (2542)

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

1. สภาพของดินปลูก คะน้าจีนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดคือ ดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี ความชื้นสูง ความเป็นกรด - ด่างของดินที่เหมาะสมประมาณ 6 - 7.50

2. ความต้องการอุณหภูมิ ปกติคะน้าจีนสามารถเจริญเติบโตได้ดี ในช่วงอุณหภูมิ 18 - 24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีผลต่อการหายใจ และการสังเคราะห์อาหารของคะน้าจีน แต่คะน้าจีนมีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง เนื่องจากได้เปรียบผักในตระกูลกะหล่ำพวกอื่นๆ ตรงที่ไม่ผ่านการห่อปื หรือออกดอกก่อนเก็บเกี่ยว

3. ความต้องการความชื้นในดิน เนื่องจากคะน้าจีนเป็นพืชผักที่มีอายุสั้น เจริญเติบโตเร็วใช้ต้น ใบ และก้าน ในการบริโภค ดังนั้นในการผลิตเพื่อให้คะน้าจีนมีคุณภาพดีจึงจำเป็นต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ความชื้นในดินที่คะน้าจีนต้องการประมาณ ร้อยละ 80 ถ้าขาดน้ำคะน้าจีนจะชะงักการเจริญเติบโต มีเส้นใยมาก รสชาติไม่อร่อย (ไฉน, 2542)

การปฏิบัติรักษาคะน้าจีน

หลังจากเพาะเมล็ดแล้ว เมล็ดจะงอกภายใน 7 วัน จะสามารถถอนแยกไปปลูกได้เมื่อดันกล้ามีอายุประมาณ 25 - 30 วัน ระยะปลูกระยะห่างระหว่างต้นต่อแถว 25×40 เซนติเมตร (รวมพร, 2546) คะน้าเป็นพืชที่ต้องการความชื้นในดินสูง หากขาดน้ำจะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต และคุณภาพไม่ดี ดังนั้นจึงควรรดน้ำทุกวัน ยกเว้นวันฝนตก แต่ถ้าพื้นที่ปลูกอยู่ในเขตชลประทานก็ใช้วิธีแบบไขน้ำเข้าแปลงโดยให้ท่วมทั้งแปลง ปล่อยทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วระบายน้ำออก ในการพรวนดินควรทำการพรวนดินพร้อมกับการกำจัดวัชพืช และการใส่ปุ๋ยระวังไม่ให้รากและใบของคะน้าได้รับความกระทบกระเทือน คะน้าจีนเป็นพืชผักกินใบและต้น จึงควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง สัดส่วนธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คือ 2 : 1 : 1 เช่น ปุ๋ยสูตร 20 - 11 - 11 และ 12 - 8 - 8 อัตรา 75 - 150 กิโลกรัมต่อไร่ (ไฉน, 2542) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้

จากการทดลองของรวมพร (2546) ในการศึกษาสัณยภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้ายอด พันธุ์ดอยคำ ในการเปรียบเทียบความสูงและจำนวนใบของผักคะน้า พบว่า การใช้หมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 โดยใส่อย่างละครึ่งอัตรา จะให้ผลดีที่สุด และในการทดลองของคาญ และคณะ (2545) ซึ่งศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยทดสอบกับคะน้าในโรงเรือนกึ่งกลางแจ้ง พบว่า คะน้าที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำตราเทวดา คะน้าจะให้ผลผลิตน้ำแห้งต่อต้นสูงสุด คือ 5.33 กรัมต่อต้น แต่จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สกัดจากปลา ผลผลิตน้ำหนักแห้งคือ 2.43 กรัมต่อต้น และคะน้าที่ปลูกโดยได้รับเพียงน้ำกรองจะให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 0.23 กรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำสกัดจากปลา หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำตราเทวดาจะไม่ทำให้น้ำหนักต่อต้นของคะน้าสูงขึ้น นอกจากนี้ เรื่องฤทธิ์ (2547) ยังพบว่า การหมักเศษมันฝรั่งผสมปุ๋ยยูเรีย พบว่า มีธาตุไนโตรเจนสูงมาก เนื่องจากปุ๋ยยูเรียไปช่วยปรับ C/N ratio ให้มีความเหมาะสมกับวัสดุและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้กระบวนการทำงานของจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงช่วยในการปลดปล่อยธาตุอาหารในวัสดุอินทรีย์หมักออกมาได้มาก และเมื่อนำมาทดสอบกับผักชนิดต่างๆ พบว่า ปุ๋ยชีวภาพชนิดนี้สามารถใช้ได้ดีที่สุดในการผลิต

กะหล่ำปลีรูปหัวใจ แต่ในการผลิตกะหล่ำปลีคอกคอกคำ ปุ๋ยชีวภาพทางการค้า (ปุ๋ยชีวภาพโพธิ์กรุณา) สามารถให้ผลผลิตดีที่สุด

Dangler และ Wood (1994) รายงานการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลีในดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์พบว่า อัตราส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลี คือ 112 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในผักกะหล่ำปลีในดินที่มีไนโตรเจนต่ำกว่า 70 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 200 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ พืชจะมีผลผลิตสูงสุด (Renquist and Pearson, 2000) และ ในการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลีจากการทดสอบในกระถาง โดยทดสอบปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทพบว่า กะหล่ำปลีเจริญได้ดีในปุ๋ยที่อัตราส่วน 100 - 150 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรต่อสัปดาห์ และที่อัตราส่วน 200 - 400 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรต่อสัปดาห์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

การเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลี

ผักกะหล่ำปลีเมื่อมีอายุได้ 45 วัน จะเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมากที่สุด แต่ถ้าเก็บเกี่ยวในช่วงโตเต็มที่ คือ 50 - 55 วัน จะได้น้ำหนักมากกว่า โดยใช้มีดที่คมๆ ตัดบริเวณโคนต้น รวบรวมนำมาตัดแต่งเอาส่วนที่เป็นโรคหรือถูกแมลงทำลายออก แล้วบรรจุส่งตลาดต่อไป

แนวโน้ม ผลกระทบ และแนวทางลดปัญหาจากการผลิตพืช

การเกษตรของไทยนับตั้งแต่ช่วงที่มีการปฏิวัติเขียวก็จะมุ่งเน้นการผลิตโดยการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ในการผลิตเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ เช่น การนำเครื่องจักรมาใช้ในการไถพรวนดิน การใช้สารเคมีทางการเกษตรจำพวก ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนพืชสังเคราะห์ เพื่อเน้นการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้สูงขึ้น แต่ถ้าหากนำเทคโนโลยีนั้นมาใช้ไม่ถูกต้องก็จะเป็นผลเสียแก่ตัวเกษตรกรและผู้บริโภคมากกว่าผลดี ซึ่งผลเสียที่ได้รับจะส่งผลกระทบในด้านต่างๆ ดังนี้ ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค วิถีชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งในปัจจุบันปัญหาต่างๆ เหล่านี้ได้มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งปัญหาที่ผู้บริโภคได้รับผลกระทบโดยตรงจากการบริโภคผักกะหล่ำปลี ได้แก่ ปัญหาการสะสมไนเตรท และไนไตรท์ ซึ่งเกิดจากการได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับเข้มข้นมากเกินไป ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอาการพิษจากเมทฮีโมโกลบินในเม็ดเลือด (ลักษณะ, 2540) และการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ไม่ได้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้น เกษตรกรควรหันมาให้ความสำคัญกับการผลิตพืชอย่างจริงจัง เพื่อลดปัญหาจากผลกระทบต่างๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น ซึ่งการใช้น้ำหมักชีวภาพร่วมกับการผลิตพืชด้วยวิธีอื่นๆ อาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ

เนื่องจากปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ โดยทั่วไปมักอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับระดับธาตุอาหารนี้ให้สูงขึ้นโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตรสมบูรณ์ควบคู่ ซึ่งอาจเป็นปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 ซึ่งหาซื้อได้ทั่วไป หรืออาจเป็นปุ๋ยสูตรอื่นๆ ตามความเหมาะสม ตามปกติอาจเติมปุ๋ยเคมีนี้เข้าไปร้อยละ 1 - 5 โดยน้ำหนักของปุ๋ยอินทรีย์ คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวว่า โดยทั่วไปผลผลิตของพืชที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะสูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายก้นเห็ดหอม

การนำเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่แตกต่างกัน 3 ชนิด มาทำการทดสอบเปรียบเทียบเพื่อหาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายก้นเห็ดหอมได้ดีที่สุด

อุปกรณ์

1. ภาชนะพลาสติกสีดำมีฝาปิด จำนวน 16 ใบ
2. เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก 3 ชนิด คือ เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และเชื้อจุลินทรีย์ MMO
3. เศษก้นเห็ดหอมสด
4. ขวดพลาสติกใช้เก็บน้ำหมักชีวภาพ จำนวน 16 ใบ
5. กากน้ำตาล
6. เครื่องบดก้นเห็ด

วิธีการ

1. ทำการเก็บตัวอย่างเศษก้นเห็ดหอมสด แล้วนำมาบดเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนก้นเห็ดหอมที่มีขนาดเล็กลง (ภาพ 5)



ภาพ 5 การบดเศษก้นเห็ดหอม

2. นำเศษก้านเห็ดหอมที่บดแล้วใส่ลงในภาชนะพลาสติกสีดำที่มีฝาปิด ใส่กากน้ำตาล และน้ำ อัตรา 4 : 1 : 1 ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ตามชุดการทดลอง (ภาพ 6) ในอัตราที่ผู้ผลิตแนะนำ โดยเชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และเชื้อจุลินทรีย์ MMO เท่ากับ 2 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร (อัตราเข้มข้น 1 ต่อ 500) ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 เท่ากับ 2.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึง ปิดฝาแล้วนำไปไว้ในที่ร่ม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน (ภาพ 7 และ 8)



(ก.)



(ข.)



(ค.)

ภาพ 6 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวเร่งในการหมัก คือ (ก.) เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ข.) เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 (ค.) เชื้อจุลินทรีย์ MMO



ภาพ 7 การผสมเศษก้านเห็ดหอม กากน้ำตาล น้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ MMO



ภาพ 8 โรงเรือนและการเก็บถังพลาสติกดำที่ใช้ในการหมัก

3. เมื่อครบกำหนดทำการกรองน้ำหมักชีวภาพแยกออกจากกาก แล้วนำน้ำหมักที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 4 ชุดการทดลอง ชุดละ 4 ซ้ำ รวม 16 หน่วยการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่เชื้อ

ชุดการทดลองที่ 2 ก้านเห็ดหอมใส่ เชื้อจุลินทรีย์ภาควิชาชีววิทยา

ชุดการทดลองที่ 3 ก้านเห็ดหอมใส่ เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2

ชุดการทดลองที่ 4 ก้านเห็ดหอมใส่ เชื้อจุลินทรีย์ MMO

เปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี ANOVA และจัดกลุ่มด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Sirichai Statistics 6

การบันทึกผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้หลังจากการหมัก ดังนี้

1. วิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจนโดย วิธีการกลั่นหาปริมาณแอมโมเนียม โดยเครื่องกลั่นแอมโมเนียม รุ่น KJELTEC SYSTEM 1002 Distilling Unit (FOSS TECATOR)

2. วิเคราะห์หาธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ CECIL รุ่น CE 1011

3. วิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมทั้งหมด โดยเครื่อง atomic absorption spectrometer ยี่ห้อ Spectr AA รุ่น 20 Plus

4. วัดค่า pH โดย pH meter

5. วัดค่า EC (Electrical conductivity) โดย EC meter ยี่ห้อ CONSORT รุ่น C 931 (นงลักษณ์, 2548)

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง 1 พฤศจิกายน 2549

เสร็จสิ้นการทดลอง 30 พฤศจิกายน 2549

สถานที่ทำการทดลอง

1. ฟาร์มเห็ดหอม หมู่บ้านพัฒนาทรายแก้ว ต.หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่
2. ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

การทดลองนี้มี 2 ขั้นตอน คือ การผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ MMO เป็นตัวเร่งในการย่อยสลายเศษก้านเห็ดหอม และการนำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ไปทำการทดลองเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8

1. การผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม

อุปกรณ์

1. ถังพลาสติกสีดำสำหรับหมัก (ภาพ 9)
2. หัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO
3. ก้านเห็ดหอมสด
4. ถังพลาสติกเก็บน้ำหมักชีวภาพ
5. ถังน้ำตา
6. เครื่องบดก้านเห็ด



ภาพ 9 ถังพลาสติกดำที่ใช้สำหรับหมักเสก้านเห็ดหอมร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ MMO

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างก้านเห็ดหอมสด แล้วนำไปบดให้ชิ้นส่วนมีขนาดเล็กลง
2. นำก้านเห็ดที่บดแล้วใส่ลงในถังหมัก ใส่กากน้ำตาล และน้ำ อัตราส่วน 4 : 1 : 1
3. เติมเชื้อจุลินทรีย์ MMO ผสมให้เข้ากัน ปิดฝา
4. นำไปหมักไว้ในที่ร่ม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน
5. เมื่อครบกำหนดทำการกรองน้ำหมักแยกออกจากกาก เก็บน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไว้

ในภาชนะที่มีฝาปิด ไม่ให้อากาศเข้า และไม่มีแสงแดดส่องถึง

6. นำไปทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพ โดยศึกษาจากการเจริญเติบโตของผักคะน้า

2. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

อุปกรณ์

1. โรงเรือนพลาสติก
2. เมล็ดผักคะน้าใบ พันธุ์กวางอุ ตราสามเอ
3. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากก้านเห็ดหอม
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8
5. กระบอกลงสารละลาย
6. ถังพลาสติกดำสำหรับปลูกผักคะน้า ขนาด 7 × 14 นิ้ว
7. อุปกรณ์สำหรับรดน้ำ
8. ไม้บรรทัดเหล็ก
9. เวอร์เนียร์
10. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

11. เครื่องชั่ง
12. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. ทำการทดลองในโรงเรือนพลาสติกกระบะบายอากาศ
2. เตรียมต้นกล้าสำหรับเพาะปลูกในถาดเพาะขนาด 104 หลุม
3. ดูแลต้นกล้าให้แข็งแรงสมบูรณ์ เมื่อกล้าอายุประมาณ 25 - 30 วัน จึงทำการย้ายปลูกในถาดพลาสติกดำ (ภาพ 10)
4. ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการปลูก เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ และความเป็นกรด - ด่าง (pH)
5. ทำการให้ปุ๋ยตามชุดการทดลอง ดังนี้
 - ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย
 - ชุดการทดลองที่ 2 น้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลที่หมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ MMO ในอัตราส่วน 50 ซีซี ต่อน้ำ 50 ลิตร (1 ต่อ 1000) ทุกๆ 7 วัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)
 - ชุดการทดลองที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8 ในอัตรา 6 กรัมต่อต้น (150 กิโลกรัมต่อไร่) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ วันที่ 7 และ 25 หลังย้ายปลูก (ไฉน, 2542)
 - ชุดการทดลองที่ 4 น้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลที่หมัก (อัตรา 50 ซีซี ต่อน้ำ 50 ลิตร) ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 (อัตรา 6 กรัมต่อต้น)
6. ดูแลรักษาด้วยการให้น้ำ กำจัดวัชพืช และศัตรูพืชตามสมควร
7. บันทึกการเจริญเติบโตของผักคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก โดยทำการสุ่มวัดแปลงละ 5 ต้น



ภาพ 10 ต้นกล้าคะน้าหลังย้ายปลูก

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำการทดลอง 4 ชุดการทดลอง ชุดละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น รวม 80 หน่วยการทดลอง (ภาพ 11) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

ชุดการทดลองที่ 2 นำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอม

ชุดการทดลองที่ 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8

ชุดการทดลองที่ 4 นำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8

เปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี ANOVA และจัดกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Sirichai Statistics 6



ภาพ 11 การแบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกการเจริญเติบโตของพืชดังนี้

1. ความสูงต้น โดยวัดจากโคนต้นส่วนที่ติดผิวดินถึงส่วนปลายยอด
2. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น โดยวัดบริเวณกลางลำต้น
3. จำนวนใบ โดยการนับจำนวนใบทุกใบ
4. ความกว้างใบ โดยเลือกวัดใบชุดที่ 1 หรือ 2 ที่มีความสมบูรณ์
5. ความยาวใบ โดยเลือกวัดใบชุดที่ 1 หรือ 2 ที่มีความสมบูรณ์
6. น้ำหนักสด โดยวัดผลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
7. น้ำหนักแห้ง โดยวัดผลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
8. วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุและ

ค่าความเป็นกรด - ด่างในดิน ทั้งก่อนและหลังปลูกพืช

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง	2 ตุลาคม 2550
เสร็จสิ้นการทดลอง	15 ธันวาคม 2550

สถานที่ทำการทดลอง

1. ฟาร์มเห็ดหอม หมู่บ้านพัฒนาทรายแก้ว ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่
2. ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
3. ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
4. 154/1 หมู่ที่ 5 ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลและกากหมักและการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า ในเบื้องต้นได้ทำการทดสอบการหมักกากน้ำตาลเพื่อหาอัตราส่วนระหว่างกากน้ำตาลต่อกากน้ำคั่วคั่ว และระยะเวลาการหมักที่เหมาะสม ซึ่งในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกากน้ำตาลต่อกากน้ำคั่วคั่ว ได้ทำการเปรียบเทียบ 3 อัตรา ได้แก่ อัตรา 2 : 1 : 1, 3 : 1 : 1 และ 4 : 1 : 1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากผักคะน้าเป็นพืชผักกินใบและต้น จึงควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง (ไจน, 2542) และน้ำหมักชีวภาพจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้สูงสุด ต้องใช้เวลาในการหมักจนแน่ใจว่าจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรียสารสมบูรณ์แล้ว จึงสามารถนำไปใช้กับพืชได้ (จำรัส, 2544) ผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่า อัตราส่วนระหว่างกากน้ำตาลต่อกากน้ำคั่วคั่วและระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสม คือ อัตรา 4 : 1 : 1 ที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ (ตาราง 10 11 12 และ 13)

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาล สัปดาห์ที่ 1

อัตราการทดลอง (กากน้ำตาล:น้ำคั่วคั่ว)	ไนโตรเจน (%)	Total forms				EC mS/cm	pH
		ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)	แมกนีเซียม (ppm)		
2:1:1	0.40	564	9,525	766	1,001	15.19	4.36
3:1:1	0.35	744	8,778	1,124	1,064	14.54	4.94
4:1:1	0.36	680	6,543	1,220	741	14.24	4.76

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลสด สัปดาห์ที่ 2

อัตราการทดลอง (กากน้ำตาลสด: กากน้ำตาล:น้ำ)	ไนโตรเจน (%)	Total forms				EC mS/cm	pH
		ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)	แมกนีเซียม (ppm)		
2:1:1	0.40	834	10,441	2,441	1,220	18.05	3.85
3:1:1	0.52	1,071	9,729	2,467	1,178	17.56	3.83
4:1:1	0.74	1,171	9,719	2,083	952	17.16	3.81

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลสด สัปดาห์ที่ 3

อัตราการทดลอง (กากน้ำตาลสด: กากน้ำตาล:น้ำ)	ไนโตรเจน (%)	Total forms				EC mS/cm	pH
		ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)	แมกนีเซียม (ppm)		
2:1:1	0.41	1,024	10,522	3,297	1,392	18.17	3.83
3:1:1	0.49	1,143	10,000	2,244	1,159	17.56	3.73
4:1:1	0.43	1,277	9,079	1,853	1,026	17.71	3.64

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นน้ำหมักชีวภาพจากกากน้ำตาลสด สัปดาห์ที่ 4

อัตราการทดลอง (กากน้ำตาลสด: กากน้ำตาล:น้ำ)	ไนโตรเจน (%)	Total forms				EC mS/cm	pH
		ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)	แมกนีเซียม (ppm)		
2:1:1	0.42	758	8,368	1,648	1,286	22.50	3.86
3:1:1	0.43	772	6,986	1,486	1,139	22.50	3.74
4:1:1	0.44	1155	8,353	1,647	1,165	22.30	3.60

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายก้นเห็ดหอม

จากการทดลองได้คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด เพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายก้นเห็ดหอม โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่เชื้อ ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO โดยใช้อัตราส่วนระหว่างก้นเห็ดหอมสดต่อกากน้ำตาลต่อน้ำ เท่ากับ 4:1:1 ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และเชื้อจุลินทรีย์ MMO เท่ากับ 2 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร (อัตราเข้มข้น 1 ต่อ 500) ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 เท่ากับ 2.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ระยะเวลาการหมัก 14 วัน (ภาพผนวก 22 และ 23) เปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในห้องปฏิบัติการ (ภาพผนวก 24 และตารางผนวก 7) และเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี ANOVA จัดกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Sirichai Statistics 6 ซึ่งแสดงผลการทดลองในตาราง 14

ตาราง 14 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระยะเวลาหมัก 2 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ไนโตรเจน (%)	Total forms				EC mS/cm	pH
		ฟอสฟอรัส (ppm)*	โพแทสเซียม (ppm)	แคลเซียม (ppm)*	แมกนีเซียม (ppm)		
ไม่ใส่เชื้อ	0.33	1,114.25 ^c	8,792.5	920 ^c	929	9.58	4.52
ก้นเห็ดหอม+ จุลินทรีย์ภาคชีวฯ	0.34	1,181 ^b	9,425	1,170 ^b	932	9.73	4.15
ก้นเห็ดหอม+ พด.2	0.34	1,237.5 ^b	9,260	1,310 ^{ab}	949	9.85	4.15
ก้นเห็ดหอม+ MMO	0.33	1,325 ^a	9,382	1,480 ^a	961	10.00	4.35
F-test	ns	**	ns	**	ns	ns	ns

ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

1. ไนโตรเจน (nitrogen, N)

จากการศึกษาปริมาณไนโตรเจน โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โดยวิธีการกลั่นหาปริมาณแอมโมเนียม โดยเครื่องกลั่นแอมโมเนียม ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนจะพบมากที่สุดคือน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน ร้อยละ 0.34 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO และ น้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.33

2. ฟอสฟอรัส (phosphorus, P)

จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัส โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยเครื่อง spectrophotometer ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสจะพบมากที่สุดคือน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO เท่ากับ 1,325 ppm โดยมีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา น้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 1,237 1,181 และ 1,114 ppm ตามลำดับ

3. โพแทสเซียม (potassium, K)

จากการศึกษาปริมาณโพแทสเซียม โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม โดยเครื่อง atomic absorption spectrometer ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมจะพบมากที่สุดคือน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา เท่ากับ 9,425 ppm โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 9,382 9,260 และ 8,792 ppm ตามลำดับ

4. แคลเซียม (calcium, Ca)

จากการศึกษาปริมาณแคลเซียม โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่

ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม โดยเครื่อง atomic absorption spectrometer ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณแคลเซียมพบมากที่สุดในน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO เท่ากับ 1,480 ppm โดยมีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียม เท่ากับ 1,310 และ 920 ppm

5. แมกนีเซียม (magnesium, Mg)

จากการศึกษาปริมาณแมกนีเซียม โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หา ปริมาณแมกนีเซียม โดยเครื่อง atomic absorption spectrometer ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมจะพบมากที่สุดในน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO เท่ากับ 961 ppm โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา น้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และน้ำหมักที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียม เท่ากับ 932 949 และ 929 ppm ตามลำดับ

6. ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า โดย EC meter ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าจะพบมากที่สุดในน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.10 mS/cm โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 น้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และน้ำหมักที่ไม่ใส่เชื้อ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 9.85 9.73 และ 9.58 mS/cm ตามลำดับ

7. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักก้านเห็ดหอม ซึ่งทดลองโดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกัน 3 ชนิด และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อ ไปทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด - ด่าง โดย pH meter ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ค่าความเป็นกรด - ด่าง จะพบมากที่สุดในน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.52 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับน้ำหมักชีวภาพที่ใส่

เชื้อจุลินทรีย์ MMO น้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยาและน้ำหมักชีวภาพที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 4.35 4.15 และ 4.15 ตามลำดับ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายก้นเห็ดหอมได้ดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียม สูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา น้ำหมักชีวภาพที่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่ใส่หัวเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่มีในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่มีในหัวเชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และหัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 พบว่า มีจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพียง 3 ชนิด ได้แก่ *Bacillus* sp, *Lactobacillus* sp. และ *Saccharomyces* sp. ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO จะมีชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพมากกว่า ซึ่งได้แก่ *Achromobacter* *Aerobacter* *Aspergillus* *Bacillus* *Fusarium* *Nitrobacter* *Nitrosomonas* *Rhizopus* และ *Pediococcus* เป็นต้น สอดคล้องกับกองอนุรักษดินและน้ำ (2540) ซึ่งกล่าวว่า จุลินทรีย์พวก mono dehydrogenase phosphate ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. และราในสกุล *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. เป็นต้น จะสร้างเอนไซม์ phytase phosphate nucleotidase และ glycerophosphate เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เรียกว่า orthophosphate ดังนั้นการใช้เชื้อจุลินทรีย์ MMO จึงสามารถส่งผลให้มีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่าการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา และหัวเชื้อจุลินทรีย์ พด. 2

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง ที่มีในน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมกับน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักวัสดุอื่นๆ พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีในน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมจะมีมากกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืช แต่น้อยกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากสัตว์และเศษอาหาร ส่วนธาตุอาหารอื่นๆ พบว่าในน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมมีน้อยกว่า ซึ่งจากการทดลองของรวมพร (2546) โดยการหมักเศษผัก เศษปลา เศษอาหาร พบว่า ธาตุไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 0.31 0.77 และ 0.37 ตามลำดับ ธาตุฟอสฟอรัส มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 0.04 0.27 และ 0.07 ตามลำดับ ธาตุโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 2.86 3.35 และ 2.64 ตามลำดับ ธาตุแคลเซียม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 0.39 1.00 และ 0.34 ตามลำดับ ธาตุแมกนีเซียม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 0.07 0.08 และ 0.07 ตามลำดับ ส่วนการทดลองของกรมพัฒนาที่ดิน (2547) โดยการหมักเศษปลา เศษผัก

เศษผลไม้รวม และหอยเชอรี่ พบว่า มีธาตุไนโตรเจนร้อยละ 0.38 0.14 0.27 และ 0.35 ตามลำดับ มีธาตุฟอสฟอรัสร้อยละ 1.12 0.30 0.05 และ 0.25 ตามลำดับ มีธาตุโพแทสเซียมร้อยละ 1.03 0.04 0.67 และ 0.85 ตามลำดับ มีธาตุแคลเซียมร้อยละ 1.66 0.68 0.58 และ 1.65 ตามลำดับ มีธาตุแมกนีเซียมร้อยละ 0.24 0.26 0.01 และ 0.29 ตามลำดับ และสุพจน์ (2544) กล่าวว่า น้ำหมักชีวภาพจากปลาในไนโตรเจนร้อยละ 0.58 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.1 โพแทสเซียมร้อยละ 0.55 แคลเซียมร้อยละ 0.1 และแมกนีเซียมร้อยละ 0.03

แต่ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาโดยทั่วๆ ไปแล้ว จะพบว่า ในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกรมวิชาการเกษตร (2545) ได้รายงานว่ น้ำหมักชีวภาพจากเศษพืชจะมีไนโตรเจนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.03 - 1.66 ในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาอยู่ระหว่างร้อยละ 1.06 - 1.70 ฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพจากเศษพืชมีตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึงร้อยละ 0.4 ในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาอยู่ระหว่างร้อยละ 0.18 - 1.70 แคลเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากเศษพืชอยู่ระหว่างร้อยละ 0.05 - 0.49 ในน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาอยู่ระหว่างร้อยละ 0.29 - 1.0 แมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากเศษพืชและน้ำหมักจากเศษปลามีค่าใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 0.1 - 0.37 ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า น้ำหมักชีวภาพจะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำมาก สอดคล้องกับทางคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ม.ป.ป.) ได้ให้แนวคิดว่ เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ย เพราะในน้ำหมักชีวภาพนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยโดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยมาก กล่าวคือ มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชที่มีมากกว่าธาตุอาหารพืชอื่นๆ) เพียงร้อยละ 0.01 - 3.5 โดยน้ำหนัก ต่อหนึ่งธาตุ นอกจากนี้ยังมีค่าการนำไฟฟ้าสูง และมีค่าความเป็นกรดจัด ดังนั้นในการนำไปใช้จะต้องใช้ความเข้มข้นที่ต่ำมาก นอกจากนี้จรัส (2544) ได้รายงานว่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในน้ำหมักโดยทั่วไปจะมีค่าเกิน 4 dS/m แต่ไม่เกิน 20 dS/m (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในน้ำหมักโดยทั่วไปจะมีความเป็นกรดจัดอยู่ระหว่าง 3.6 - 4.5 การใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราที่เข้มข้นจะเป็นอันตรายต่อการปลูกพืชจึงจำเป็นต้องมีการเจือจางด้วยน้ำในปริมาณที่มาก

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า

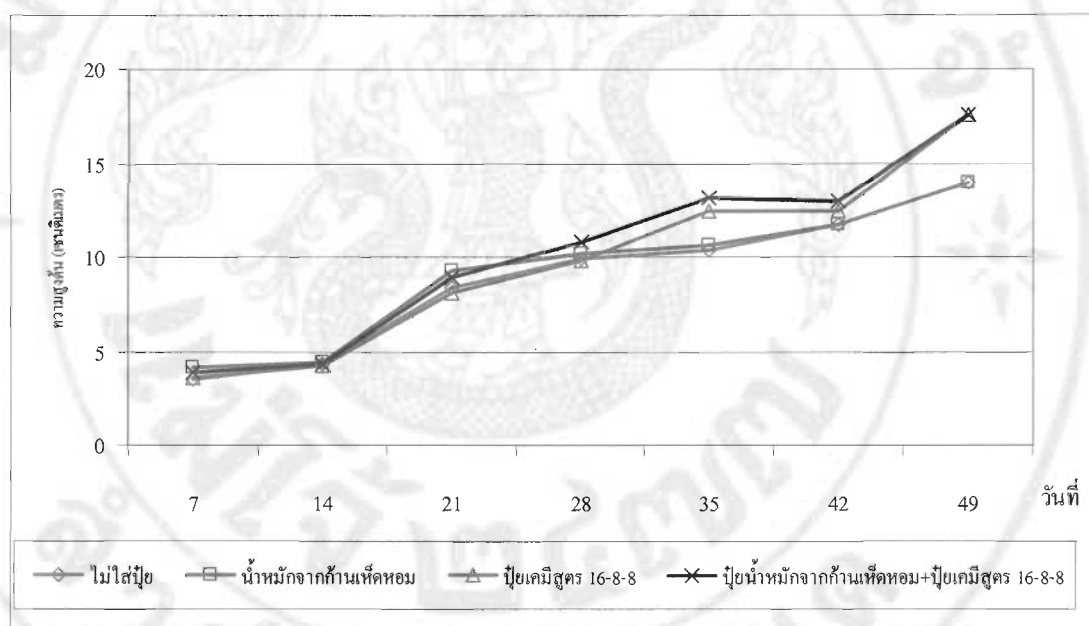
จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า ซึ่งปลูกในถุงพลาสติกดำ ในโรงเรือนพลาสติกกระบวยอากาศ โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม (อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 ลิตร) ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 (อัตรา 6 กรัมต่อต้น) และใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม (อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 ลิตร) และใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 (อัตรา 6 กรัมต่อต้น) บันทึกการเจริญเติบโตของผักคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก เปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี ANOVA และจัดกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Sirichai Statistics 6 ผลการทดลองดังนี้

1. ความสูงต้น

จากการวัดความสูงของต้นคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก โดยวัดจากโคนต้นส่วนที่ติดผิวดินถึงส่วนปลายยอด (ภาพ 12) พบว่า เมื่อต้นคะน้ามีอายุระหว่าง 35-49 วันหลังย้ายปลูก จะสามารถแบ่งการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นคะน้าได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 ซึ่งมีความสูงต้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 มีความสูงต้นมากที่สุด เท่ากับ 17.60 เซนติเมตร รองลงมา คือ ต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความสูงเท่ากับ 17.55 และ 13.98 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้าที่มีความสูงน้อยที่สุดคือ ต้นที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความสูงต้น เท่ากับ 13.95 เซนติเมตร (ภาพ 13 และตาราง 15)



ภาพ 12 การวัดความสูงของต้นคะน้ำ



ภาพ 13 ความสูงของต้นคะน้ำหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 15 ความสูงของต้นคะน้าหลังการใส่ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)						
	วันที่ 7	วันที่ 14 *	วันที่ 21 *	วันที่ 28	วันที่ 35 *	วันที่ 42 *	วันที่ 49*
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.54	4.35 ^{ab}	8.38 ^{ab}	9.93	10.35 ^b	11.72 ^b	13.98 ^b
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	4.10	4.40 ^a	9.25 ^a	10.15	10.63 ^b	11.75 ^b	13.95 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.57	4.20 ^b	8.10 ^b	9.86	12.42 ^a	12.45 ^a	17.60 ^a
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม+ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.89	4.30 ^{ab}	8.88 ^{ab}	10.76	13.18 ^a	13.00 ^a	17.55 ^a
F-test	ns	**	**	ns	**	**	**

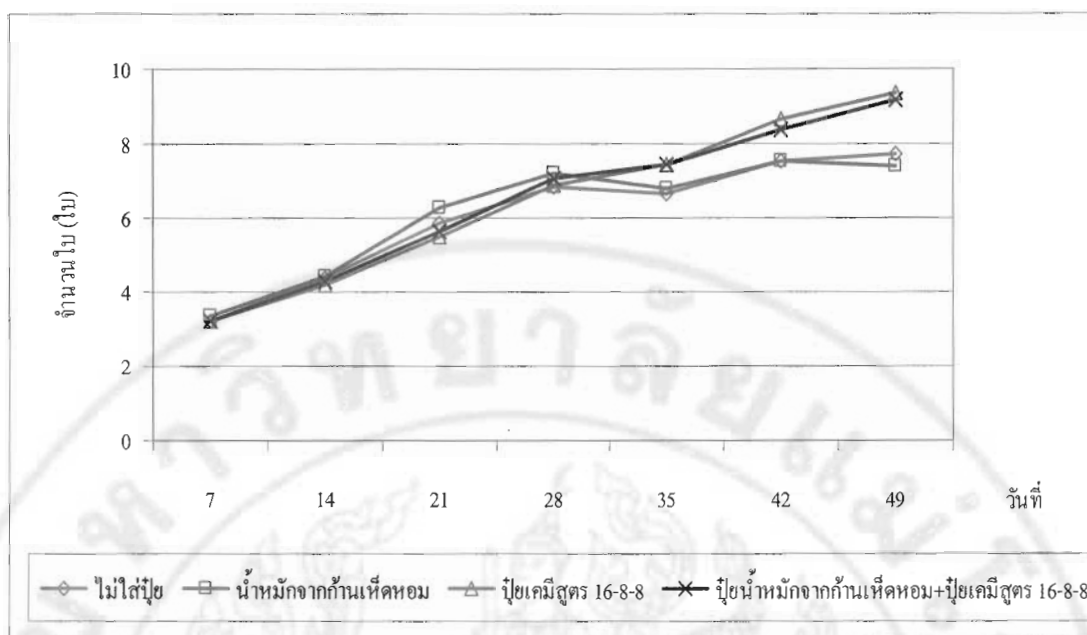
ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

2. จำนวนใบ

จากการนับจำนวนใบของต้นคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก โดยการนับจำนวนใบทุก พบว่า เมื่อต้นคะน้ามีอายุระหว่าง 28 - 35 วันหลังย้ายปลูก สามารถแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 2 กลุ่มคือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 ซึ่งมีจำนวนใบมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 9.35 ใบ รองลงมาคือ ต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีจำนวนใบเท่ากับ 9.15 และ 7.70 ใบ ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้าที่มีจำนวนใบน้อยที่สุดคือ ต้นที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีจำนวนใบ เท่ากับ 7.40 ใบ (ภาพ 14 และ ตาราง 16)



ภาพ 14 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 16 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	จำนวนใบ (ใบ)						
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	7	14 *	21 *	28	35	42 *	49*
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.20	4.35 ^{ab}	5.86 ^b	6.85	6.65	7.55 ^b	7.70 ^b
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	3.35	4.40 ^a	6.30 ^a	7.20	6.80	7.55 ^b	7.40 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.20	4.20 ^b	5.50 ^b	6.90	7.45	8.65 ^a	9.35 ^a
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม+ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.20	4.30 ^{ab}	5.66 ^b	7.05	7.45	8.35 ^a	9.15 ^a
F-test	ns	**	**	ns	ns	**	**

ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

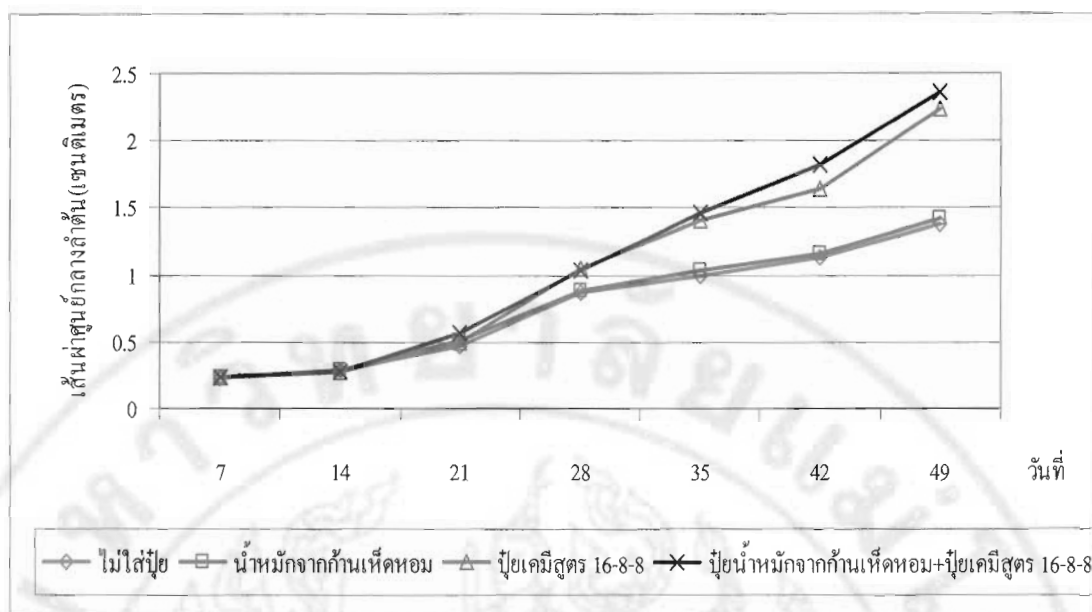
* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

3. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

จากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วัน หลังย้ายปลูก โดยวัดบริเวณกลางลำต้น (ภาพ 15) พบว่า เมื่อต้นคะน้ามีอายุระหว่าง 7 - 14 วัน หลังย้ายปลูก เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อต้นกล้ามีอายุระหว่าง 21 - 49 วันหลังย้ายปลูก จะสามารถแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 2.37 เซนติเมตร รองลงมา คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเท่ากับ 2.25 และ 1.42 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้าที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นน้อยที่สุดคือ ต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 1.38 เซนติเมตร (ภาพ 16 และตาราง 17)



ภาพ 15 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้า



ภาพ 16 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้ำหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้นเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 17 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้ำหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้นเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)						
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	7	14	21 *	28*	35 *	42 *	49*
ไม่ใส่ปุ๋ย	0.24	0.29	0.47 ^b	0.87 ^b	1.00 ^b	1.13 ^c	1.38 ^b
น้ำหมักจากก้นเห็ดหอม	0.23	0.29	0.50 ^{ab}	0.88 ^b	1.03 ^b	1.16 ^c	1.42 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	0.23	0.28	0.50 ^{ab}	1.05 ^a	1.41 ^a	1.65 ^b	2.25 ^a
น้ำหมักจากก้นเห็ดหอม+ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	0.23	0.28	0.56 ^a	1.03 ^a	1.45 ^a	1.83 ^a	2.37 ^a
F-test	ns	ns	**	**	**	**	**

ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

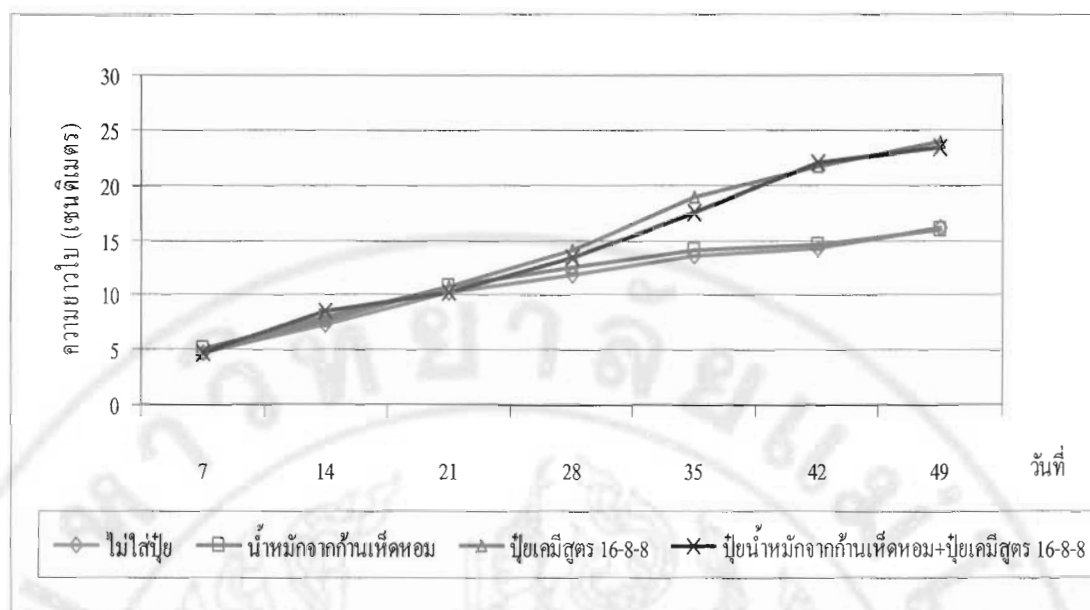
- * ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4. ความยาวใบ

จากการวัดความยาวใบของคะน้า เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก โดยเลือกวัดใบชุดที่ 1 หรือ 2 ที่มีความสมบูรณ์ (ภาพ 17) พบว่า เมื่อต้นคะน้ามีอายุระหว่าง 7 - 21 วันหลังย้ายปลูก ความยาวใบของคะน้าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อต้นกล้ามีอายุระหว่าง 28 - 49 วันหลังย้ายปลูก จะสามารถแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 ซึ่งมีความยาวใบมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 24 เซนติเมตร รองลงมา คือ ต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความยาวใบ เท่ากับ 23.35 และ 16.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้าที่มีความยาวใบน้อยที่สุดคือ ต้นที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความยาวใบ เท่ากับ 15.90 เซนติเมตร (ภาพ 18 และตาราง 18)



ภาพ 17 การวัดความยาวใบของคะน้า



ภาพ 18 ความยาวใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 18 ความยาวใบของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	ความยาวใบ (เซนติเมตร)						
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	7	14	21	28 *	35 *	42 *	49*
ไม่ใส่ปุ๋ย	4.61	7.30	10.16	11.85 ^c	13.60 ^c	14.20 ^b	16.15 ^b
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	5.01	7.90	10.80	12.55 ^{bc}	14.13 ^c	14.60 ^b	15.90 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	4.66	7.66	10.75	14.04 ^a	18.95 ^a	21.75 ^a	24.00 ^a
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม+ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	4.60	8.47	10.21	13.28 ^{ab}	17.45 ^b	22.00 ^a	23.35 ^a
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**

ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

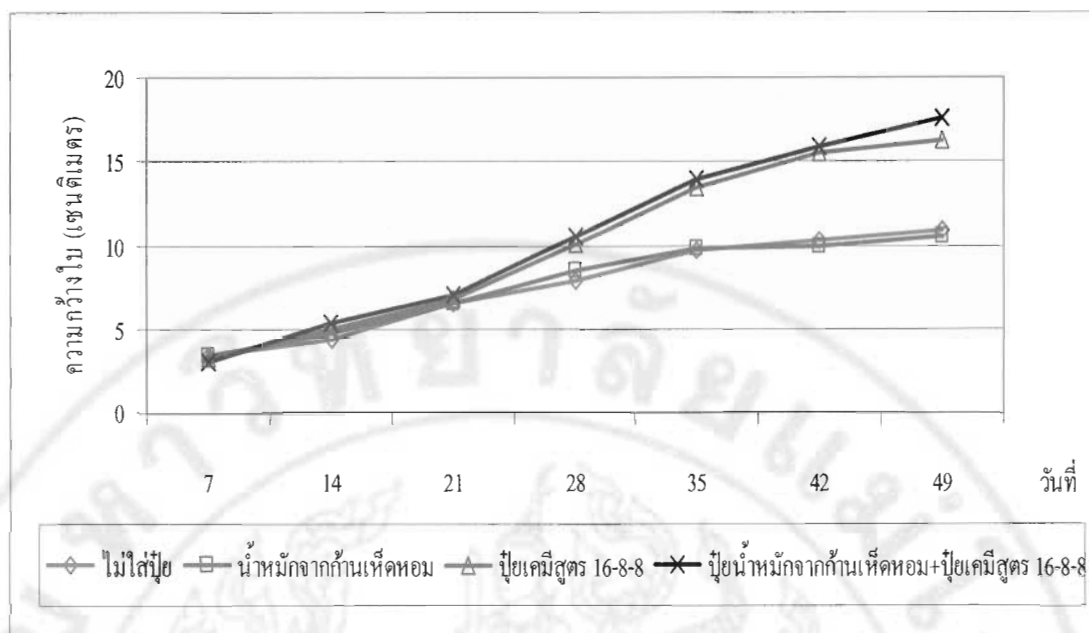
* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

5. ความกว้างใบ

จากการวัดความกว้างใบของคะน้ำ เมื่ออายุ 7 14 21 28 35 42 และ 49 วันหลังย้ายปลูก โดยเลือกวัดใบชุดที่ 1 หรือ 2 ที่มีความสมบูรณ์ (ภาพ 19) พบว่า เมื่อต้นคะน้ำมีอายุระหว่าง 28 - 49 วันหลังย้ายปลูก จะสามารถแบ่งการเจริญเติบโตได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้ำที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้ำที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 ซึ่งมีความกว้างใบมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับต้นคะน้ำที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยต้นคะน้ำที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีความกว้างใบมากที่สุด เท่ากับ 17.60 เซนติเมตร รองลงมา คือ ต้นคะน้ำที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความกว้างใบ เท่ากับ 16.25 และ 10.95 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้ำที่มีความกว้างใบน้อยที่สุดคือ ต้นที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความกว้างใบ เท่ากับ 10.60 เซนติเมตร (ภาพ 20 และตาราง 19)



ภาพ 19 การวัดความกว้างใบของคะน้ำ



ภาพ 20 ความกว้างใบของคะน้ำหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 19 ความกว้างใบของคะน้ำหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)						
	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่	วันที่
	7	14 *	21	28 *	35 *	42 *	49*
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.35	4.40 ^b	6.54	7.90 ^b	9.72 ^b	10.28 ^b	10.95 ^b
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	3.36	4.73 ^{ab}	6.57	8.47 ^b	9.79 ^b	9.98 ^b	10.60 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.24	5.00 ^{ab}	6.80	10.0 ^a	13.50 ^a	15.52 ^a	16.25 ^a
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม+ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	3.04	5.32 ^a	7.04	10.58 ^a	14.00 ^a	15.90 ^a	17.60 ^a
F-test	ns	**	ns	**	**	**	**

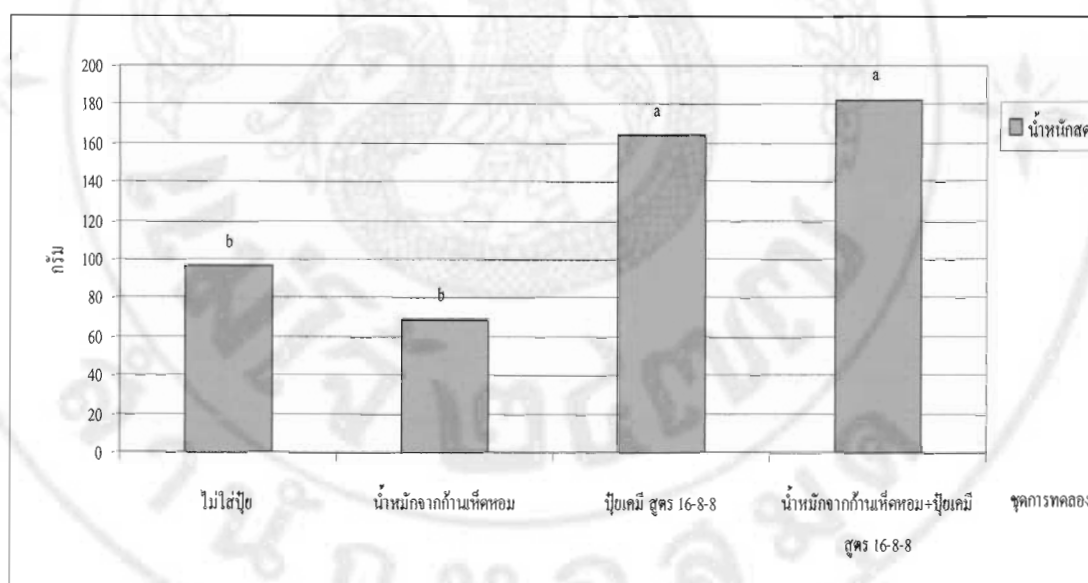
ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

6. น้ำหนักสด

หลังจากเก็บเกี่ยวคะน้าที่อายุ 49 วัน และทำการชั่งน้ำหนักสดของต้นคะน้าทั้งต้น พบว่า น้ำหนักสดของต้นคะน้าแต่ละชุดการทดลองสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใสน้ำหนักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 และต้นคะน้าที่ใสปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 ซึ่งมีน้ำหนักสดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ไม่ใสปุ๋ย และต้นคะน้าที่ใสน้ำหนักชีวภาพเพียงอย่างเดียว โดยต้นคะน้าที่ใสน้ำหนักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับการใสปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 มีน้ำหนักสดมากที่สุด เท่ากับ 182.5 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ต้นคะน้าที่ใสปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 และต้นที่ไม่ใสปุ๋ย มีน้ำหนักสด เท่ากับ 164 และ 69.50 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนต้นคะน้าที่มีน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ ต้นที่ใสน้ำหนักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีน้ำหนักสด เท่ากับ 69 กรัมต่อต้น (ภาพ 21 และตาราง 20)



ภาพ 21 น้ำหนักสดของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหนักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 20 น้ำหนักสดของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากันเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม) *
ไม่ใส่ปุ๋ย	69.50 ^b
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม	69.00 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	164.00 ^a
น้ำหมักจากกากันเห็ดหอม+ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	182.50 ^a
F-test	**

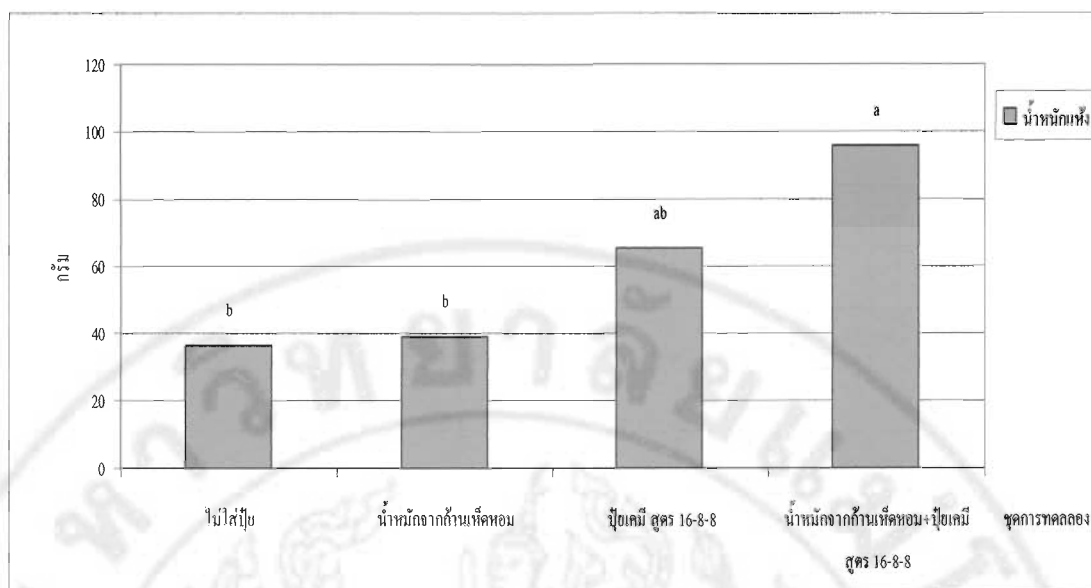
ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

7. น้ำหนักแห้ง

หลังจากเก็บเกี่ยวคะน้าที่อายุ 49 วัน และทำการชั่งน้ำหนักแห้งของต้นคะน้า โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 108 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 18 ชั่วโมง พบว่า ต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 95.75 กรัมต่อต้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 65.30 กรัมต่อต้น แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม และต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 38.96 และ 36.34 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ภาพ 22 และตาราง 21)



ภาพ 22 น้ำหนักแห้งของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ตาราง 21 น้ำหนักแห้งของคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอมเป็นเวลา 49 วัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแห้ง(กรัม) *
ไม่ใส่ปุ๋ย	36.34 ^b
น้ำหมักจากก้านเห็ดหอม	38.96 ^b
ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	65.30 ^{ab}
น้ำหมักจากก้านเห็ดหอม+ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8	95.75 ^a
F-test	**

ns ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์นี้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้านการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 กับต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 จะมีการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ สูงกว่าต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว และต้นคะน้าที่ไม่ใส่ปุ๋ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมเพียงอย่างเดียว ในอัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 50 ลิตร (1 : 1000) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ทุกๆ 7 วัน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้า และพบว่าลักษณะใบของคะน้าที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวจะมีสีเขียวคล้ำ ลำต้นแคระแกร็น แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 และการใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 พบว่า การใส่น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 จะส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นคะน้าในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ด้านความกว้างใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่าโดยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ซึ่งกล่าวว่า โดยทั่วไปผลผลิตของพืชที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะสูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับเบญจรัตน์ (2542) ที่ได้รายงานการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของคะน้าใบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ VAN ให้ผลในด้านการเจริญเติบโต ด้านความสูง ความกว้าง ความยาวใบ จำนวนใบต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นดีที่สุด และสอดคล้องกับการทดลองของรวมพร (2546) ที่ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นคะน้าโดยการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 และน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา พบว่า การใส่น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในด้านความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักยอด น้ำหนักต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ควรใช้น้ำหมักชีวภาพควบคู่กับวิธีการผลิตพืชวิธีอื่นๆ ซึ่งทิพวรรณ (2547) ได้กล่าวว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก โดยใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกคลุกลงในดินขณะเตรียมดินปลูก และใช้น้ำหมักชีวภาพในการช่วยเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต สอดคล้องกับคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า สารที่ได้จากการหมักมีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยมาก กล่าวคือ มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชที่มีมากกว่าธาตุอาหารพืชอื่นๆ) เพียงร้อยละ 0.01 - 3.5 โดยน้ำหนักต่อหนึ่งธาตุ แม้จะ

กล่าวว่าธาตุอาหารในสารที่ได้จากการหมักที่ให้แก่พืชจะถูกพืชดูดไปใช้ได้ทั้งหมด (แต่โดยทั่วไปพืชดูดไปใช้ได้น้อยกว่าร้อยละ 50) ปริมาณธาตุอาหารที่ให้แก่พืชก็มีไม่มากพอที่จะสนองความต้องการเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชได้ และการใช้น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืชจะต้องใช้ในปริมาณที่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบและแรงงานจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นและการจัดการที่ยุงยาก ในขณะที่การทดลองของ รวมพร (2546) พบว่า การนำน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา ที่มีไนโตรเจนร้อยละ 1.03 ไปใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 46 - 0 - 0 เพื่อให้มีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอต่อความต้องการของต้นคะน้าจนถึงวันเก็บเกี่ยว (20 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) จะต้องใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาในปริมาณที่มากถึง 1,941.74 ลิตรต่อไร่ (เมื่อคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน) ในขณะที่น้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมมีไนโตรเจน ร้อยละ 0.33 ถ้าหากต้องการให้มีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าจะต้องใช้น้ำหมักชีวภาพจำนวนมากถึง 6,060 ลิตรต่อไร่ (คำนวณจากปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากน้ำหมักที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ MMO)

ในขณะที่อัตราการใช้และความถี่ในการให้น้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการของพืช สังเกตได้จากใบพืชที่มีสีเขียวเข้มหรือซีดเกินไป ทั้งยังขึ้นอยู่กับค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้า มากกว่า 4 dS/m แต่ไม่เกิน 20 dS/m (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) จากการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอม พบว่า ในน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ระหว่าง 9 - 10 dS/m อยู่ในระดับที่เค็มมาก ซึ่งพืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ การใช้น้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมที่ทำการเจือจางด้วยน้ำ ในอัตรา 1 : 1000 ซึ่งจะทำให้ระดับความเค็มของน้ำหมักลดลงอย่างมาก โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช และอาจเป็นอัตราที่เข้มข้นน้อยมาก ดังนั้นอัตราความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมควรใช้ในอัตราที่เข้มข้นกว่า 1 : 1000 เพื่อให้ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้นเห็ดหอมเกิดประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพืชที่ได้รับธาตุอาหารมากหรือน้อยเกินไปจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารพอเหมาะจะแข็งแรงและสามารถต้านทานโรคและแมลงได้ดีกว่า (ทิพวรรณ, 2547) สอดคล้องกับ ออมทรัพย์ (2540) ที่ได้กล่าวว่า การให้น้ำหมักชีวภาพจะมีประโยชน์ในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ถ้ามีการนำไปใช้ไม่ถูกต้องจะเกิดประโยชน์ไม่เต็มที่ ซึ่งการใช้น้ำหมักชีวภาพต้องคำนึงถึงชนิดของ น้ำหมักชีวภาพ ชนิดของธาตุอาหารที่ต้องการเพิ่มในดิน คุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน และแสงแดด ในขณะที่กรมพัฒนาที่ดิน (2547) มีการแนะนำให้เกษตรกรทำการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในพื้นที่เพาะปลูกก่อนการใช้น้ำ

หมักชีวภาพ หรืออาจใช้น้ำหมักชีวภาพนี้เป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตพืชร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ได้ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก การเขตกรรม การปรับปรุงพันธุ์พืช

แต่ทั้งนี้การใช้น้ำหมักชีวภาพร่วมกับการใส่อินทรีย์วัตถุลงในพื้นที่เพาะปลูกพืชอย่างต่อเนื่องจะเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินในระยะยาว และเป็นแนวทางในการทำ การเกษตรอย่างยั่งยืน เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในดินส่งผลกระทบต่อ สภาพต่อสมบัติของดิน และระบบนิเวศของดิน กิจกรรมเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการรักษา สมดุลในสภาพแวดล้อมให้ดำรงอยู่ มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของแร่ธาตุต่างๆ ที่ดำเนินไปอย่าง เหมาะสม และเอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ เจริญเติบโตของพืชที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับจุลินทรีย์มาโดยตลอด กระบวนการหลักที่มี ผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชมักเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพของสารอินทรีย์หรือ สารอนินทรีย์ การมีภาวะอยู่ร่วมกัน (symbiosis) ระหว่างจุลินทรีย์กับพืช ตลอดจนการย่อยสลาย สารเคมีต่างๆ ในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2544) เมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ก็จะส่งผลต่อ ต้นทุนการผลิตที่ลดลง การเพิ่มคุณภาพของผลผลิต และคุณภาพชีวิตที่ดีของเกษตรกร

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันได้มีเกษตรกรได้หันมาให้ความสนใจในการเพาะเห็ดหอมกันแพร่หลาย โดยเฉพาะเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดลำพูน เชียงใหม่ เชียงราย และบางจังหวัดทางภาคอีสาน จึงทำให้มีปริมาณดอกเห็ดหอมและเศษก้านเห็ดหอมเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากไม่มีการจัดการกับเศษก้านเห็ดหอมอย่างถูกวิธีอาจจะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาต่างๆ ตามมา ดังนั้นการนำเศษก้านเห็ดหอมมาผลิตน้ำหมักชีวภาพจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ และสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะภาคการเกษตร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมไปใช้ทดสอบในการเพิ่มคุณภาพผลผลิตของพืช โดยทำการทดลองกับผักคะน้า ซึ่งการทดลองได้ทำการศึกษาระยะเวลาในการหมัก และอัตราการหมักระหว่างก้านเห็ดหอมสด : กากน้ำตาล : น้ำ พบว่า กระบวนการหมักได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ และอัตราการหมักระหว่างก้านเห็ดหอมสด : กากน้ำตาล : น้ำ ที่อัตรา 4 : 1 : 1 มีความเหมาะสมที่สุด

เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ เชื้อจุลินทรีย์จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชื้อจุลินทรีย์ พด. 2 และ เชื้อจุลินทรีย์ MMO เพื่อเป็นตัวเร่งในกระบวนการหมัก โดยใช้อัตราส่วนเห็ดหอมสดต่อกากน้ำตาลต่อน้ำ เท่ากับ 4 : 1 : 1 ระยะเวลาในการหมัก 2 สัปดาห์ พบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ MMO เป็นตัวเร่งในการย่อยสลายเศษก้านเห็ดหอม จะได้ น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ในขณะที่การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ MMO ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม (อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 ลิตร) ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 (อัตรา 6 กรัมต่อต้น) และใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม (อัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 50 ลิตร) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 (อัตรา 6 กรัมต่อต้น) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และการใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ สูงที่สุด โดยการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า สูงสุดในด้านความสูงต้น ด้านจำนวนใบ และด้านความยาวใบ ส่วนการใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าสูงสุดในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ด้านความกว้างใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินวิธีการอื่นๆ เช่น การใส่น้ำหมักชีวภาพร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมัก เป็นต้น
2. ควรมีการทดสอบเพื่อหาอัตราความเข้มข้นระหว่างน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมต่อน้ำ และระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสม เพื่อสามารถใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาก่อให้เกิดประโยชน์ และเป็น การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
4. การปลูกพืชในสภาพพื้นที่แปลงปลูก หากมีการใช้น้ำหมักชีวภาพอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว ทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมีของดิน
5. ในการทำงานวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาคำนวณต้นทุนการผลิต เพื่อศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การผลิตและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน. ใน เอกสาร
ประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ 28 มกราคม 2545. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์.
- _____. 2547. ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ:
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 36 น. (จุลสาร).
- กรมวิชาการเกษตร. 2545. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ เทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่น. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา <http://www.grenag.org> (20 พฤศจิกายน 2549).
- กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. ม.ป.ป. รวมเรื่องผัก. นนทบุรี: ฐานเกษตรกรรม. 140 น.
- กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2540. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 110 น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 น.
- จำรัส กิจธำรง. 2544. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ : เทคโนโลยีปุ๋ยปลาหมัก. ใน เอกสารประกอบการประชุม
เรื่องเทคโนโลยีดินปุ๋ยและเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี
สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 134 น.
- ไฉน ขอดเพชร. 2542. พืชผักในตระกูล crucifer. ชลบุรี: คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบัน
เทคโนโลยีราชมงคล. 195 น.
- คาญ ราษฎร, กรรณิกา นากลาง และ สว่าง โรจนกุล. 2545. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำเพื่อเพิ่ม
ผลผลิตพืช. น. 44 - 48. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2545.
กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2547. ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพ. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง-
เฮาส์. 72 น.
- นลิน วงศ์ชาติยะ และ ศรีกาญจนา คล้ายเรือง. 2548. คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยา. เชียงใหม่:
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 76 น.
- นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์. 2548. เอกสารวิชาเรียน การวิเคราะห์ดินและพืช. เชียงใหม่: ภาควิชา
ทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 217 น.
- เบญจรัตน์ เวียนเป๊ะ. 2542. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ และปุ๋ยเคมีต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าใบ. เชียงใหม่: สาขาพืชศาสตร์ (พืชผัก) ภาควิชา
พืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 32 น.

- ปัญญา โพธิ์จิตรรัตน์. 2537. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 241 น.
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม. 2542. ตารางแสดงการแปรรูปธาตุอาหารต่างๆ ในดิน. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2 น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน. 170 น.
- รวมพร มูลจันทร์. 2546. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และชุมชน. เชียงใหม่: สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 107 น.
- เรืองฤทธิ์ ริณพัฒน์. 2547. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรต่อการผลิตผักชนิดต่าง ๆ. เชียงใหม่: สาขาการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 102 น.
- ลักขณา อมรสิน. 2540. การศึกษาปริมาณและการเปลี่ยนแปลงของไนเตรทและไนไตรท์ในผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง และผักโขม หลังเก็บเกี่ยวไว้ในตู้เย็น 1 - 5 วัน. วารสารพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 5(2) : 22 - 31.
- วิทยา มะเสนา. 2530. จุลชีววิทยาทางดิน. ขอนแก่น: ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 228 น.
- สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ม.ป.ป. นโยบายส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.dao.go.th> (19 มีนาคม 2551).
- สุพจน์ ชัยวิมล. 2544. ปุ๋ยชีวภาพ. ใน เอกสารประกอบการประชุมเรื่องเทคโนโลยีดินปุ๋ยและเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 134 น.
- สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. ม.ป.ท. : ม.ป.พ. 88 น.
- สมศักดิ์ วังโน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 น.
- อานัฐ ตันโช. 2549. เกษตรธรรมชาติประยุกต์ หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 300 น.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2540. ปุ๋ยน้ำชีวภาพกับการเกษตรยั่งยืน. กสิกร. 3(322) : 281.

- Dangler, J. M. and C. W. Wood. 1994. Nitrogen rate, cultivar and within-row spacing affect collard yield and leaf nutrient concentration. **Horticultural Abstracts** 64(2) : 161.
- Iwao, W. R. 1984. Anaerobic decomposition of organic matter in flooded rice soil. pp. 237 - 258. In **Organic Matter and Rice**. Philippines: International Rice Research Institute.
- Jack, W. R. 1995. **Soil Amendments and Environmental Quality**. Boca Raton: Lewis Publishers. 515 p.
- Nyle, C. B. 1974. **The Nature and Properties of Soil**. 8th ed. New York: Macmillan. 750 p.
- Renquist, R. and A. Pearson. 2000. Profitable use of fertiliser Brassica. **Horticultural Abstracts** 70(10) : 11 - 44.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างเห็ดหอม

ตัวอย่าง	%N	Total forms (ppm)							
		P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
ก้านเห็ดหอม	2.78	6,526	13,902	3,920	1,327	41.72	14	147	17.56
เห็ดหอมทุกส่วน	4.12	8,336	13,777	423	1,358	99.03	7	83	29.04

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมในห้องปฏิบัติการ

ชุดการทดลอง	ซ้ำ	%N	Total forms (ppm)				EC mS/Cm
			P	K	Ca	Mg	
ไม้ใส่เชื้อ	1	0.34	1114	9070	840	916	9.70
	2	0.32	1146	8830	840	932	9.40
	3	0.32	1061	8190	800	948	9.36
	4	0.33	1136	9080	1200	920	9.86
ก้านเห็ดหอม+ ภาควิชาชีววิทยา	1	0.31	1189	8760	960	836	8.95
	2	0.34	1146	9570	1280	988	10.06
	3	0.36	1189	9920	1200	944	9.94
	4	0.33	1200	9450	1240	960	9.95
ก้านเห็ดหอม+พด.2	1	0.32	1307	9750	1360	944	9.93
	2	0.33	1200	9150	1320	996	9.99
	3	0.33	1200	8970	1280	964	9.63
	4	0.36	1243	9170	1280	892	9.86
ก้านเห็ดหอม+MMO	1	0.33	1307	9050	1200	984	10.03
	2	0.35	1307	9330	1600	956	10.11
	3	0.29	1349	9620	1520	952	9.85
	4	0.34	1307	9530	1600	952	9.99

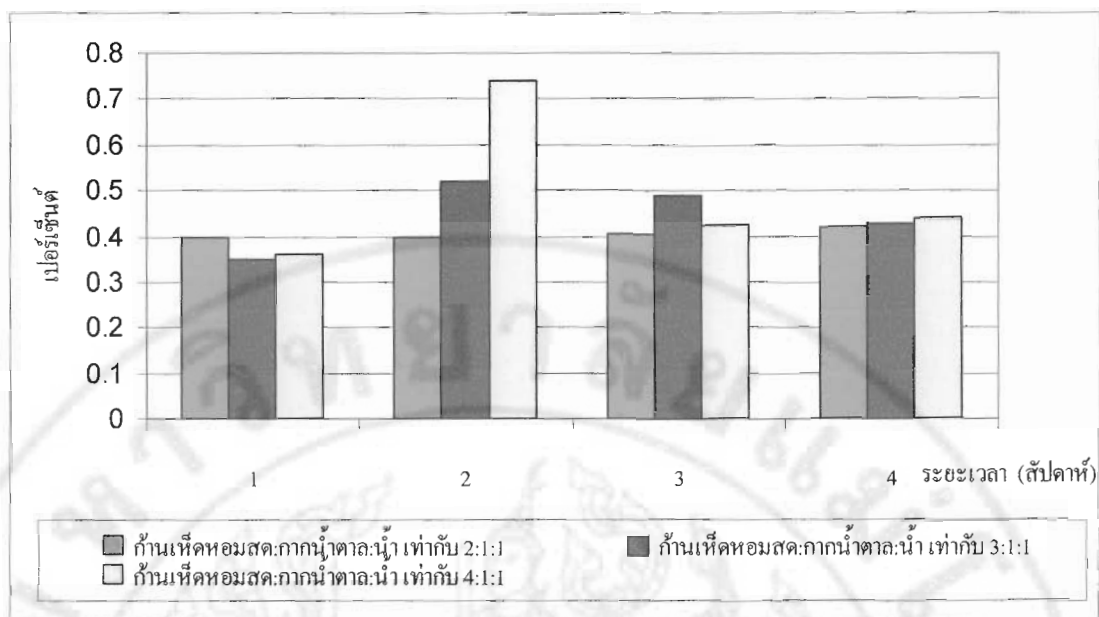
ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพ ทุก ๆ 2 วัน
ระยะเวลา 14 วัน

ชุดการทดลอง	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)						
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน
ไม้ใส่เชื้อ	5.05	4.95	4.95	4.72	4.60	4.60	4.50
ก้านเห็ดหอม+	5.07	5.02	4.92	4.72	4.67	4.52	4.15
ภาควิชาชีววิทยา							
ก้านเห็ดหอม+พด.2	5.05	5.05	5.00	4.57	4.27	4.22	4.15
ก้านเห็ดหอม+MMO	5.07	5.00	5.02	5.00	4.85	4.65	4.35

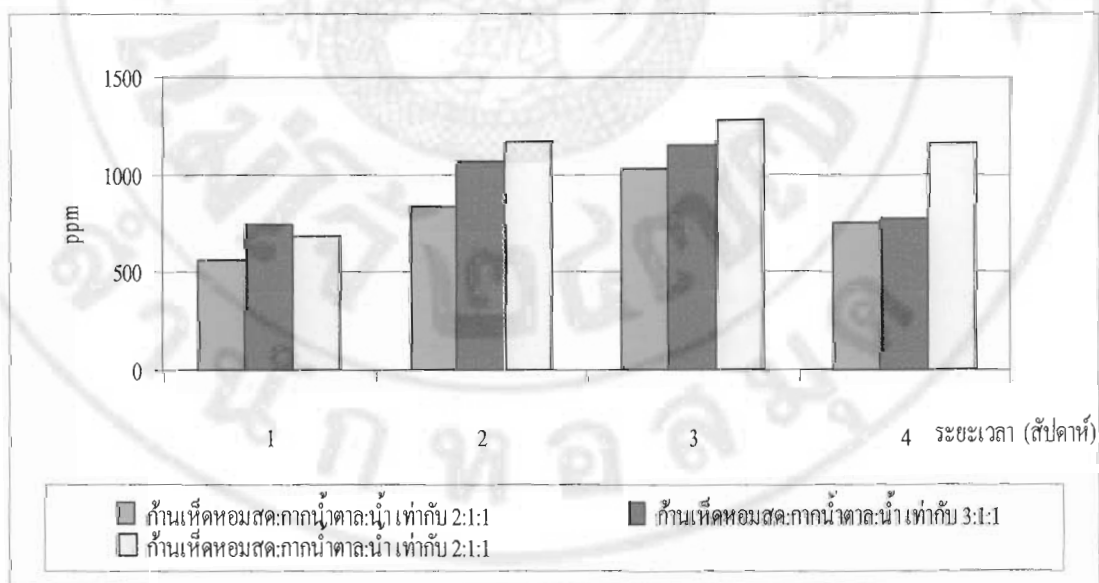
ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูกผักคะน้า

ปริมาณธาตุอาหาร	ก่อนปลูก	หลังปลูก			
		ไม้ใส่ปุ๋ย	น้ำหมักจาก ก้านเห็ดหอม	ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8	น้ำหมักจาก ก้านเห็ดหอม +ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8
pH	6.48	6.97	6.83	5.93	5.95
%OM	0.60	0.53	0.65	0.51	0.77
%N	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Available-P (ppm)	15.08	13.20	12.84	36.92	48.83
K (Extractable forms) ppm	15	26	11	110	134
Ca(Extractable forms) ppm	1,112	1,104	1,280	1,196	984
Mg(Extractable forms)ppm	100	98	118	103	115
Zn(Extractable forms) ppm	0.90	0.80	0.99	1.37	0.70
Mn(Extractable forms)ppm	42.44	37.26	43.36	59.88	20.04
Fe(Extractable forms) ppm	59.42	56.46	64.66	70.32	26.52
Cu(Extractable forms) ppm	1.38	1.42	1.82	2.13	1.27

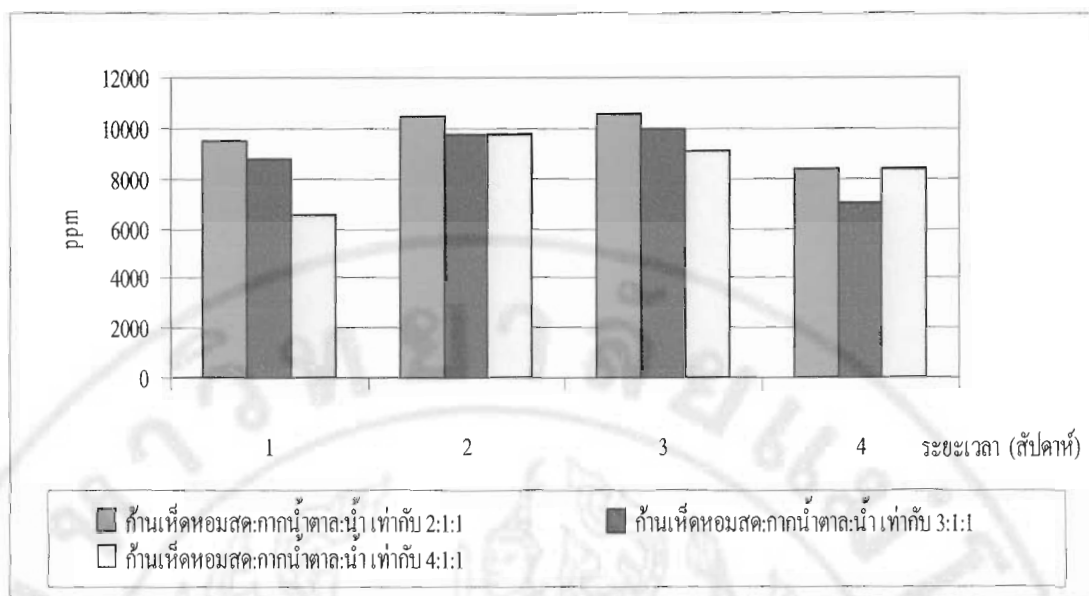




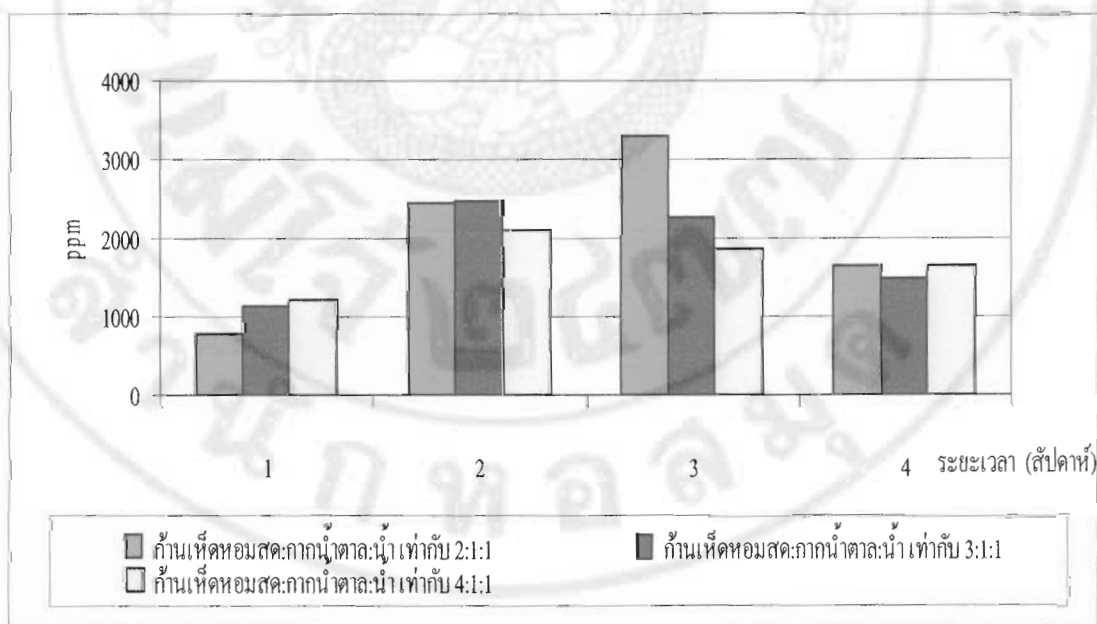
ภาพผนวก 1 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



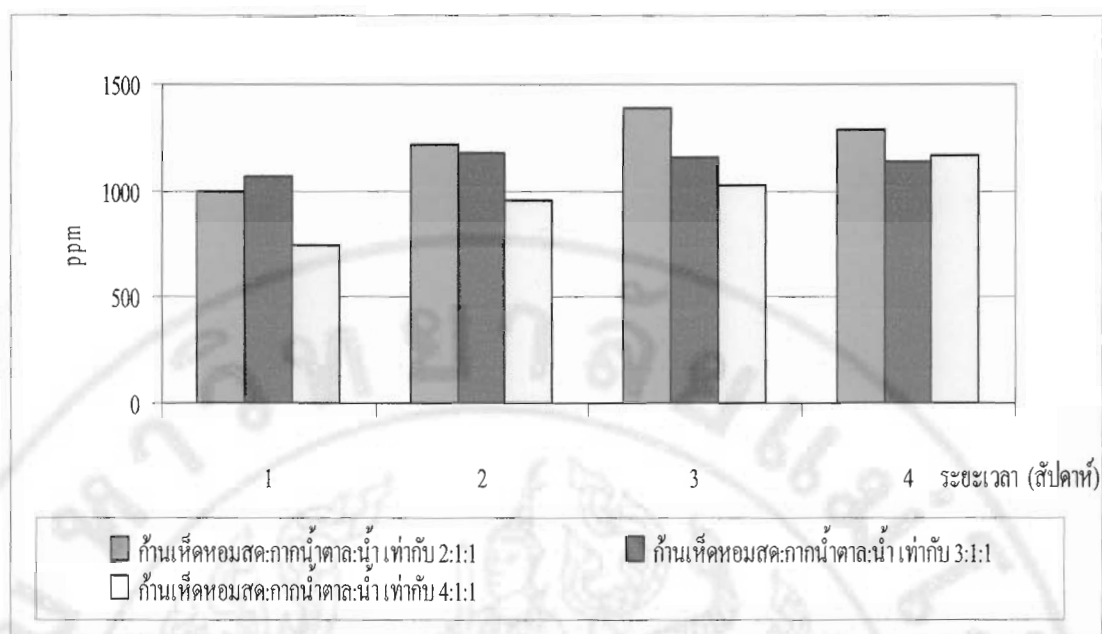
ภาพผนวก 2 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



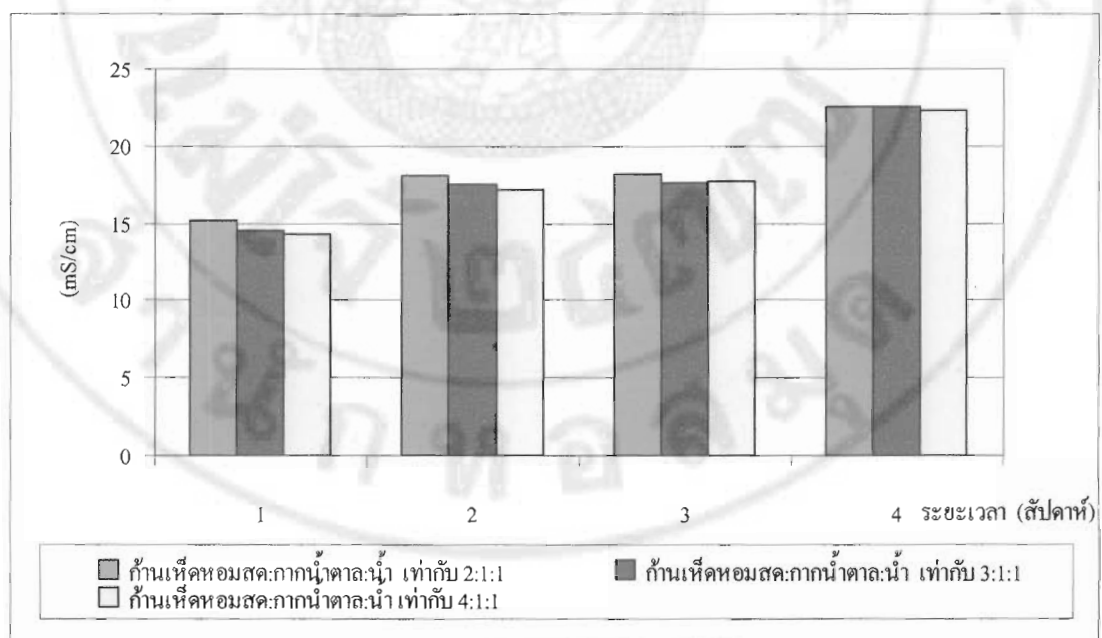
ภาพผนวก 3 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม



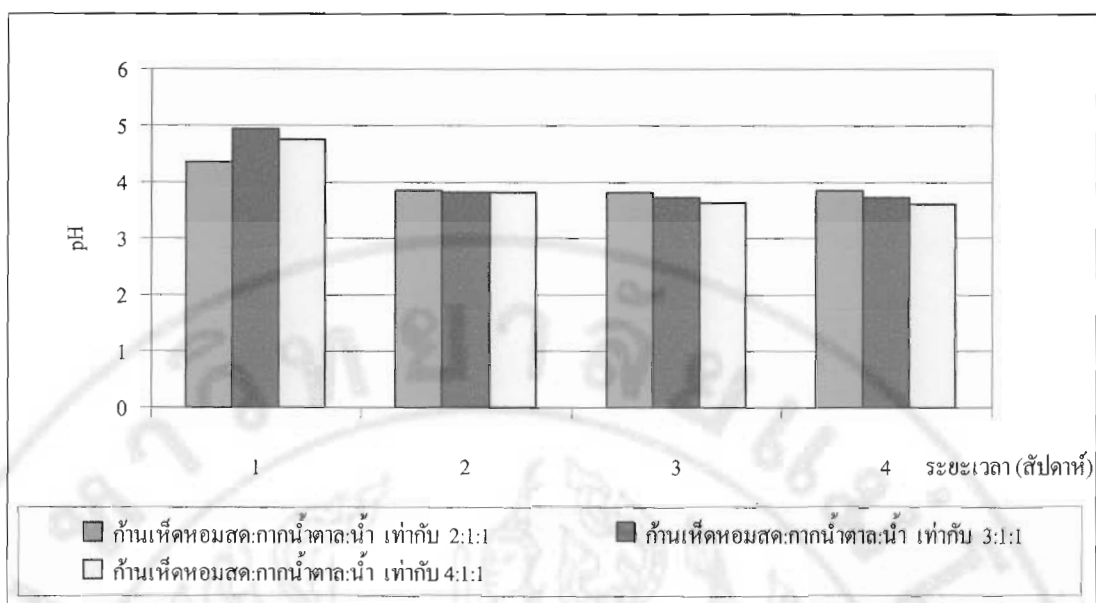
ภาพผนวก 4 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณแคลเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



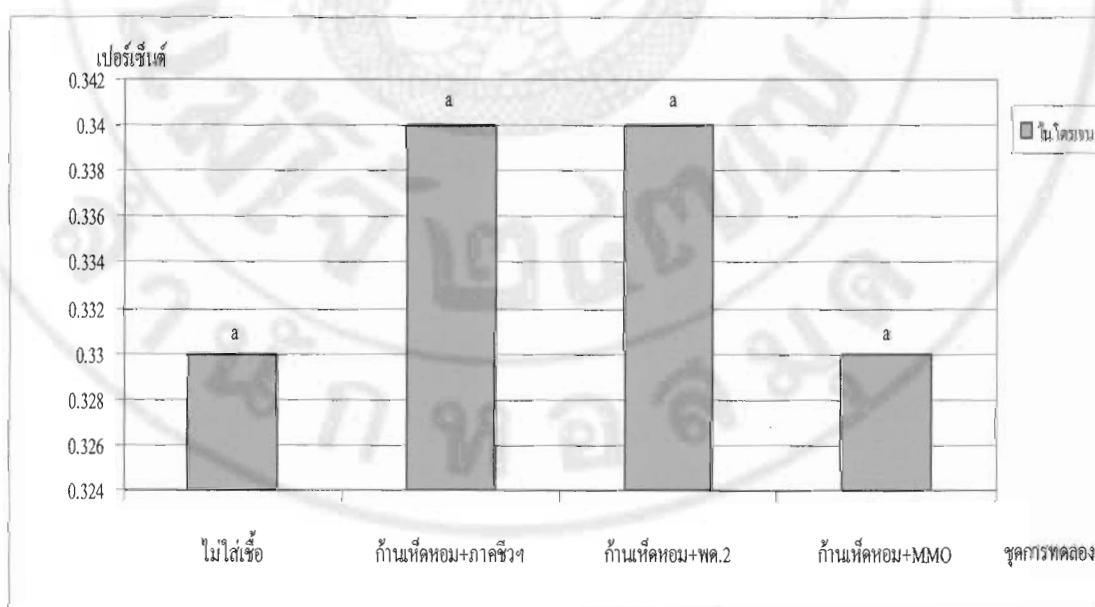
ภาพผนวก 5 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



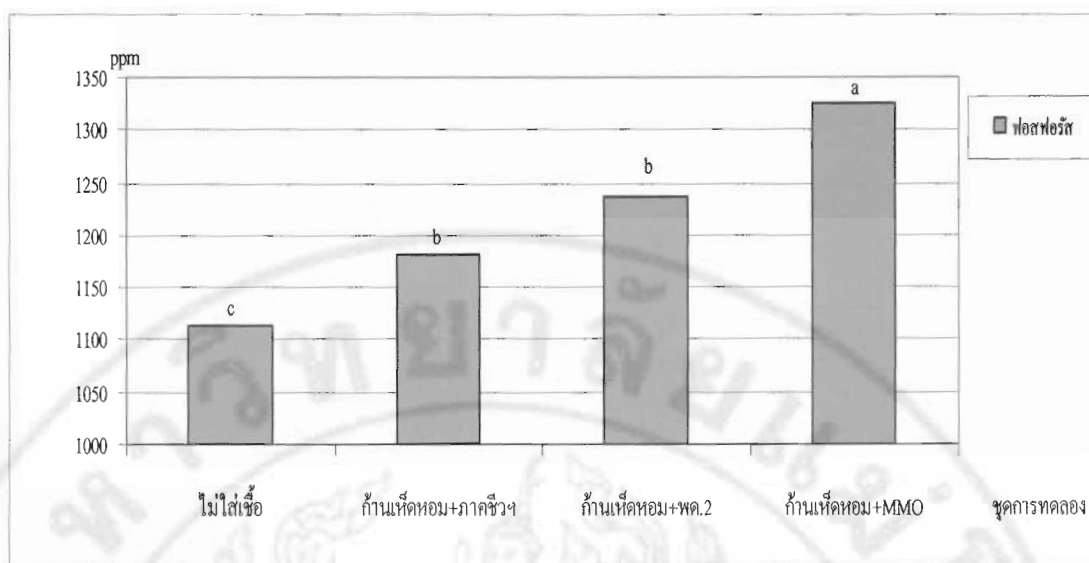
ภาพผนวก 6 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



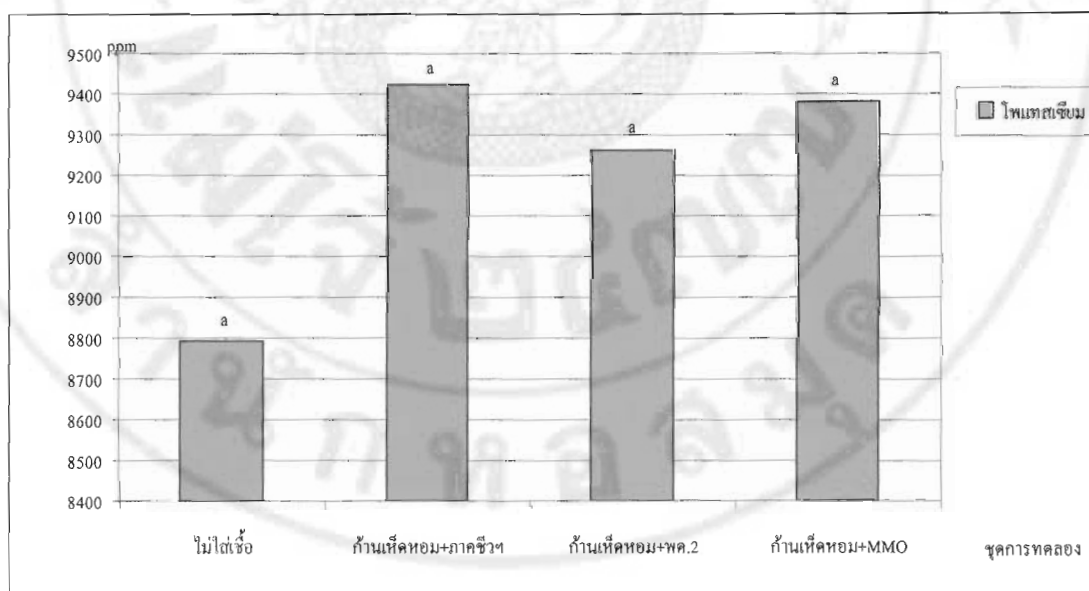
ภาพผนวก 7 ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอม



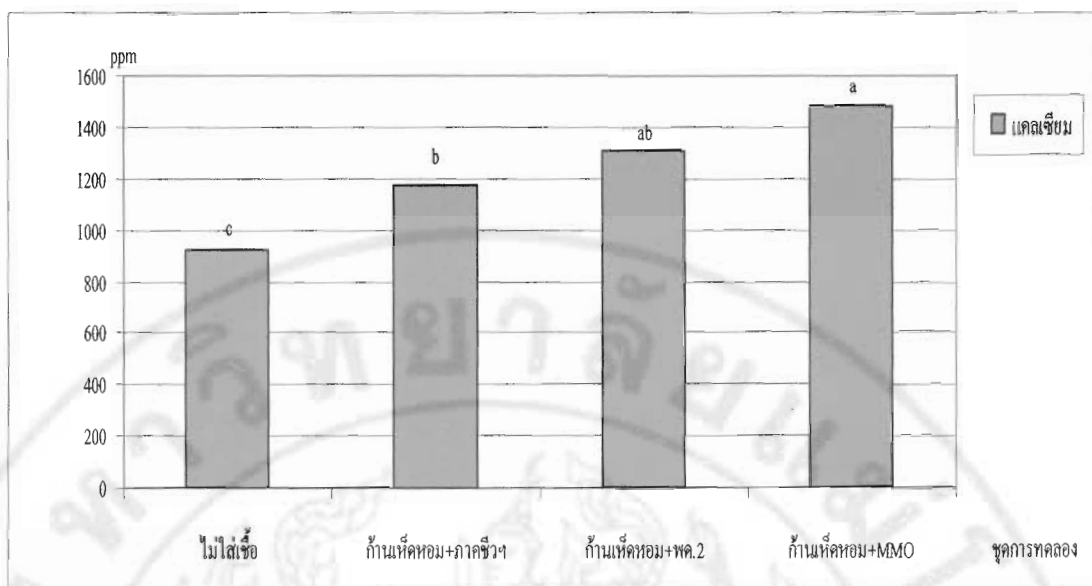
ภาพผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



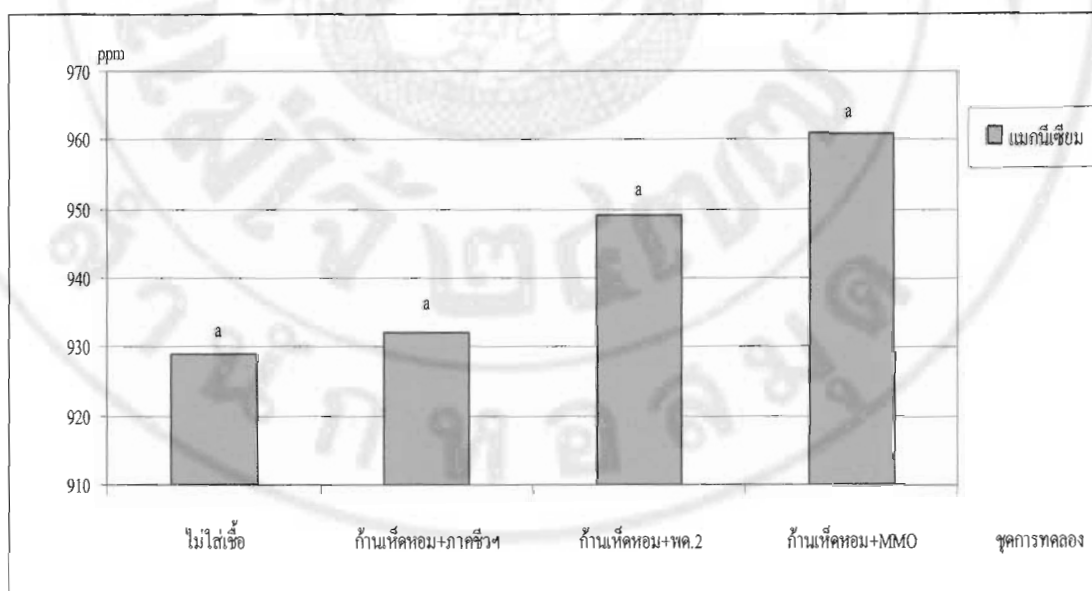
ภาพผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



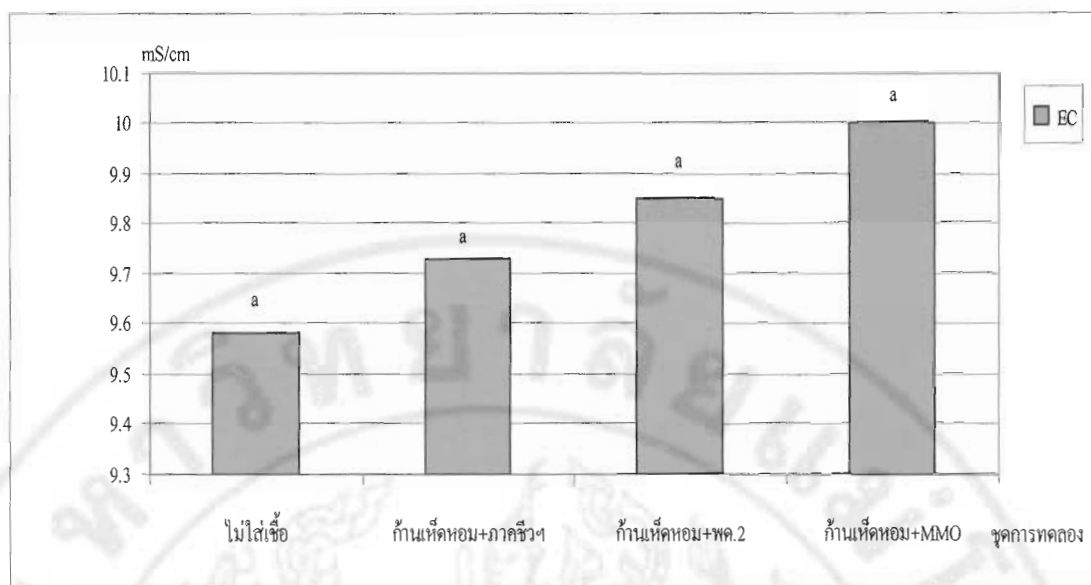
ภาพผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



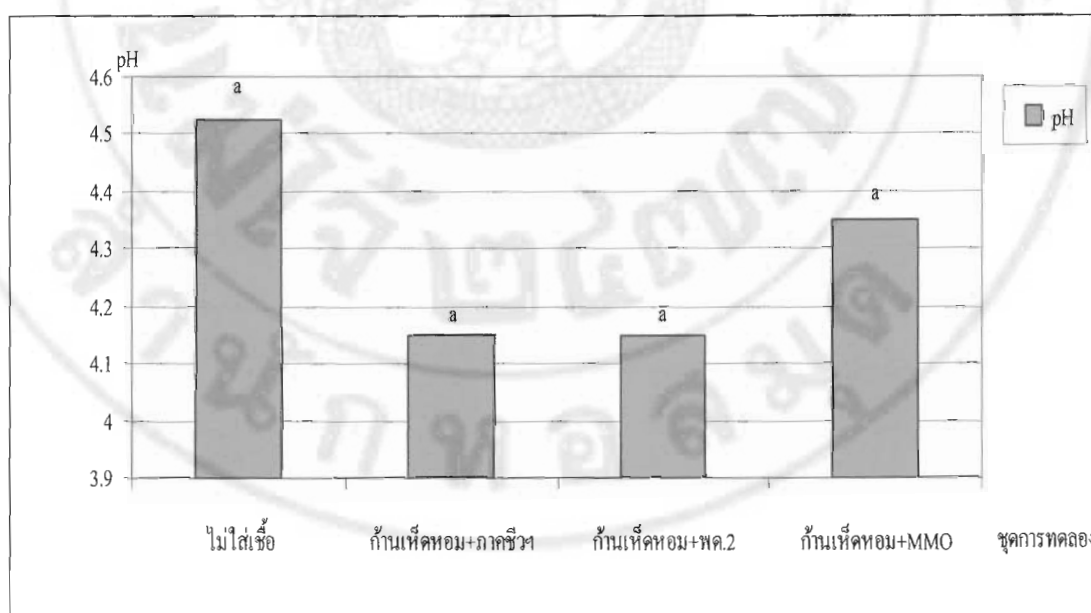
ภาพผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



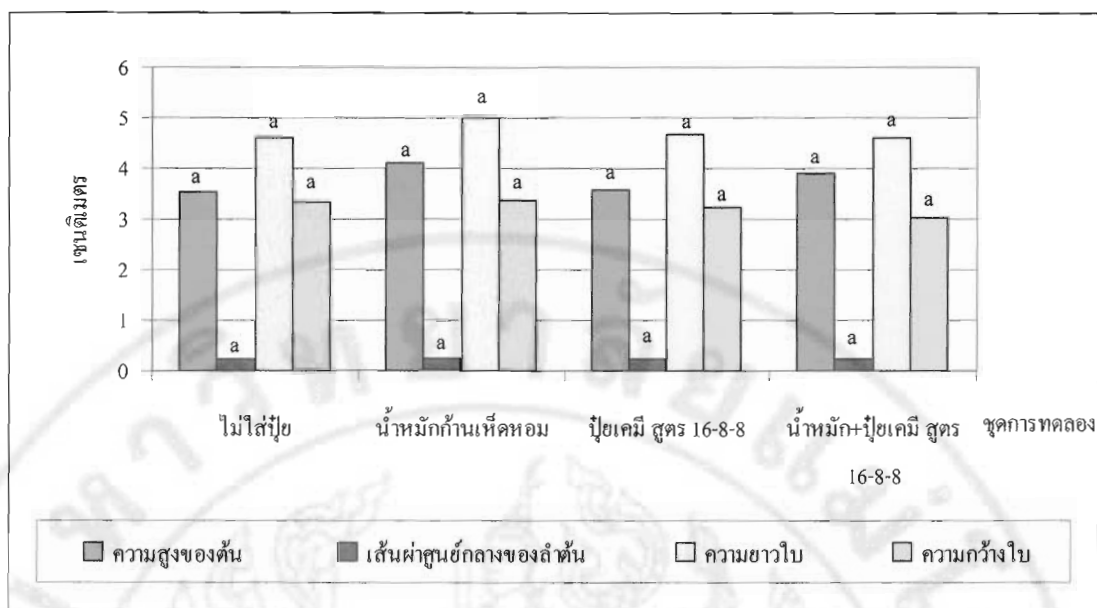
ภาพผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



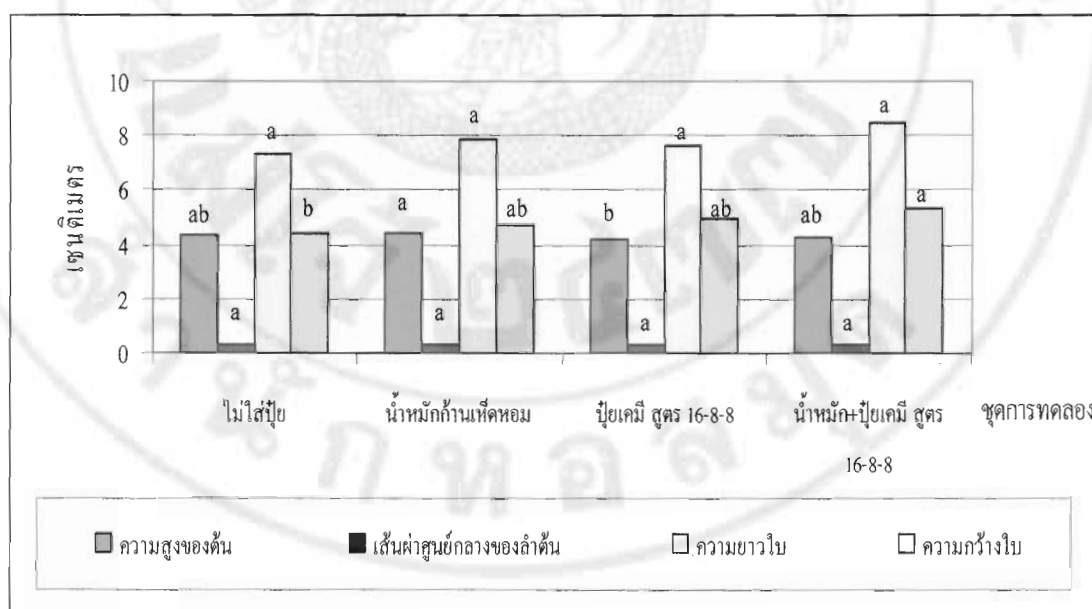
ภาพผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



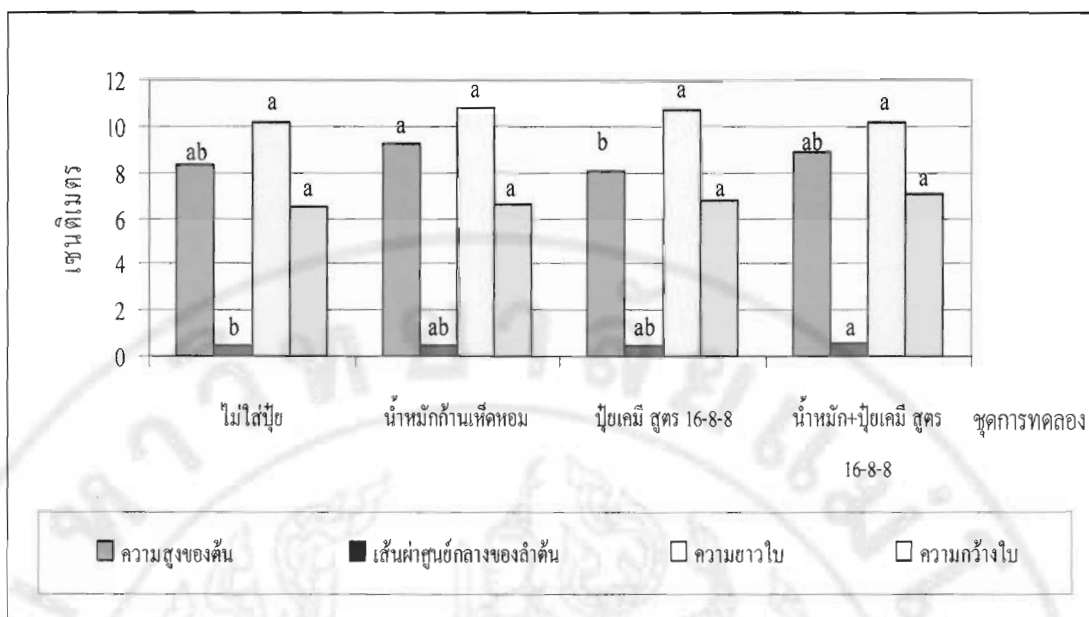
ภาพผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมทั้ง 4 ชุดการทดลอง



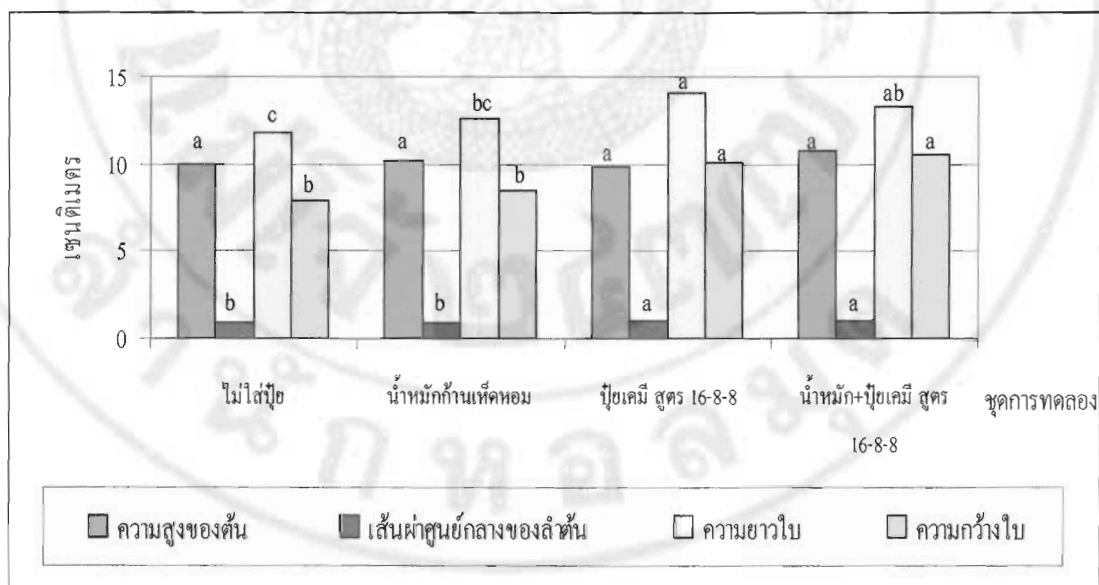
ภาพผนวก 15 การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 7 วัน



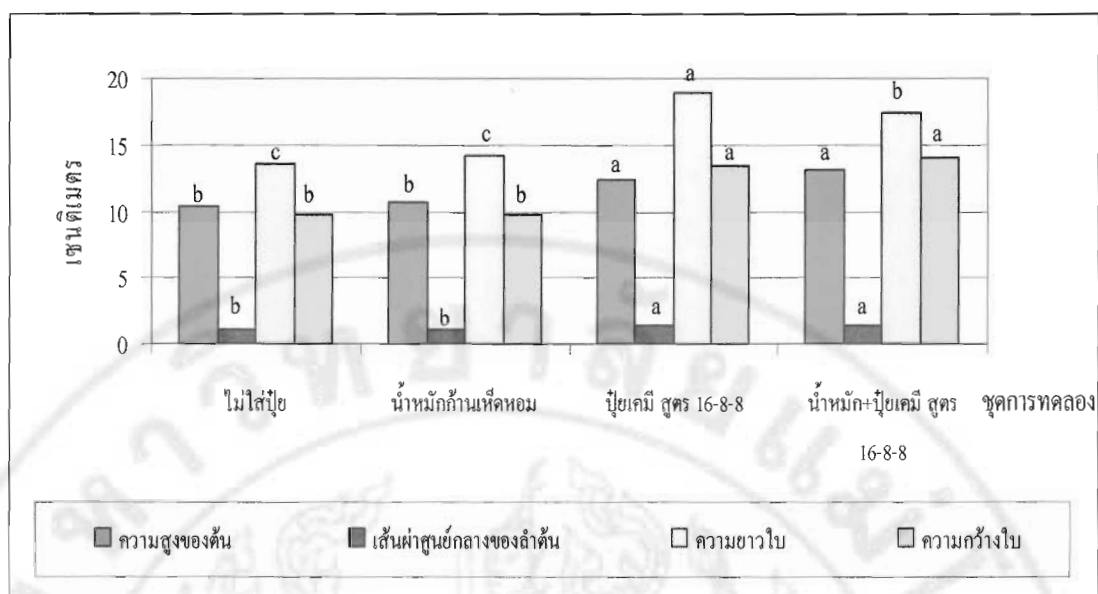
ภาพผนวก 16 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 14 วัน



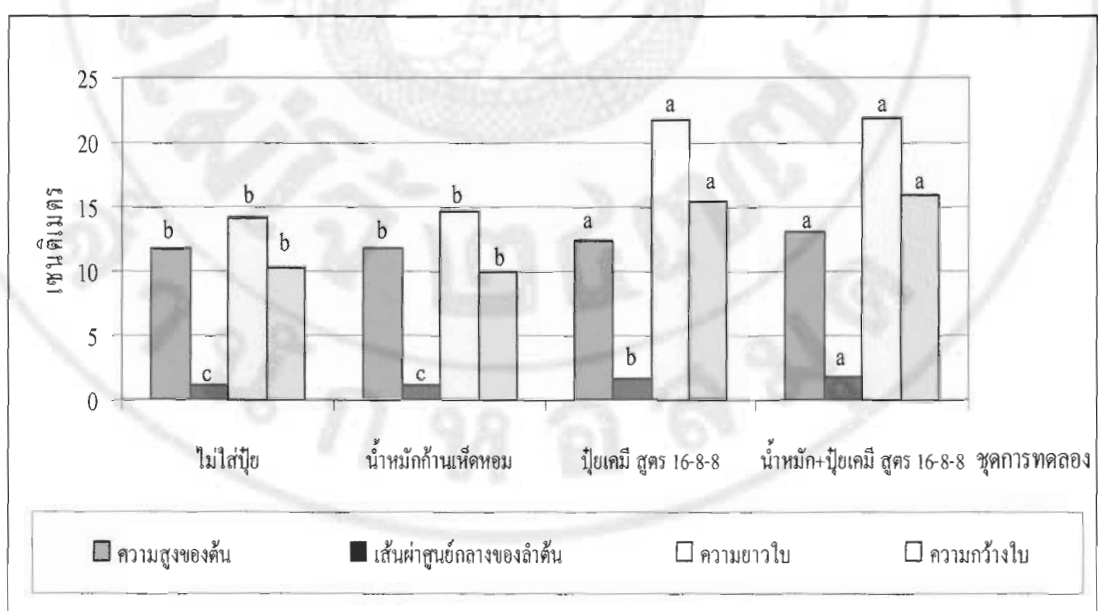
ภาพผนวก 17 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากน้ำตาลเป็น เวลา 21 วัน



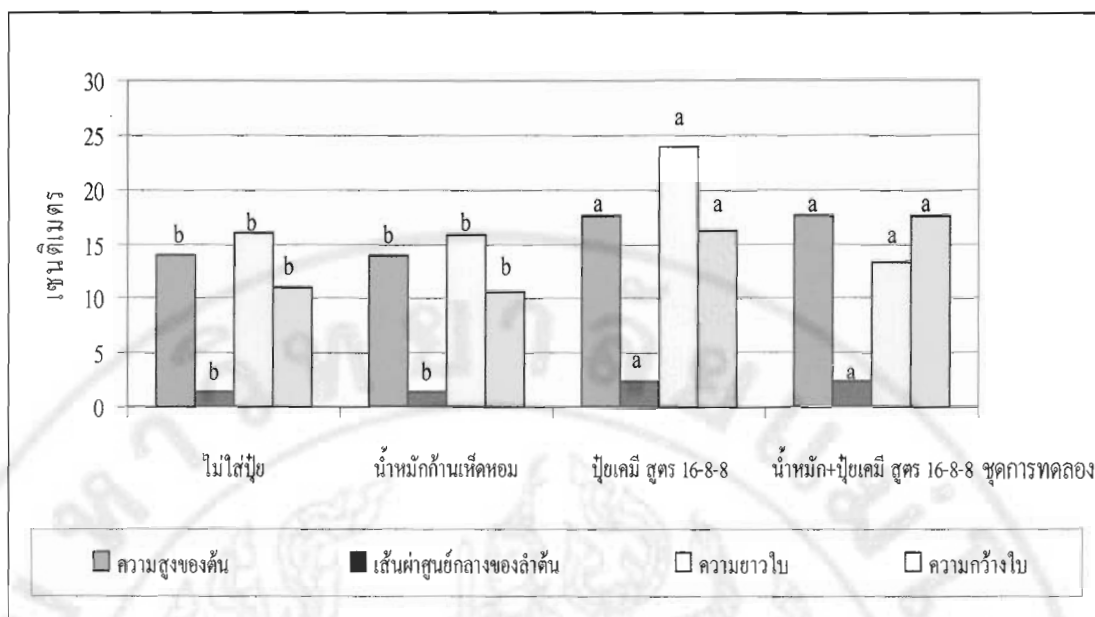
ภาพผนวก 18 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากกากน้ำตาลเป็น เวลา 28 วัน



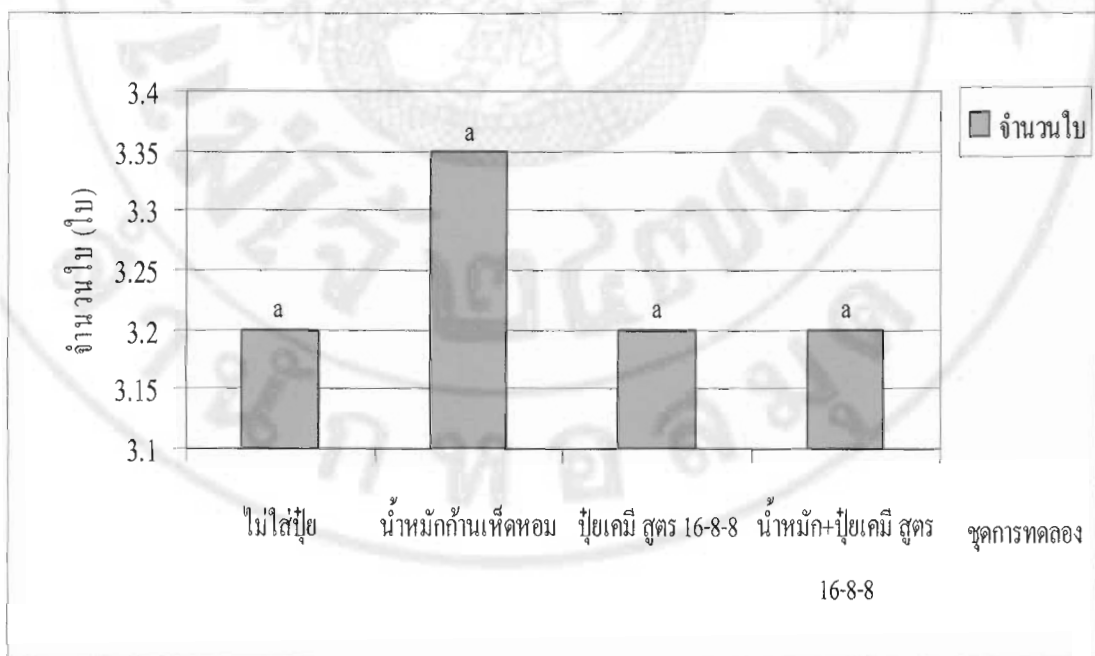
ภาพผนวก 19 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 35 วัน



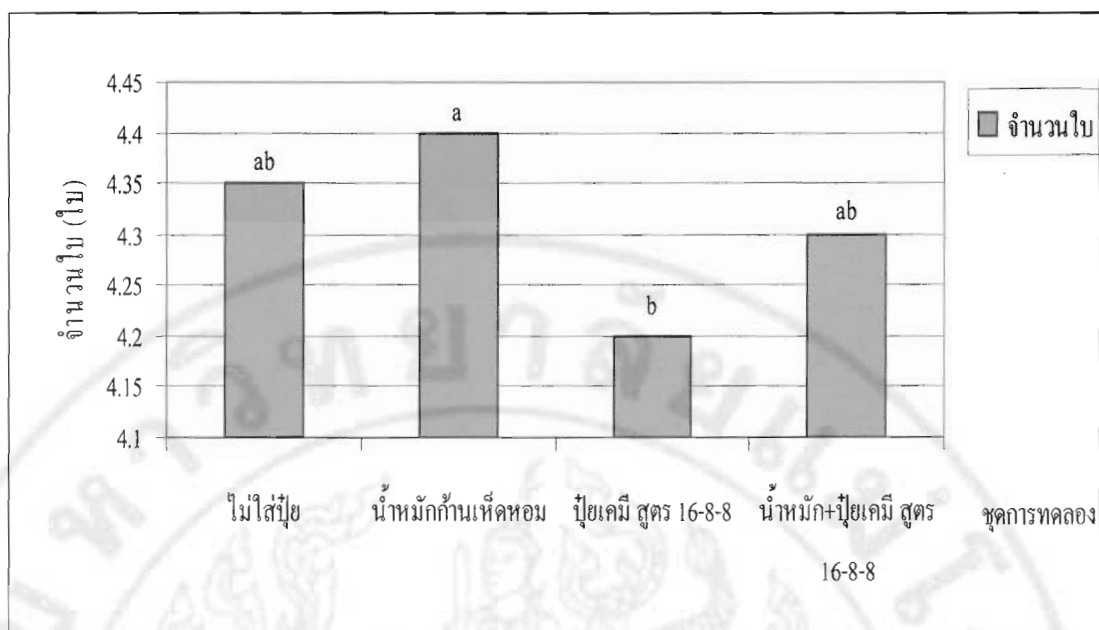
ภาพผนวก 20 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 42 วัน



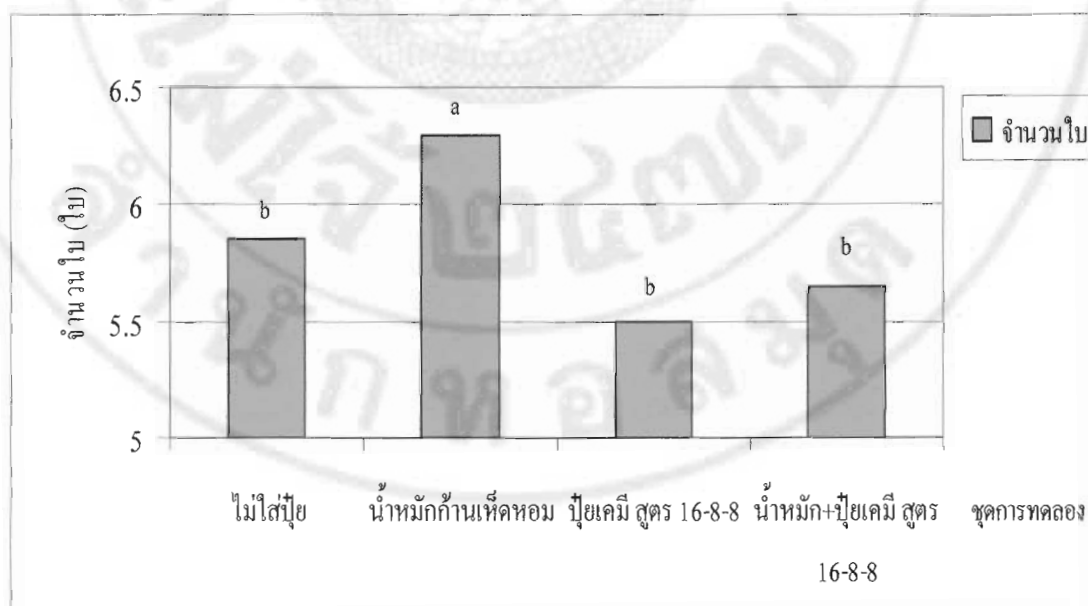
ภาพผนวก 21 การเจริญเติบโตของผักต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 49 วัน



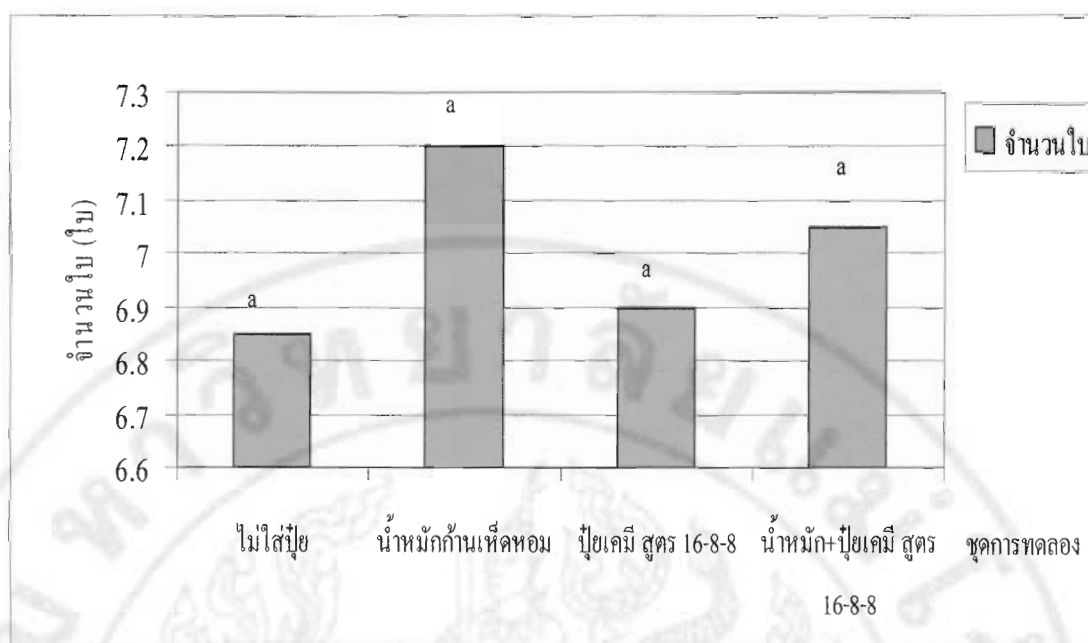
ภาพผนวก 22 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 7 วัน



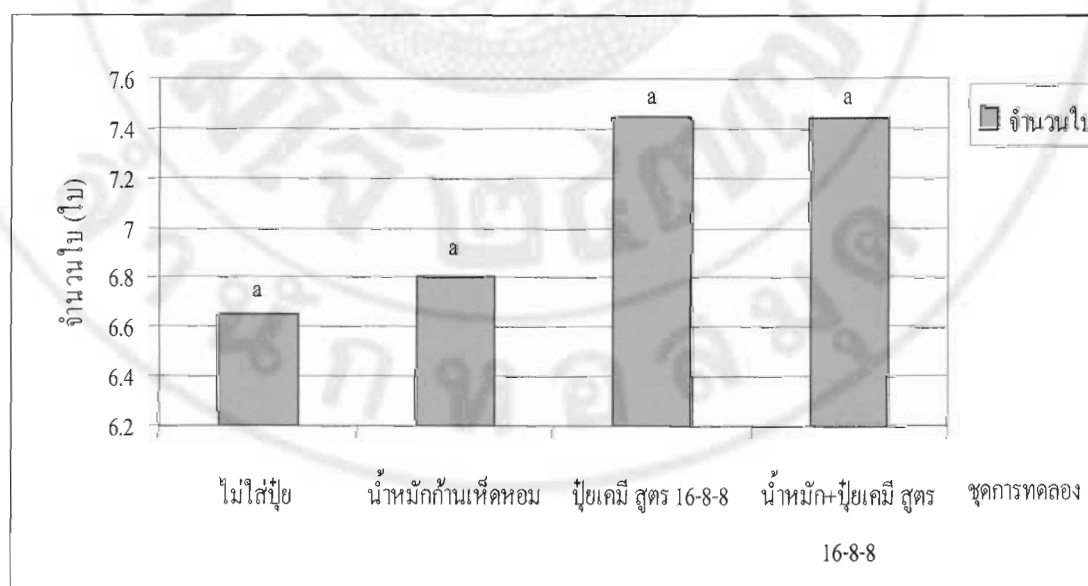
ภาพผนวก 23 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 14 วัน



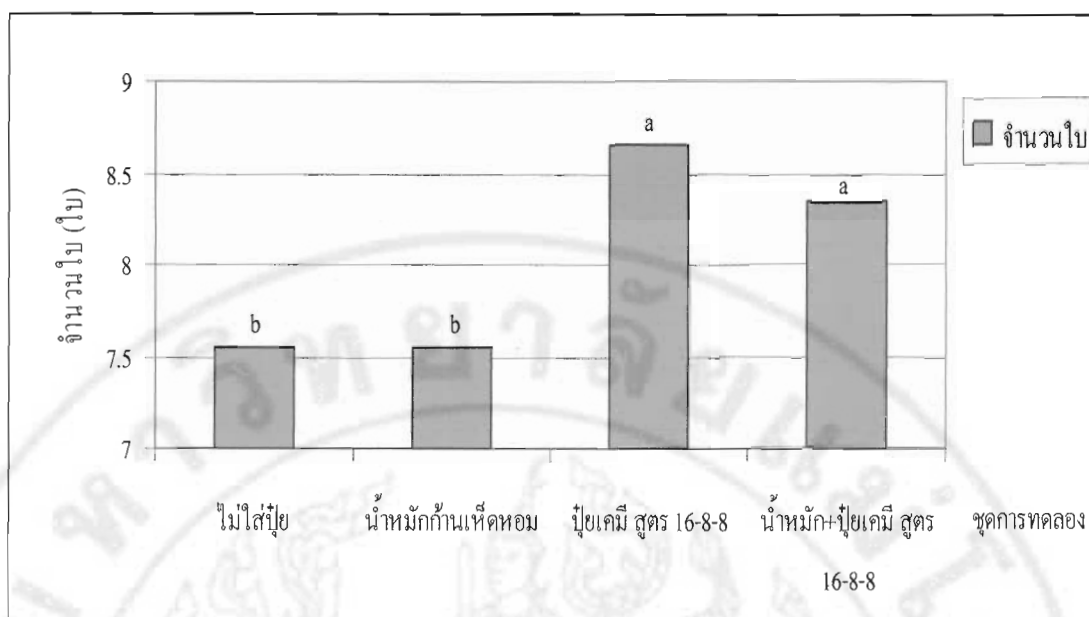
ภาพผนวก 24 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 21 วัน



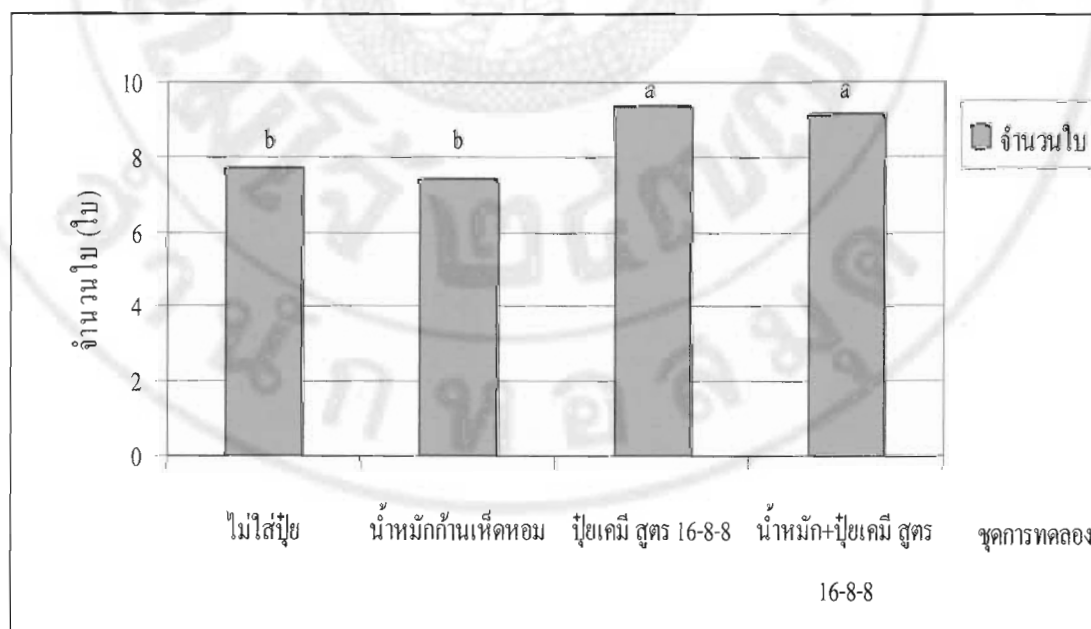
ภาพผนวก 25 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 28 วัน



ภาพผนวก 26 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 35 วัน



ภาพผนวก 27 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 42 วัน



ภาพผนวก 28 จำนวนใบของต้นคะน้าหลังการให้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักจากก้านเห็ดหอม เป็นเวลา 49 วัน



ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวก 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุไนโตรเจนในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.0002	0.0001	0.20	3.49	5.95	0.8957
Ex.Error	12	0.0046	0.0004				
Total	15	0.0048	0.0003				

CV = 5.88 %

ตารางผนวก 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	95646.19	31882.06	21.75	3.49	5.95	0.0001
Ex.Error	12	17591.75	1465.9792				
Total	15	113237.94	7549.20				

CV = 3.15 %

ตารางผนวก 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุโพแทสเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	1010750	336916.67	2.29	3.49	5.95	0.1303
Ex.Error	12	1768850	147404.17				
Total	15	2779600	185306.67				

CV = 4.17 %

ตารางผนวก 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุแคลเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	672800	224266.67	9.58	3.49	5.95	0.002
Ex.Error	12	280800	23400				
Total	15	953600	63573.33				

CV = 12.54 %

ตารางผนวก 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุแมกนีเซียมในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	2707	902.33	0.53	3.49	5.95	0.6716
Ex.Error	12	20324	1693.67				
Total	15	23031	1535.40				

CV = 4.37 %

ตารางผนวก 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในน้ำหมักจากกากันเห็ดหอม

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.3770	0.1257	1.38	3.49	5.95	0.2962
Ex.Error	12	1.0933	0.0911				
Total	15	1.4702	0.0980				

CV = 3.08 %

ตารางผนวก 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก
2 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.0025	0.0008	0.29	3.49	5.95	0.8358
Ex.Error	12	0.0350	0.0029				
Total	15	0.0375	0.0025				

CV = 1.07 %

ตารางผนวก 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก
4 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.0225	0.0075	0.95	3.49	5.95	0.5497
Ex.Error	12	0.0950	0.0079				
Total	15	0.1175	0.0078				

CV = 1.78 %

ตารางผนวก 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก
6 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.0250	0.0083	0.54	3.49	5.95	0.6667
Ex.Error	12	0.1850	0.0154				
Total	15	0.2100	0.0140				

CV = 2.50 %

ตารางผนวก 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 8 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.3769	0.1256	2.03	3.49	5.95	0.1628
Ex.Error	12	0.7425	0.0600				
Total	15	1.1194	0.0746				

CV = 5.23 %

ตารางผนวก 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 10 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.6950	0.2317	2.71	3.49	5.95	0.0911
Ex.Error	12	1.0250	0.0854				
Total	15	1.7200	0.1147				

CV = 6.35 %

ตารางผนวก 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 12 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.4350	0.1450	1.70	3.49	5.95	0.2198
Ex.Error	12	1.0250	0.0854				
Total	15	1.4600	0.0973				

CV = 6.49 %

ตารางผนวก 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากทำการหมัก 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Treatment	3	0.3919	0.1306	2.18	3.49	5.95	0.1422
Ex.Error	12	0.7175	0.0598				
Total	15	1.1094	0.0740				

CV = 5.69 %

ตารางผนวก 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยว เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	705.0000	235.0000	0.39	3.86	6.99	0.7653
Treatment	3	43949.0000	14649.6667	24.30	3.86	6.99	0.0003
Ex.Error	9	5425.0000	602.7778				
Total	15	50079.0000	3338.6000				

CV = 20.25 %

ตารางผนวก 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งหลังการเก็บเกี่ยว เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	774.8787	258.2929	0.41	3.86	6.99	0.7529
Treatment	3	9221.2488	3.73.7496	4.86	3.86	6.99	0.0280
Ex.Error	9	5689.4551	632.1617				
Total	15	15685.5827	1045.7055				

CV = 42.55 %

ตารางผนวก 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	1.2721	0.4240	1.50	3.86	6.99	0.2793
Treatment	3	0.8821	0.2940	1.04	3.86	6.99	0.4217
Ex.Error	9	2.5433	0.2826				
Total	15	4.6975	0.3132				

CV = 14.09 %

ตารางผนวก 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.5875	0.1958	14.39	3.86	6.99	0.0012
Treatment	3	0.0875	0.0292	2.14	3.86	6.99	0.1645
Ex.Error	9	0.1225	0.0136				
Total	15	0.7975	0.0532				

CV = 2.70 %

ตารางผนวก 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	6.3950	2.1317	7.41	3.86	6.99	0.0087
Treatment	3	3.1550	1.0517	3.65	3.86	6.99	0.0566
Ex.Error	9	2.5900	0.2878				
Total	15	12.1400	0.8093				

CV = 6.20 %

ตารางผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	3.0969	1.0323	3.47	3.86	6.99	0.0636
Treatment	3	2.0519	0.6840	2.30	3.86	6.99	0.1456
Ex.Error	9	2.6756	0.2973				
Total	15	7.8244	0.5216				

CV = 5.36 %

ตารางผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	2.5319	0.8440	1.77	3.86	6.99	0.2214
Treatment	3	22.6669	7.5556	15.89	3.86	6.99	0.0009
Ex.Error	9	4.2806	0.4756				
Total	15	29.4794	1.9653				

CV = 5.92 %

ตารางผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	6.5369	2.1790	11.46	3.86	6.99	0.0024
Treatment	3	4.5069	1.5023	7.90	3.86	6.99	0.0072
Ex.Error	9	1.7106	0.1901				
Total	15	12.7544	0.8503				

CV = 3.56 %

ตารางผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	11.5569	3.8523	4.21	3.86	6.99	0.0403
Treatment	3	52.2069	17.4023	19.03	3.86	6.99	0.0006
Ex.Error	9	8.2306	0.9145				
Total	15	71.9944	4.7996				

CV = 6.06 %

ตารางผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.5875	0.1958	3.65	3.86	6.99	0.0567
Treatment	3	0.0675	0.0225	0.42	3.86	6.99	0.7456
Ex.Error	9	0.4825	0.0536				
Total	15	1.1375	0.0758				

CV = 7.15 %

ตารางผนวก 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.5875	0.1958	14.39	3.86	6.99	0.0012
Treatment	3	0.0875	0.0292	2.14	3.86	6.99	0.1645
Ex.Error	9	0.1225	0.0136				
Total	15	0.7975	0.0532				

CV = 2.71 %

ตารางผนวก 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.6500	0.2167	3.20	3.86	6.99	0.0764
Treatment	3	1.4500	0.4833	7.13	3.86	6.99	0.0097
Ex.Error	9	0.6100	0.0678				
Total	15	2.7100	0.1807				

CV = 4.47 %

ตารางผนวก 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.2000	0.0667	0.14	3.86	6.99	0.9315
Treatment	3	0.3000	0.1000	0.21	3.86	6.99	0.8846
Ex.Error	9	4.2200	0.4689				
Total	15	4.7200	0.3147				

CV = 9.78 %

ตารางผนวก 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.2875	0.0958	0.39	3.86	6.99	0.7641
Treatment	3	2.1475	0.7158	2.93	3.86	6.99	0.0921
Ex.Error	9	2.2025	0.2447				
Total	15	4.6375	0.3092				

CV = 6.98 %

ตารางผนวก 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	1.0900	0.3633	2.06	3.86	6.99	0.1761
Treatment	3	3.7900	1.2633	7.15	3.86	6.99	0.0096
Ex.Error	9	1.5900	0.1767				
Total	15	6.4700	0.4313				

CV = 5.24 %

ตารางผนวก 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.3800	0.1267	0.22	3.86	6.99	0.8771
Treatment	3	11.8200	3.9400	6.98	3.86	6.99	0.0103
Ex.Error	9	5.0800	0.5644				
Total	15	17.2800	1.1520				

CV = 8.94 %

ตารางผนวก 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0012	0.0004	0.67	3.86	6.99	0.5935
Treatment	3	0.0003	0.0001	0.17	3.86	6.99	0.9136
Ex.Error	9	0.0055	0.0006				
Total	15	0.0070	0.0005				

CV = 10.52 %

ตารางผนวก 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0034	0.0011	2.49	3.86	6.99	0.1259
Treatment	3	0.0005	0.0002	0.39	3.86	6.99	0.7637
Ex.Error	9	0.0041	0.0005				
Total	15	0.0080	0.0005				

CV = 7.45 %

ตารางผนวก 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0099	0.0033	1.76	3.86	6.99	0.2248
Treatment	3	0.0183	0.0061	3.25	3.86	6.99	0.0737
Ex.Error	9	0.0169	0.0019				
Total	15	0.0450	0.0030				

CV = 8.48 %

ตารางผนวก 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0310	0.0103	1.37	3.86	6.99	0.3138
Treatment	3	0.1115	0.0372	4.92	3.86	6.99	0.0272
Ex.Error	9	0.0680	0.0076				
Total	15	0.2106	0.0140				

CV = 9.07 %

ตารางผนวก 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0335	0.0112	1.39	3.86	6.99	0.3075
Treatment	3	0.7045	0.2348	29.26	3.86	6.99	0.0002
Ex.Error	9	0.0722	0.0080				
Total	15	0.8102	0.0540				

CV = 7.31 %

ตารางผนวก 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นกระน้ำหลังจากใส่ น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0429	0.0143	2.74	3.86	6.99	0.1049
Treatment	3	1.4597	0.4866	93.17	3.86	6.99	0.0000
Ex.Error	9	0.0470	0.0052				
Total	15	1.5496	0.1033				

CV = 5.00 %

ตารางผนวก 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นค่น้ำหลังจากใส่น้ำหมัก
ก้านเห็ดหอมและไต้ป๋วยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.0437	0.0146	2.12	3.86	6.99	0.1680
Treatment	3	3.3278	1.1093	161.16	3.86	6.99	0.0000
Ex.Error	9	0.0619	0.0069				
Total	15	3.4335	0.2289				

CV = 4.48 %

ตารางผนวก 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นค่น้ำหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและไต้ป๋วยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	1.6287	0.5429	4.49	3.86	6.99	0.0344
Treatment	3	0.4685	0.1562	1.29	3.86	6.99	0.3359
Ex.Error	9	1.0888	0.1210				
Total	15	3.1860	0.2124				

CV = 7.37 %

ตารางผนวก 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	1.9013	0.6338	1.31	3.86	6.99	0.3302
Treatment	3	2.8877	0.9626	1.99	3.86	6.99	0.1858
Ex.Error	9	4.3542	0.4838				
Total	15	9.1431	0.6095				

CV = 8.88 %

ตารางผนวก 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	2.8995	0.9665	2.94	3.86	6.99	0.0910
Treatment	3	1.4025	0.4675	1.42	3.86	6.99	0.2988
Ex.Error	9	2.9571	0.3286				
Total	15	7.2591	0.4839				

CV = 5.47 %

ตารางผนวก 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	2.4237	0.8079	1.37	3.86	6.99	0.3119
Treatment	3	10.6477	3.5492	6.04	3.86	6.99	0.0156
Ex.Error	9	5.2910	0.5879				
Total	15	18.3624	1.2242				

CV = 5.93 %

ตารางผนวก 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	1.0577	0.3526	0.47	3.86	6.99	0.7127
Treatment	3	80.3069	26.7690	35.74	3.86	6.99	0.0001
Ex.Error	9	6.7410	0.7490				
Total	15	88.1056	5.8737				

CV = 5.40 %

ตารางผนวก 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	4.9811	1.6604	0.82	3.86	6.99	0.5171
Treatment	3	223.7901	74.5967	36.80	3.86	6.99	0.0001
Ex.Error	9	18.2452	2.0272				
Total	15	247.0164	16.4678				

CV = 7.85 %

ตารางผนวก 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	8.9000	2.9667	0.97	3.86	6.99	0.5500
Treatment	3	235.0600	78.3533	25.62	3.86	6.99	0.0003
Ex.Error	9	27.5200	3.0578				
Total	15	271.4800	18.0987				

CV = 8.8093 %

ตารางผนวก 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 7 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.5435	0.1812	4.72	3.86	6.99	0.0303
Treatment	3	0.2651	0.0884	2.30	3.86	6.99	0.1456
Ex.Error	9	0.3457	0.0384				
Total	15	1.1543	0.0770				

CV = 6.04 %

ตารางผนวก 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 14 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.5464	0.1821	1.25	3.86	6.99	0.3489
Treatment	3	1.8372	0.6124	4.20	3.86	6.99	0.0406
Ex.Error	9	1.3130	0.1459				
Total	15	3.6966	0.2464				

CV = 7.8519 %

ตารางผนวก 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 21 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	2.9808	0.9936	4.97	3.86	6.99	0.0264
Treatment	3	0.6612	0.2204	1.10	3.86	6.99	0.3984
Ex.Error	9	1.7993	0.1999				
Total	15	5.4413	0.3628				

CV = 6.63 %

ตารางผนวก 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 28 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	4.9153	1.6384	3.13	3.86	6.99	0.0797
Treatment	3	19.1163	6.3721	12.19	3.86	6.99	0.0020
Ex.Error	9	4.7056	0.5228				
Total	15	28.7372	1.9158				

CV = 7.83 %

ตารางผนวก 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 35 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	0.7449	0.2483	0.32	3.86	6.99	0.8119
Treatment	3	64.5213	21.5071	27.73	3.86	6.99	0.0002
Ex.Error	9	6.9793	0.7755				
Total	15	72.2455	4.8164				

CV = 7.49 %

ตารางผนวก 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 42 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	2.0269	0.6756	1.03	3.86	6.99	0.4253
Treatment	3	125.3419	41.7806	63.78	3.86	6.99	0.0000
Ex.Error	9	5.8956	0.6551				
Total	15	133.2644	8.8843				

CV = 6.27 %

ตารางผนวก 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของต้นคะน้าหลังจากใส่น้ำหมักก้าน
เห็ดหอมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-8-8 เมื่ออายุ 49 วัน

Source	df	ss	ms	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	3	3.4600	1.1533	0.39	3.86	6.99	0.7681
Treatment	3	155.1800	51.7267	17.29	3.86	6.99	0.0007
Ex.Error	9	26.9200	2.9911				
Total	15	185.5600	12.2707				

CV = 12.49 %



ภาคผนวก ง

ตารางแสดงการแปดผลธาตุอาหารต่างๆ ในดิน

ตารางผนวก 55 การประเมินระดับความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ระดับความเป็นกรดด่าง (rating)	ระดับความต้องการปูน (rating)	ช่วง pH
กรดรุนแรงมากที่สุด	สูงมาก	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	สูงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	สูง	4.5 – 5.0
กรดจัด	สูง	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	ปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	ปานกลาง	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	ต่ำ	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	ต่ำมาก	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	ต่ำมาก	7.9 – 8.4
ด่างจัด	ต่ำมาก	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	ต่ำมาก	> 9.0

ที่มา: ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2542)

ตารางผนวก 56 การประเมินสมบัติทางเคมีของดิน

ธาตุ	ต่ำมาก Very low	ต่ำ Low	ปานกลาง Moderate	สูง High	สูงมาก Very high
1. อินทรียคาร์บอน, % (OC)	< 2	2 – 4	4 – 10	10-20	> 20
2. อินทรียวัตถุ, % (OM)	< 0.5	0.5 – 1.5	1.5 - 2.5	2.5-4.5	> 4.5
3. ไนโตรเจน, % (N)	< 0.02	0.02 – 0.08	0.08–0.12	0.12-0.18	> 0.18
4. อัตราส่วน C : N, %	< 10	10 - 12	12 – 16	16-24	> 24
5. ฟอสฟอรัสที่เป็น ประโยชน์, mg P/kg (p, Bray II)	< 3	3 - 10	10 – 15	15-45	> 45
6. แคลเซียม Ca, mg Ca/kg	400	400 – 1,000	1,000-2,000	2,000-4,000	> 4,000
7. แมกนีเซียม Mg, mg Mg/kg	< 36	36 - 120	120-360	360-690	> 960
8. โพแทสเซียม K, mg K/kg	< 30	30 - 60	60-90	90-120	> 120
9. โซเดียม Na, mg Na/kg	< 23	23 - 69	69-161	161-460	> 460
10. แคทไอออนไอออนที่ แลกเปลี่ยนได้ CEC, meg/100g	< 10	10 - 15	15-25	25-40	> 40
11. เหล็ก Fe, mg/kg	-	< 2.5	2.5-4.5	> 4.5	-
12. แมงกานีส Mn, mg/kg	-	< 1.0	1.0-2.5	> 2.5	-
13. ทองแดง Cu, mg/kg	-	< 0.3	0.3-1.0	> 1.0	-
14. สังกะสี Zn, mg/kg	-	< 0.5	0.5-1.0	> 1.0	-

ที่มา: ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2542)



ภาคผนวก จ
ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ชีวภาพ

ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ชีวภาพ MMO ตราแม่โจ้

MMO มาจากคำว่า Maejo Micro - Organisms เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ หรือที่เรียกว่า Probiotic Microorganisms ที่สามารถนำไปใช้ในด้านเกษตรคือการทำปุ๋ยหมัก การปลูกพืชผักไม้ผลต่างๆ การปลูสดั้ว การประมง ฯลฯ และด้านสิ่งแวดล้อม คือ บำบัดน้ำเสีย กำจัดกลิ่นเน่าเหม็นต่างๆ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในครัวเรือนได้อีกด้วย โดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ได้มานั้นเป็นไปตามการวิจัยของโครงการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์เพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อสนับสนุนการทำเกษตร สุขศาสตร์ (ศาสตร์ที่ว่าด้วยการเกษตรและสุขภาพ) หรือเกษตรอินทรีย์ ซึ่งทางสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (สถาบัน IQS) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้ทำการคัดเลือกและแยกเชื้อจากดินและปศุสัตว์ที่มีความอุดมสมบูรณ์โดยนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพของสถาบัน IQS และเก็บเชื้อไว้ในลักษณะที่มีชีวิต (culture collection) จากนั้น จะทำการเพิ่มจำนวนและพัฒนาเชื้อจุลินทรีย์ให้เข้มข้น และแข็งแรง มีการตรวจสอบคุณภาพเชื้อก่อนบรรจุลงขวดเพื่อให้ได้หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้มข้น แข็งแรง เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในด้านต่างๆ ต่อไป

ลักษณะของหัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO

1. หัวเชื้อจุลินทรีย์ชีวภาพ MMO ตราแม่โจ้ ทั้งสูตร 1 และสูตร 3 จะมีสีน้ำตาลคล้ำ เพราะใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการเป็นอาหารตั้งต้นเพื่อเร่งให้จุลินทรีย์เกิดการตื่นตัว ให้กินอาหารเพื่อที่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น หัวเชื้อมีกลิ่นฉุนฉุน หอมเปรี้ยวอมหวานตามธรรมชาติของกลินจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์จะอยู่ในระยะพักตัว ฉะนั้นก่อนใช้ควรเขย่าขวดเพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ตื่นตัว
2. สามารถเก็บไว้ได้นานประมาณ 1 ปีหรือมากกว่านั้น (อาจถึง 2 – 3 ปี) ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิห้องปกติ 20 – 25 องศาเซลเซียส) ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับสภาพการปิดฝาให้แน่นในการเก็บรักษาหรือหลังจากใช้งานแล้ว เพื่อไม่ให้อากาศจากภายนอกพาเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์เข้าไปในขวด แต่เชื้อจุลินทรีย์สามารถทำงานที่อุณหภูมิที่ต่ำหรือสูงกว่านี้ได้และสามารถทนความร้อนได้ถึง 70 กว่าองศาเซลเซียส
3. เมื่อนำไปขยายต่อเชื้อด้วยกากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดง หรือน้ำมะพร้าวจะเริ่มขยายตัวตั้งแต่ 4 – 6 ชั่วโมงเป็นต้นไป และจะขยายปริมาณอย่างสมบูรณ์และเชื้อจะมีมากที่สุด

ประมาณ 48 ชั่วโมง (2 วัน 2 คืน) โดยไม่ต้องเติมอากาศ แต่ถ้าเติมอากาศจะใช้เวลาน้อยลงซึ่งประมาณ 12 ชั่วโมง หรือน้อยกว่านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณที่หมักขยายเชื้อ

กลุ่มจุลินทรีย์ของหัวเชื้อเข้มข้น MMO

กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ชีวภาพ MMO ตราแม่โจ้ มีอยู่หลากหลายกลุ่ม จึงขอยกตัวอย่างเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความโดดเด่น ดังนี้

1. กลุ่มแบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียจำพวก บาซิลลัส (*Bacillus subtilis*) จะเป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีไม่ว่าจะเป็นสารอินทรีย์ในน้ำหรืออินทรีย์วัตถุ และจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมาจากระบวนการย่อยสลายให้กลุ่มสังเคราะห์แสงนำไปใช้ต่อไป นอกจากนั้นยังทำลายเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับรากของพืชที่มาจากเชื้อราที่อยู่ในดินอีกด้วย
2. กลุ่มผลิตกรดน้ำนม (lactic acid bacteria) จะสร้างกรดน้ำนมไปทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ช่วยปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และกำจัดกลิ่นเน่าเหม็นด้วย
3. กลุ่มสังเคราะห์แสง (photosynthetic bacteria) เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยใช้ก๊าซ CO_2 จากการย่อยสลายจากนั้นจะปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน (O_2) จากกระบวนการสังเคราะห์แสงและอาหารออกมาให้แก่แหล่งดินหรือแหล่งน้ำ ทำให้ความเน่าเสียลดลง จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีพได้เจริญเติบโตซึ่งเป็นการปรับสภาพและเพิ่มความสมบูรณ์ให้แก่แหล่งดินแหล่งน้ำได้
4. กลุ่มที่ช่วยในการหมัก (fermentation) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ยีสต์ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ไม่มีสารประกอบตกค้าง จึงไม่มีกลิ่นเหม็นเน่าและช่วยบำบัดน้ำเสียและย่อยสลายสารอินทรีย์อีกด้วย
5. กลุ่มราเซลล์เดี่ยวและราเส้นใย (yeast and mold) ย่อยสลายสารอินทรีย์ซึ่งได้แก่ อินทรีย์วัตถุต่างๆ ให้เล็กลงภายในระยะเวลาอันรวดเร็วแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาจากระบวนการย่อยสลาย พืชจึงใช้อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายและธาตุอาหารได้อย่างเต็มที่
6. กลุ่มตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixing) ช่วยตรึงไนโตรเจนจากแหล่งต่างๆ ให้เข้ามาหาตัวมันเอง จากนั้นก็จะเปลี่ยนให้เป็นสารอาหารของพืช จึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

การใช้ MMO ให้มีประสิทธิภาพและประหยัด

การขยายเชื้อต้องทำให้ถูกวิธีและต้องสะอาดด้วยจึงจะทำให้การขยายเชื้อมีประสิทธิภาพ ไม่มีเชื้ออื่นปนเปื้อนและสามารถใช้ได้ในปริมาณที่น้อย ไม่เปลืองทุน โดยปกติแล้วการขยายเชื้อด้วยหัวเชื้อเข้มข้น 1 ขวด สามารถขยายได้มากขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เราใส่ แต่

อย่าลืมว่าการขยายแต่ละครั้งควรใช้ให้หมดภายใน 1 อาทิตย์ สูตรการขยายเชื้อมีดังนี้ หัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน อาหารตั้งต้นเริ่มแรกได้แก่กากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดงหรือน้ำมะพร้าว 1 ส่วน และน้ำสะอาดตามความต้องการ โดยปกติแล้วถ้าหมักไม่เกิน 200 ลิตร จะใช้เวลาประมาณ 2 วัน หรือสังเกตว่ามีกลิ่นหอมหรือฟองก๊าซเกิดขึ้นก็สามารถนำไปใช้ได้

หัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO สูตร 1

เป็นปุ๋ยจุลินทรีย์ชีวภาพเหมาะสำหรับให้ทางดิน เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุแล้วให้ธาตุอาหารแก่พืชจากกระบวนการย่อยสลาย ในหัวเชื้อ MMO สูตร 1 จะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ที่ยังมีชีวิตอยู่ไม่ต่ำกว่า 180,000,000,000 เซลล์ต่อ 1 มิลลิลิตร (1 หยดน้ำ) ใช้ได้ผลดีกับพืชผัก ไม้ผลและไม้ดอกไม้ประดับทุกชนิด เสริมสร้างความเจริญเติบโตออกดอกออกผลดี ทนทานต่อการทำลายของโรคแมลงและกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคพืช และใช้เป็นหัวเชื้อเร่งการย่อยสลายในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ

วิธีการใช้

ใช้อัตรา 40 ซีซี (4 ช้อนแกง) ต่อ น้ำ 20 ลิตร ใส่บัวรดรดลงดินหรือบนใบทรงพุ่มของพืชแคंपอขึ้น ไม่ต้องและเพราะถ้าและเกินไปน้ำจุลินทรีย์จะไหลทิ้งไปพื้นที่อื่น รดราดบนอินทรีย์วัตถุยิ่งดี ระยะแรกรด 7 วันต่อครั้ง ติดต่อกัน 3 ครั้ง หลังจากนั้นรด 14 วันต่อครั้งจนเก็บเกี่ยวผลผลิต หรือนำไปขยายให้มีปริมาณมากขึ้นโดยใช้หัวเชื้อ 1 ลิตร กากน้ำตาล 1 ลิตร น้ำสะอาด 20 ลิตร (หากไม่มีกากน้ำตาลสามารถใช้น้ำตาลทรายแดงหรือน้ำมะพร้าวแทนก็ได้) หมักไว้ในภาชนะที่สะอาดและปิดสนิท ประมาณ 2-7 วัน หรือสังเกตว่ามีกลิ่นหอมเปรี้ยวอมหวาน ซึ่งเป็นกลิ่นธรรมชาติของจุลินทรีย์และมีฟองก๊าซเกิดขึ้น จะได้หัวเชื้อขยายครั้งที่ 1 กว่า 20 ลิตร แล้วนำไปรดรดกองปุ๋ยหมักในอัตราส่วนข้างต้นให้ได้ความชื้นร้อยละ 40-50 หรือเก็บไว้ในขวดปิดฝาปิดสนิทนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป หัวเชื้อจุลินทรีย์ MMO เข้มข้น 1 ขวด จะขยายเชื้อได้ไม่เกิน 2 ครั้ง (2 รุ่น) เพราะเชื้อจะอ่อนแอลง การใช้งานจะไม่มีประสิทธิภาพ

สารเร่ง พด. 2 สำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เป็นภูมิปัญญาของเกษตรกรนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตและป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบหลากหลายจำนวนมากจากการเกษตรทำให้มีวัสดุเหลือทิ้ง เช่น เศษผัก เศษปลา ผลไม้ และอื่นๆ เกษตรกรได้นำวัสดุเหล่านี้มาผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่ยังไม่มีการผลิตที่ถูกต้องและมีคุณภาพ

กรมพัฒนาที่ดินจึงได้ดำเนินการวิจัยกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ เอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนและเศษพืช ซึ่งเจริญได้ดีในอุณหภูมิปกติเพื่อนำมาผลิตเป็นสารเร่ง พด. 2 สำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีคุณภาพดี เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช การแตกตา การออกดอก การติดผลดี และเพิ่มผลผลิต และได้นำสารเร่ง พด. 2 ออกส่งเสริมและเผยแพร่สู่เกษตรกร เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2545 โดยในสารเร่งพด. 2 จำนวน 1 ของ (25 กรัม) จะมีปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวไม่ต่ำกว่า 10^{10} เซลล์ สามารถผลิตน้ำหมักชีวภาพได้ 50 ลิตร ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ผลิตและจัดหาสารเร่ง พด. 2 เผยแพร่ให้กับเกษตรกรมาโดยตลอด

ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึง อินทรีย์ในรูปของเหลวซึ่งได้จากการนำวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ซึ่งมีลักษณะสด หรือมีความชื้นสูงในลักษณะเป็นของเหลว และอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลาย ทำให้ได้กรดอินทรีย์และฮอร์โมน หรือสารเสริมการเจริญเติบโตพืชหลายชนิด สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ทางการเกษตรได้อย่างเห็นผล และมีประสิทธิภาพ

ความหมายของสารเร่ง พด. 2

สารเร่ง พด. 2 หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรลักษณะเปียกหรือมีความชื้นสูงเพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยดำเนินกิจกรรมการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ ดังนี้

ก. ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และวิตามินบี *Saccharomyces* sp.

ข. แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก *Lactobacillus* sp.

ค. แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีน *Bacillus* sp.

แหล่งที่มาของเชื้อจุลินทรีย์ ในสารเร่ง พด. 2

กรมพัฒนาที่ดินสามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากเศษเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ จากดินบริเวณรากหญ้าแฝกและจากตัวอย่างการผลิตน้ำหมักชีวภาพแบบธรรมชาติของเกษตรกร

คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด. 2

1. เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ลักษณะสดได้ดี
2. เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการแสงและอากาศ และเจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง 30 องศาเซลเซียส
3. เป็นจุลินทรีย์ที่มีความต้องการความชื้นสูง 100 เปอร์เซ็นต์
4. ระวังไม่ให้น้ำท่วมขังในพื้นที่เพาะปลูก

ส่วนผสมในการทำน้ำหมักชีวภาพ

ตารางผนวก 57 น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาหมัก 7 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ผักหรือผลไม้	40 กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร
สารเร่ง พด. 2	1 ชอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางผนวก 58 น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาหมัก 21 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ปลา	30 กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10 กิโลกรัม
ผลไม้	10 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร
สารเร่ง พด. 2	1 ชอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

วิธีการผสมสารเร่ง พด. 2

1. นำสารเร่ง พด. 2 จำนวน 1 ชอง (25 กรัม) ผสมในน้ำ 10 ลิตร คนให้เข้ากัน นาน 5 นาที
2. ผสมวัสดุพืชหรือสัตว์ (สับให้ละเอียดก่อนหมัก) และกากน้ำตาล (ใช้น้ำตาลทรายแดง น้ำอ้อย หรือน้ำมะพร้าว) ลงในถังหมักขนาด 50 ลิตร แล้วเทสารละลายของสารเร่ง พด. 2 ในข้อ 1 ผสมลงในถังหมัก
3. คลุกเคล้าหรือคนส่วนผสมเข้ากันอีกครั้ง และตั้งในที่ร่ม
4. ในกรณีทำน้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ให้คนหรือกวนทุก 7 วัน เพื่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
5. ปิดฝาไม่ต้องสนิท

คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

6. มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน
 7. มีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก
 8. มีวิตามินบี
 9. มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3 - 4
- มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 20 เดซิซีเมนต่อเมตร

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

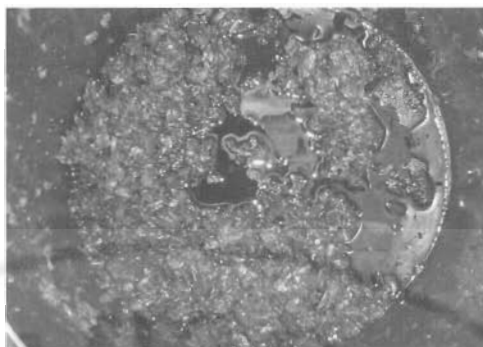
1. เร่งการเจริญเติบโตของรากพืช
2. เพิ่มการขยายตัวของใบ และยึดตัวของลำต้น
3. ชักน้ำให้เกิดการงอกของเมล็ด
4. ส่งเสริมการออกดอกและติดผลดีขึ้น
5. เป็นสารช่วยขับไล่แมลงศัตรูพืช
6. ทำความสะอาดและลดกลิ่นเหม็นในคอกเลี้ยงสัตว์

ข้อเสนอนะ

1. ต้องปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในพื้นที่เพาะปลูกก่อนใช้น้ำหมักชีวภาพ
2. ควรกรองน้ำหมักชีวภาพแล้วเก็บใส่ภาชนะพร้อมปิดฝาหลังจากหมัก 30 วัน สำหรับกากวัสดุที่เหลือจากการทำน้ำหมักชีวภาพให้นำไปใส่ในกองปุ๋ยหมัก เพื่อย่อยสลายก่อนจึงจะนำไปใส่ลงดิน



ภาควิชาภาษาไทย
จำนวน ๒๔๗๗



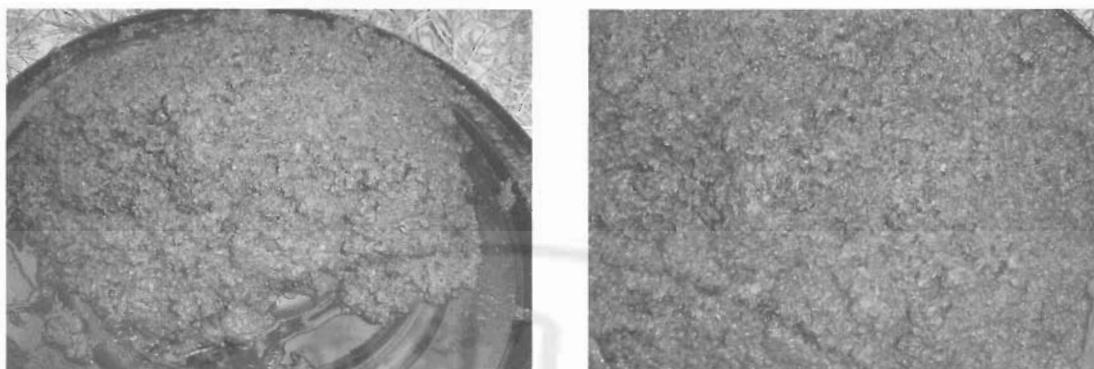
ภาพ 29 ลักษณะการหมัก เมื่อระยะเวลา 14 วัน



ภาพ 30 น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมที่ผลิตได้



ภาพ 31 น้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอมที่ใช้ในการวิเคราะห์



ภาพผนวก 32 กากที่ได้จากการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากกากันเห็ดหอม



ภาพผนวก 33 การเตรียมดินและต้นกล้าคะน้าก่อนการทดลอง



ภาพ 34 พื้นที่ปลูกผักคะน้า



ภาคผนวก ข
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวศิริลักษณ์ หุนแดง

เกิดเมื่อ 17 มีนาคม 2523

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกอบกุลวิทยาคม อำเภอสะเตา จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกอบกุลวิทยาคม อำเภอสะเตา จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2544	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2 คณะเกษตรศาสตร์ นครศรีธรรมราช (วิทยาเขตนครศรีธรรมราช) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล