ผลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อการเติบโตของคะน้า

EFFECTS OF PELLETED ORGANIC FERTILIZER FROM SUGARCANE FILTER CAKE COMBINED WITH CHEMICAL FERTILIZER ON THE GROWTH OF CHINESE KALE

สุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ
SUPATTAPORN LEUNGPRASERT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2561
KMITL-2018-ED-M-241-024

ผลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อการเติบโตของคะน้า

EFFECTS OF PELLETED ORGANIC FERTILIZER FROM SUGARCANE FILTER CAKE COMBINED WITH CHEMICAL FERTILIZER ON THE GROWTH OF CHINESE KALE

สุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ
SUPATTAPORN LEUNGPRASERT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2561
KMITL-2018-ED-M-241-024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF PELLETED ORGANIC FERTILIZER FROM SUGARCANE FILTER CAKE COMBINED WITH CHEMICAL FERTILIZER ON THE GROWTH OF CHINESE KALE

SUPATTAPORN LEUNGPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-ED-M-241-024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเติบโตของคะน้า STUDY OF COMPOUND GRANULAR ORGANIC FERTILIZER FROM SUGARCANE FILTER CATE, CHEMICAL FERTILIZER COMPINATION ON GROWTH AND YIELD OF CHINESE KALE
นักศึกษา	นางสาวสุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ
รหัสประจำตัว	58603125
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	ครุศาสตร์เกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี	ขวัญเมือง	
อาจารย์ ดร.ราตรี	ศิริพันธุ์	
รองศาสตราจารย์ ดร.สีหนาท	ประสงค์สุข	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 5 กรกฎาคม 2561 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

วันที่ ๒๐ **เดือน** ก.ค. **พ.ศ.** 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเติบโตของคะน้า
นักศึกษา	นางสาวสุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ
รหัสประจำตัว	58603125
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	ครุศาสตร์เกษตร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเติบโตของคะน้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) จำนวน 8 กลุ่มทดลอง ซึ่งประกอบด้วยสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใด (control) สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5 % ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% และสิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 โดยมีสิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 กระถาง ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตของผักคะน้าจากความสูงของต้น ความกว้างของใบ ความยาวของใบที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด และน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งเมื่อคะน้ามีอายุ 45 วัน ผลการศึกษาพบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้คะน้ามีการเติบโตสูงสุดในทุกช่วงการเติบโต โดยในวันที่ 42 คะน้ามีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้น ความกว้าง และความยาวของใบเท่ากับ 15.27 11.55 และ22.40 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 41.01 และ 1.29 กรัม ยังพบว่าคะน้ามีการเติบโตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effects of Pelleted Organic Fertilizer from Sugarcane Filter Cake Combined with Chemical Fertilizer on the Growth of Chinese kale
Student	Miss Supattaporn Leungprasert
Student ID.	58603125
Degree	Master of Science
Program	Agricultural Education
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Pinmanee Kwanmuang

ABSTRACT

The study on pelleted organic fertilizer from sugarcane filter cake and chemical fertilizer on the growth of chinese kale. Experimental design was a completely randomized design (CRD) 4 replicates over 4 per pot consisted of 8 groups, including treatment 1 was control treatment without fertilizer , treatment 2 put chemical fertilizer 46-0-0, treatment 3 put 3% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake, treatment at 4 put 3 % of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake combined with chemical fertilizer, treatment 5 put 5% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake, treatment 6 put 5% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake combined with chemical fertilizer. Treatment 7 put 7% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake and treatment 8 put 7% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake combined with chemical fertilizer. Data of chinese kale growth were collected at the age of 7, 14, 28, 35 and 42 days after sowing seeds. The study founded that application of both organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake and chemical fertilizer exhibited higher growth than that of using only organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake or chemical fertilizer. 7% of organic fertilizer pellets from sugarcane filter cake combined with chemical fertilizer showed the highest mean of plant height, width and length of blade, 15.27 11.55 and 22.40 cm, respectively and showed the highest fresh weight and dry weight at 41.01 and 1.29 g, respectively

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักอาจารย์จำรักษ์ ถาวรสิน ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการคุมสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ดร.ราตรี ศิริพันธุ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สีหนาท ประสงค์สุข ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์สุกรรณ์ สังข์วรรณะ เกษตรกรดีเด่น สาขาไร่นาสวนผสม ตำบลหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทดลอง และขอบคุณครูวิไลพร แซ่ลิ้ม ครูปวีณา วิชนี ที่ได้ช่วยเหลือให้งานวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนทุกวันนี้

สุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญภาพ.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....2
1.4 ขอบเขตของการวิจัยตัวแปรของการวิจัย.....3
1.5 ตัวแปรของการวิจัย.....3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1 ปุ๋ย.....5
2.2 ปุ๋ยอินทรีย์.....6
2.3 ปุ๋ยหมัก.....11
2.4 กากชานอ้อย.....18
2.5 กระบวนการหมักปุ๋ย.....19
2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมัก.....20
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมัก.....25
2.8 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักปุ๋ย.....27
2.9 การทำปุ๋ยหมักอัดเม็ด.....29
2.10 มาตรฐานปุ๋ยอัดเม็ด.....30
2.11 การใช้ปุ๋ยหมักอัดเม็ด.....32
2.12 คะน้า.....33
2.13 วัสดุปลูก.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....40

บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย....43
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย....43
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง....43
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล....48
3.4 สถานที่ทำการทดลอง....48
3.5 ระยะเวลาการทดลอง....48
3.6 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง....49

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....50
4.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย....50
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของวัสดุปลูก....51
4.3 ผลการเติบโตของคะน้า....53

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ....62
5.1 สรุปผลการวิจัย....62
5.2 ข้อเสนอแนะ....62

บรรณานุกรม....63

ภาคผนวก....69
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย....70
ภาคผนวก ข การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย....72
ภาคผนวก ค การเติบโตคะน้า....77
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน....89
ภาคผนวก จ ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ....91

ประวัติผู้เขียน....104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ข้อดีข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์....10
2.2 องค์ประกอบของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่นำมาผสมในการทำปุ๋ยหมัก....16
2.3 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์ที่มีคาร์บอนสูงและนำมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก....17
2.4 มาตรฐานปุ๋ยอัดเม็ด....31
2.5 อัตราแนะนำการใส่ปุ๋ยหมัก ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับพืชต่าง ๆ....32
3.1 อัตราส่วนการผสมวัสดุปลูก....44
3.2 การวางแผนการทดลอง....44
3.3 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วม....45
3.4 การปฏิบัติดูแลและการเก็บบันทึกผลการเติบโตของคะน้า....46
4.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์กากชานอ้อย....51
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและสีของวัสดุปลูก....52
4.3 ความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าที่ช่วงอายุต่างกัน....53
4.4 ความยาวเฉลี่ยของใบคะน้าที่ช่วงอายุต่างกัน....55
4.5 ความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้าที่ช่วงอายุต่างกัน....57
4.6 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นคะน้าที่ช่วงอายุ 45 วัน....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราที่ตรวจพบในกองปุ๋ยหมัก....21
2.2 ลักษณะรูปร่างของ *Micrococcus* sp. และ *Bacillus* sp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์....22
2.3 ลักษณะโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อของเชื้อ *Streptomyces* sp. 22
3.1 ไดอะแกรมวิธีการทดลอง....47
4.1 การเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้า....54
4.2 การเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า....56
4.3 การเติบโตด้านความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้า....58
4.4 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นคะน้าที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน....60
4.5 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นคะน้าที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน....61
ก.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย....71
ข.1 วัสดุและส่วนผสมสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย....73
ข.2 ผสมปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อย....74
ข.3 การทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดจากกากชานอ้อย....75
ข.4 การเตรียมวัสดุสำหรับปลูกคะน้า....76
ค.1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 7 วัน....78
ค.2 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 14 วัน....79
ค.3 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 21 วัน....80
ค.4 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 28 วัน....81
ค.5 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 35 วัน....82
ค.6 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 42 วัน....83
ค.7 ต้นคะน้าที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ที่ช่วงอายุ 42 วัน....84
ค.8 ต้นคะน้าที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย ที่ช่วงอายุ 42 วัน....84
ค.9 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 0%....85
ค.10 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 3%....85
ค.11 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 5%....86
ค.12 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 7%....86
ค.13 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี
ในอัตรา 0% 3% 5% 7% ในระยะเก็บเกี่ยว 45 วัน 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ค.14 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย
ในอัตรา 0% 3% 5% 7% ในระยะเก็บเกี่ยว 45 วัน.....87
ง.1 ความชื้นของดินที่ส่งผลต่อสีของดิน.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักคะน้า (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) เป็นผักประเภทกินใบที่นิยมนำมารับประทานเนื่องจากบริโภคได้ทั้งลำต้นและใบ ด้วยลักษณะที่มีรสหวานและกรอบ ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียวมักใช้ประกอบอาหารจำพวกต้ม ผัด ลวกเป็นส่วนใหญ่ ชาวจีนเรียกผักคะน้าว่า "ไก่หลันไช่" เป็นผักล้มลุกอายุ 2 ปี แต่มักเก็บต้นมาบริโภคเมื่อประมาณ 45-55 วัน (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551: 6-10) หลังหยอดเมล็ดคะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพดิน โดยเฉพาะดินร่วนปนทรายดินเหนียวปนดินร่วน และดินที่ระบายน้ำดี เป็นผักที่ทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีทำให้ปลูกได้ในทุกฤดูกาล

ในการปลูกคะน้าจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของคะน้าทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้เป็นปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตเพราะมีธาตุอาหารมากพืชสามารถดูดใช้ได้โดยตรง ซึ่งคะน้าต้องการปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง โดยปุ๋ยเคมีที่นิยมใช้กับคะน้า คือ สูตร 46-0-0 สูตร 12-8-8 สูตร 20-11-11 หรือสูตร 20-10-10 (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551: 6-10) โดยเฉพาะปุ๋ยสูตร 46-0-0 เป็นแม่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือปุ๋ยยูเรียที่มีไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนที่สูงถึงร้อยละ 46 โดยน้ำหนัก ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นธาตุอาหารหลักของพืช โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเพาะปลูกที่ต้องการเร่งการเจริญเติบโตของพืชอย่างรวดเร็ว ทำให้พืชมีลำต้นยาว ใบตก ใบใหญ่ ใบสีเขียวเข้ม น้ำหนักดี แต่การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเพื่อเพิ่มผลผลิตที่สูงยังมีผลกระทบที่ตามมาส่วนใหญ่ทำให้เกิดปัญหาดินเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น ทำให้เกิดดินที่มีสภาพเป็นกรด นอกจากนี้ยังทำให้ต้นทุนในการผลิตมีค่ามากขึ้น (สุนทร เรืองเกษม. 2540: 7-14) ซึ่งส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตที่ไม่ดีตามต้องการเกษตรกรจึงหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดีคือ ช่วยทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนในดิน ซึ่งจะส่งเสริมให้ระบบรากของพืชเจริญเติบโตได้ดี นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินมีความชุ่มชื้น ลักษณะดังกล่าวจะลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดินทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดินเป็นการช่วยเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ เพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ซึ่งจะเป็นตัวย่อยสลายอินทรียวัตถุทำให้ธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมา (นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559 : 2) โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้กับคะน้านั้นทำมาจากอินทรียวัตถุซึ่ง ผลิตโดยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อนหรือวิธีการอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวมีข้อจำกัด คือ ปุ๋ยอินทรีย์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารพืชน้อยและถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากจึงจะทำให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืช ซึ่งจะมีปัญหาในเรื่องค่าขนส่งทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นไม่สามารถปรับแต่งปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะสมกับดินและพืชได้

การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ทำให้พืชที่ปลูกมีการเจริญเติบโตไม่ดีตามต้องการ จึงได้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในพืช เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยเคมี และการใช้ร่วมกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของผักบุ้งจีน พบว่าการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของผักบุ้งจีนไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือให้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (อรประภา อนุกูลประเสริฐ และคณะ. 2558 : 970-982) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี จึงถือเป็นรูปแบบการจัดการธาตุอาหารอีกทางหนึ่งที่นอกจากจะทำให้สมบัติทางเคมีของดินดีขึ้นยังสามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้มีความโปร่งร่วนซุย และมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น (บัญชา รัตนีทู. 2555 : 115-127) การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของข้าวโพดหวาน พันธุ์ไฮบริกซ์ 53 อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทำให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงที่สุด คือ 3,516 กิโลกรัม/ไร่ (เสาวลักษณ์ บุญเย็น และคณะ. 2558 : 17-27)

แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีกับคะน้าว่าต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในอัตราส่วนเท่าใด ทำให้ไม่สามารถนำปุ๋ยไปใช้เพิ่มผลผลิตคะน้าได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการหาปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ทำให้คะน้าเติบโตดีที่สุด โดยในงานวิจัยเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ทำจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 เนื่องจากเป็นปุ๋ยเคมีสูตรที่เกษตรกรนิยมใช้และได้ผลดีมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป เพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิตของคะน้า ลดต้นทุนการปลูกคะน้าให้กับเกษตรกรใช้เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรเมื่อปุ๋ยมีราคาแพง และช่วยลดต้นทุนในการบำบัดของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเติบโตของคะน้า

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่างกันมีผลต่อการเติบโตของคะน้าแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยนี้มุ่งสู่การศึกษาปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเติบโตของคะน้าโดยวิเคราะห์จากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ ผลผลิตในรูปของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งที่อายุ 45 วัน การวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย และปริมาณความชื้นของวัสดุปลูกหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งใช้ผักคะน้ายอด ตราสิงโต บริษัทพืชพันธุ์ตราสิงห์ จำกัด

1.4.2 ขอบเขตด้านสิ่งทดลอง

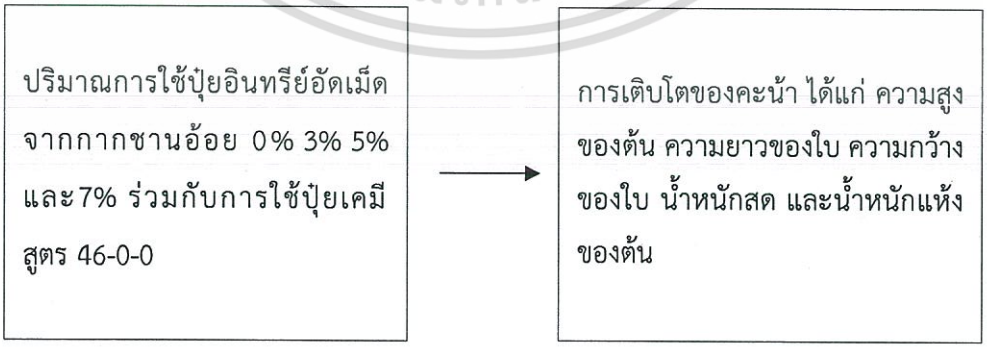
การทดลองใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุปลูกหลัก โดยในแต่ละสิ่งทดลองมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% 3% 5% และ7% ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีกับไม่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย รวมการทดลองทั้งหมดออกเป็น 8 สิ่งทดลอง โดยทำการหว่านเมล็ดและเก็บบันทึกผลการเจริญเติบโตในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

1.5 ตัวแปรของการวิจัย

1.5.1 ตัวแปรต้น ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย (%) ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0

1.5.2 ตัวแปรตาม อัตราการเติบโตของคะน้าโดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ และผลผลิตในรูปของน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของต้น

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำจากกากชานอ้อยซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง ต่อยอดมาจากงานวิจัยการหมักปุ๋ยจากกากชานอ้อยและการอัดเม็ด โดยนำปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อยมาผสมตามสูตรและเข้าเครื่องอัดเม็ด จากนั้นนำปุ๋ยอัดเม็ดที่ได้ไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง บรรจุใส่ภาชนะ โดยลักษณะของปุ๋ยอัดเม็ดที่ได้จะเป็นท่อนกลมสั้น สีดำ เพื่อสะดวกต่อการใช้งานและเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปุ๋ย

2.1.1 ความหมายของปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พุทธศักราช 2518 ได้ให้คำจำกัดความของปุ๋ยไว้ว่า “ปุ๋ย” หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน เพื่อบำรุงการเจริญเติบโตแก่พืช ตามหลักวิชาการของปุ๋ยโดยทั่วไปนั้น สามารถจำแนกปุ๋ยได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ (นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559 : 2)

2.1.1.1 ปุ๋ยเคมี (Chemical fertilizer) คือ ปุ๋ยที่ประกอบด้วยสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ สังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเคมีอินทรีย์

2.1.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic fertilizer) คือ ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากอินทรียวัตถุซึ่งผลิตโดยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่น ซึ่งเป็นอินทรียสารที่ให้ธาตุอาหารพืชและช่วยปรับปรุงสมบัติของดินทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพ โดยปุ๋ยอินทรีย์มี 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1.1.2.1 ปุ๋ยคอก (Animal manure) คือ มูลสัตว์ซึ่งขับถ่ายที่สะสมอยู่ตามพื้นคอกตลอดจนมูลและน้ำล้างคอกที่รวมอยู่ในสระเก็บน้ำทิ้งมูลสัตว์ที่รวบรวมได้มากพอที่จะใช้เป็นปุ๋ย ได้แก่ มูลโค กระบือ สุกร และสัตว์ปีก มูลสัตว์ดังกล่าวมีฟาง วัสดุรองคอก เศษพืช และปัสสาวะรวมอยู่ด้วย

2.1.1.2.2 ปุ๋ยหมัก (Compost) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักซากพืชซากสัตว์ และของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนขยะมูลฝอย เป็นต้น นำมาหมักโดยใช้เวลาระยะหนึ่งเพื่อให้เกิดการย่อยสลายเพื่อทำให้อินทรียสารสลายตัวผุพังจากจุลินทรีย์

2.1.1.2.3 ปุ๋ยพืชสด (Green manure) คือ ปุ๋ยซึ่งได้จากการปลูกพืชในไร่นาจนเจริญเติบโตจนถึงระยะที่เหมาะสมแล้วไถกลบขณะยังสดเพื่อบำรุงดิน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพืชตระกูลถั่วหรือพืชที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่วก็ได้

2.1.1.3 ปุ๋ยชีวภาพ (Bio fertilizer) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาจุลินทรีย์ที่มีชีวิตมาใช้เพื่อเป็นการเพิ่มธาตุอาหารหรือเพิ่มความเป็นประโยชน์ให้ดิน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่และมีประสิทธิภาพในการก่อกระบวนการผลิตปุ๋ยหรือทำให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้เปลี่ยนเป็นรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ และอาจจะรวมถึงกลุ่มจุลินทรีย์ที่กระตุ้นให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ปุ๋ยชีวภาพสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามกิจกรรมหลักของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในปุ๋ย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3.1 ปุ๋ยชีวภาพที่ช่วยเพิ่มธาตุอาหารในดิน ปุ๋ยชีวภาพประเภทนี้มีจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) เป็นหลัก โดยจุลินทรีย์ใช้เอนไซม์ไนโตรจีเนส (Nitrogenase)

2.2.1.3.2 ปุ๋ยชีวภาพส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยกลไกต่าง ๆ ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ไรโซแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) และแบบที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพมีบทบาทเสริมประสิทธิภาพการหาอาหารของรากพืช

2.2 ปุ๋ยอินทรีย์

2.2.1 ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการปรับปรุงดินปัจจุบันมีหลายชนิด ซึ่งมีการให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ไว้อย่างชัดเจน และหลากหลายตามนิยามของแต่ละบุคคลหรือหน่วยงาน ดังนี้

พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 (2518 : 2) กล่าวคือ ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัดหรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

นรีลักษณ์ ชูวรเวช (2559 : 2) ได้ให้ความหมายว่า ปุ๋ยที่ได้จากกอินทรียวัตถุ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมี

กรมวิชาการเกษตร (2548 : 13) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ซากพืชหรือซากสัตว์ที่ไถกลบลงดินรวมถึงพวกอินทรียสารที่เป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เช่น กากตะกอนอ้อย (Filter cake) ทะลายปาล์ม

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน (2546 : 125) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักเศษพืช เช่น หญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว เป็นต้น เพื่อให้เน่าเปื่อยเสียก่อนจึงนำไปใส่ในดิน ปุ๋ยเทศบาลที่บรรจุถุงขายในชื่อของปุ๋ยอินทรีย์เบอร์ต่าง ๆ นั้น คือ ปุ๋ยหมักที่ได้จากการนำขยะจากในเมืองซึ่งประกอบไปด้วยเศษพืชผัก และอาหารนำมาหมักเป็นขั้นตอนจนกลายเป็นปุ๋ย

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์ (2542 : 10) ได้ให้ความหมายว่า ปุ๋ยที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพก่อนพืชจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้

บัญชา รัตนีทู (2550 : 3) ได้ให้ความหมายว่า ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ เศษเหลือจากสารอินทรีย์ต่าง ๆ เซลล์จุลินทรีย์ และผลิตภัณฑ์จะเป็นประโยชน์เมื่อผ่านกระบวนย่อยสลายโดยกระบวนการของจุลินทรีย์เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2553 : 22) ได้ให้ความหมายว่า สารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการการผลิตทางธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสดเมื่อใส่ลงไปในดินนอกจากจะปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้า ๆ แล้วยังทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ระบายน้ำ และถ่ายเทอากาศได้ดี รากพืชจึงชอนไชไปหาธาตุอาหารได้ง่ายขึ้น

งานพัฒนาที่ดิน (2556 : 1) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์แล้วจนเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ที่คงตัวเรียกว่า “ฮิวมัส” และปลดปล่อยสารที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ เช่น ปลดปล่อยสารไนโตรเจนในรูปของไนเตรท ปลดปล่อยฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต รูปของธาตุอาหารที่ปลดปล่อยดังกล่าวพืชสามารถดูดซึมผ่านรากไปใช้ได้โดยตรง ปุ๋ยอินทรีย์จะมีธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างต่ำแต่หากสภาพแวดล้อมในดินดีธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์จะถูกปลดปล่อยออกมาช้า ๆ (Slow release) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิดในดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2550 : 1) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้จากการย่อยอินทรียสารชนิดต่าง ๆ จะให้ปริมาณธาตุอาหารพืชน้อยแต่จะให้ธาตุอาหารพืชอย่างครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารพืชหลัก ธาตุอาหารพืชรอง และธาตุอาหารพืชเสริม ซึ่งจะอินทรีย์ช่วยให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชไว้ได้สูงทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำเศษพืชซากสัตว์และมูลสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมที่ผ่านกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษาฟื้นฟูสภาพดินให้สมบูรณ์และยังเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อการเจริญเติบโต

2.2.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินในปัจจุบันมีหลายชนิด สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้ (นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559 : 2-3)

2.2.2.1 ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์จากพืช และสัตว์ทางการเกษตรหรือจากชุมชนมาผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด ร่อน โดยผ่านกรรมวิธีการหมักอย่างสมบูรณ์จนแปรสภาพจากเดิม ซึ่งกระบวนการหมักเป็นการย่อยสลายทางชีววิทยาโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมซึ่งจะย่อยสลายสารอินทรีย์จนกลายเป็นปุ๋ยที่มีลักษณะนุ่มยุ่ยขาดจากกันได้ง่าย มีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศซึ่งเหมาะที่จะใส่บำรุงดินเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุย และอุ้มน้ำได้มากขึ้น

2.2.2.2 ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ต่าง ๆ ได้แก่ มูลเป็ด มูลไก่ มูลสุกร มูลโค มูลค้างคาว เป็นต้น เป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงสัตว์ที่มีการนำมาใช้ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการเกษตรมาเป็นเวลานาน มูลสัตว์เหล่านี้เป็นส่วนของซากพืชซากสัตว์จากอาหารสัตว์ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหารของสัตว์มาแล้วจึงเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชไม่เพียงแต่จะให้อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารพืชแก่ดินแต่ยังช่วยรักษาดินตลอดจนช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช

2.2.2.3 ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่ยังสดอยู่ลงสู่ดินโดยได้จากการไถกลบพืชหลัก และการปลูกพืชบางชนิดที่ให้ปริมาณธาตุอาหารสูงเจริญเติบโตเร็ว พืชที่นิยมนำมาทำปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว เพราะพืชเหล่านี้มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศจึงเป็นการช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชหลักได้ในรูปแบบหนึ่ง นอกจากนี้ปุ๋ยพืชสดยังช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารให้กับดินด้วย

2.2.3 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์

การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลสัตว์ รวมทั้งปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ให้ได้ผลดีจะต้องใส่ในปริมาณที่เพียงพอและสม่ำเสมอทุกปี ปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้วเมื่อใส่ลงในดินจึงมีการสลายตัวอย่างช้า ๆ ทำให้สามารถปรับปรุงบำรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้กับพืชหลายชนิดกับดินทุกประเภทแต่อัตราที่ใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพดิน พื้นที่ปลูก ภูมิอากาศตลอดจนคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ด้วย สามารถประเมินการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ ดังนี้ (นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559 : 2-3)

2.2.3.1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชผัก

พืชผักเป็นพืชอายุสั้น (Annual crops) มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วต้องการธาตุอาหารปริมาณมากในช่วงระยะเวลาสั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้องคำนึงถึงปุ๋ยที่มีการสลายตัวดีแล้วสามารถใช้ธาตุอาหารได้ทันที ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้กับพืชผักมีทั้งปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลสัตว์วิธีการใส่ควรใส่แบบหว่านแล้วสับกลบ เช่น ถั่วฝักยาว ใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยมูลสัตว์ ได้ในอัตรา 1.5-2 ตัน/ไร่ พริกมีการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ในอัตรา 3-4 ตัน/ไร่ หรือ 500 กรัม/หลุม เป็นต้น

2.2.3.2 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าว

ปัจจุบันนี้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าวอย่างแพร่หลาย ปริมาณการใช้จะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่และสภาพของดิน สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้มีทั้งปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสดโดยถ้าใช้ปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยหมักใช้ในอัตราประมาณ 500-1,000 กิโลกรัม/ไร่/ปี หว่านให้กระจายสม่ำเสมอแล้วคราดกลบ ควรใส่ก่อนปลูก 1-3 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดก๊าซหรือสารพิษ สำหรับการใช้ปุ๋ยพืชสดถ้าเป็นโสน และปอเทือง ควรไถกลบขณะที่ต้นยังอ่อนอยู่ ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วควรไถหลังเก็บผลผลิตแล้วการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าว นอกจากจะเป็นการช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชแล้วยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินที่ผ่านการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานานให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ผลไม้ยืนต้น

ไม้ผลไม้ยืนต้น เช่น ส้ม ทุเรียน มังคุด มะม่วง เป็นต้น เป็นพืชที่มีอายุยาว (Perennial crops) และมีระบบรากลึก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงควรใส่ในระยะปรับปรุงความสมบูรณ์ของต้นหลังการเก็บผลผลิต ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถใช้ได้มีปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลสัตว์ สำหรับพืชต้นใหม่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ควรใส่โดยใช้รองก้นหลุมซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ ในไม้ผลขนาดเล็กจะใช้ในอัตราประมาณ 15-25 กิโลกรัม/หลุม ที่มีขนาดกว้าง ยาว และลึก 50 เซนติเมตร โดยใช้ผสมกับดินที่ขุดจากหลุมในอัตราส่วน 1 : 2-3 แล้วใส่กลับไปในหลุม เพื่อเตรียมปลูกพืชต่อไป สำหรับไม้ผลไม้ยืนต้นที่โตแล้วสามารถใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ 2 วิธี คือ ใส่โดยขุดหลุมหรือร่องรอบรัศมีบริเวณทรงพุ่ม เพื่อเป็นอาหารของรากที่อยู่บริเวณผิวดิน อีกวิธีคือ การคลุมดินบริเวณทรงพุ่มโดยรอบต้น นิยมใช้กับปุ๋ยอินทรีย์ที่มี C/N ratio สูง ๆ และสลายตัวช้า เช่น การใช้ปุ๋ยหมักทะลายปาล์มในปาล์มน้ำมัน

2.2.3.4 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ดอกไม้ประดับ

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ดอกไม้ประดับส่วนมากจะนิยมใช้ปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นการปลูกในลักษณะเป็นแปลงสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์หว่านคลุมแปลงหนาประมาณ 1-3 นิ้ว แล้วผสมคลุกเคล้ากับดิน ปุ๋ยอินทรีย์พวกปุ๋ยหมักสามารถนำมาทำวัสดุปลูกสำหรับไม้กระถางได้ โดยใช้ปุ๋ยหมัก 1 ส่วนผสมกับดินร่วนที่อุดมสมบูรณ์ 2 ส่วน ทั้งนี้ไม่ควรผสมปุ๋ยหมักในอัตราส่วนมาก ๆ เพราะจะทำให้วัสดุปลูกยุบตัวมาก นอกจากนี้สามารถนำปุ๋ยหมักมาเตรียมวัสดุปลูกสำหรับเพาะเมล็ดหรือปลูกต้นกล้าได้อีกด้วยโดยผสมปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ทราย 1 ส่วน และดินอุดมสมบูรณ์ 2 ส่วน ทั้งนี้เพื่อให้วัสดุปลูกมีลักษณะร่วนซุยมีอากาศถ่ายเทได้ดีเหมาะต่อการเจริญของราก

2.2.4 ข้อดีข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช ปุ๋ยอินทรีย์เป็นผลิตผลจากสิ่งมีชีวิตจึงมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชหรือสัตว์ใช้ในการเจริญเติบโตค่อนข้างครบถ้วน เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกย่อยสลายธาตุอาหารต่าง ๆ เหล่านั้นก็จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ เป็นประโยชน์ต่อพืชทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารอันเกิดจากการชะล้าง นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีผลตกค้างอยู่ได้นาน พืชสามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีข้อดีมีข้อจำกัดได้ตามตารางที่ 2.1 ดังนี้ (นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559 : 4-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (Compost)	
ข้อดี	**ข้อจำกัด**
1. ปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C) สูง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี สารฮิวมัสในปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีประจุลบ ดูดยึดอนุภาคของธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกได้ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี	1. ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมีในน้ำหนักปุ๋ยที่เท่ากัน และถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงเห็นผลช้ากว่าปุ๋ยเคมี และการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลาที่พืชต้องการได้ยาก
2. ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น อลูมิเนียม แมงกานีส และโซเดียม	2. การใช้ต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะทำให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืช ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องค่าขนส่ง เพราะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น
3. ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช	3. ปุ๋ยอินทรีย์อาจมีธาตุโลหะหนัก และสารพิษอื่น ๆ ติดมา เช่น ปุ๋ยหมักที่ทำจากขยะอาจมีธาตุโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท ติดมาเป็นจำนวนมากได้ หากขยะที่นำมาเป็นปุ๋ยมีวัตถุที่มีธาตุโลหะดังกล่าวปะปนอยู่
4. ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพิ่มปริมาณก๊าซออก - ซิเจนในดิน ซึ่งจะส่งเสริมให้ระบบรากของพืชเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น	4. ไม่สามารถปรับแต่งปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะสมกับดิน และพืชได้ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากซากพืช และซากสัตว์ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ผันแปรในช่วงที่แคบมากเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ปรับสมดุลของธาตุอาหารในดินได้ เช่น หากดินขาดฟอสฟอรัส แต่มีไนโตรเจนอยู่เพียงพอหรือใกล้เพียงพอ หากใส่ปุ๋ยมูลไก่ลงไปเพื่อเพิ่มฟอสฟอรัสให้แก่พืชจะได้ไนโตรเจนติดไปกับมูลไก่ลงไปในดินด้วย ทำให้ดินมีไนโตรเจนมากเกินไปหากจะใส่ปุ๋ยมูลไก่มากจนดินมีฟอสฟอรัสเพียงพอแก่พืช
5. ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินมีความชุ่มชื้น ลักษณะดังกล่าวจะลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน	
6. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดิน เป็นการช่วยเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ เพิ่มปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจะเป็นตัวย่อยสลายอินทรียวัตถุทำให้ธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมา	

ที่มา : นรีลักษณ์ ชูวรเวช (2559 : 4-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดขึ้นอยู่กับเกษตรกรหรือผู้ใช้ หากต้องการปรับปรุงโครงสร้างของดิน เช่น ความสามารถเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน การช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางชนิด การลดการสูญเสียธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีหรือเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำเพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้น ส่วนข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่าปุ๋ยเคมีและเห็นผลช้า เกษตรกรต้องใช้ในปริมาณมากทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น

2.3 ปุ๋ยหมัก

2.3.1 ความหมายของปุ๋ยหมัก

นรีลักษณ์ ชูวรเวช (2559 : 2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์จากพืช และสัตว์ทางการเกษตรหรือจากชุมชนมาผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด ร่อน และผ่านกรรมวิธีการหมักอย่างสมบูรณ์ จนแปรสภาพจากเดิมซึ่งกระบวนการหมักเป็นการย่อยสลายทางชีววิทยา โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจะย่อยสลายสารอินทรีย์จนกลายเป็นปุ๋ยที่มีลักษณะนุ่มยุ่ย ขาดจากกันได้ง่าย มีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศซึ่งเหมาะที่จะใส่บำรุงดินเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุย และอุ้มน้ำได้มากขึ้น

บัญชา รัตนีทู (2552 : 7) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่าง ๆ นำมาหมักรวมกันแล้วปรับสภาพให้เกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลายสีน้ำตาลปนดำ ปุ๋ยหมักมีความสำคัญและมีคุณค่าสูงในทางการเกษตร แต่ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรเนื่องจากสาเหตุหลายประการ

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2553 : 23) ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักเศษหญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว เศษอาหาร ขยะหรืออินทรียวัตถุต่าง ๆ ให้เน่าเปื่อยสลายตัว

กรมวิชาการเกษตร (2548 : 19) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งได้จากการนำวัสดุอินทรีย์มาผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด หมัก ร่อน จนแปรสภาพจากรูปเดิม และผ่านกรรมวิธีหมักอย่างสมบูรณ์ ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพต้องระบุชนิดวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการผลิต และผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยสมบูรณ์จนได้เนื้อปุ๋ยที่มีลักษณะนุ่ม ยุ่ย ขาดจากกันได้ง่ายมีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศ และมีลักษณะที่สามารถตรวจสอบได้

งานพัฒนาที่ดิน (2556 : 2) เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากการนำเศษวัสดุพืช เช่น แกลบ ฟางข้าว เปลือกถั่ว ซังข้าวโพด ขุยมะพร้าว กากอ้อย เศษใบไม้ มูลสัตว์มาหมักรวมกัน และผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จนเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมได้วัสดุที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ไม่แข็ง กระด้าง และมีสีน้ำตาลปนดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมควบคุมมลพิษ (2547 : 1) กระบวนการแปรสภาพของอินทรียวัตถุโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยย่อยแล้วได้ผลสุดท้ายเป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะที่คงรูป สีค่อนข้างดำ มีความชื้นเล็กน้อย และไม่มีกลิ่นเหม็น

กรมควบคุมมลพิษ (2552 : 3) การย่อยสลายของวัสดุหรืออินทรีย์สารโดยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์เป็นตัวทำการย่อยสลายให้เป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะค่อนข้างคงรูป มีสีดำ ค่อนข้างแห้ง และมีคุณค่าที่สามารถจะใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2550 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการกองหมักเศษหญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว เศษอาหาร และอินทรียวัตถุต่าง ๆ ให้เน่าเปื่อยสลายตัวกลายเป็นสารสีดำหรือที่เรียกว่า “ฮิวมัส” ในที่สุดปริมาณธาตุอาหารที่ตกค้างมีสะสมอยู่ในปุ๋ยหมักจะมากน้อยแค่ไหนย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของอินทรียวัตถุที่นำมาหมักทำเป็นปุ๋ยนั้น และขึ้นอยู่กับสารตัวเร่งการหมัก เช่น เชื้อจุลินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่ใช้ในกระบวนการหมักนั้นด้วย ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4-2 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน 0.08-1 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัส และ 0.6-3 เปอร์เซ็นต์ของโพแทสเซียม

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ผ่านการทำให้ชื้น สับ บด ร่อน และผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมจนแปรสภาพจากเดิม โดยวัสดุที่ผ่านกระบวนการแล้วจะมีลักษณะเปื่อยยุ่ย สีค่อนข้างดำ มีความชื้นเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นเหม็น

2.3.2 ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก เกิดจากการย่อยสลายของวัสดุหรืออินทรีย์สารที่เกิดขึ้นจากแหล่งต่าง ๆ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจนวัสดุดังกล่าวมีลักษณะนุ่มยุ่ย มีสีน้ำตาลปนดำ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดิน โดยประโยชน์ของปุ๋ยหมัก แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช 2) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และ 3) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อมซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ บัญชา รัตนีทู (2550 : 7-10)

2.3.2.1 ประโยชน์ของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงสภาพของดินใหม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าเป็นดินเนื้อละเอียดอัดตัวกันแน่นเช่นเดียวกับดินเหนียว ปุ๋ยหมักก็จะช่วยให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้นไม่อัดตัวกันแน่นทึบทำให้การระบายน้ำและการระบายอากาศดีขึ้น ช่วยให้ดินมีความ สามารถในการอุ้มน้ำหรือดูดซับน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ได้มากขึ้นทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้รวดเร็วแข็งแรง แตกแขนงได้มาก มีระบบรากที่สมบูรณ์ จึงดูดซับแร่ธาตุต่าง ๆ และน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย และดินร่วนปนทราย ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีสารอินทรีย์อยู่น้อยไม่อุ้มน้ำ การใส่ปุ๋ยหมักก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ดินเหล่านั้นสามารถดูดซับน้ำไว้ให้พืชได้มากขึ้นในเนื้อดินหยาบจึงควรต้องใส่ปุ๋ยหมักให้มากกว่าปกติ

นอกจากคุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวปุ๋ยหมักยังสามารถช่วยปรับปรุงดินในแง่อื่น ๆ เช่น ช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดินทำให้การงอกของเมล็ด และการซึมของน้ำลงไปในดินสะดวกขึ้นช่วยลดการไหลบ่าของน้ำขณะฝนตกเป็นการลดการพัดพาหน้าดินที่สมบูรณ์ไป ดังนั้นปุ๋ยหมักสามารถทำให้ดินมีคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินดีขึ้น ดังนี้

2.3.2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Soil physical properties)

(1) ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงช่วยปรับ ปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น ฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีประจุลบเป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก และมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน ใยรา กระจุกใยรา และสารเมือกที่ปลดปล่อยจากแบคทีเรียจะส่งเสริมการเกิดเม็ดดินได้เช่นกัน

(2) ปุ๋ยหมักช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น และยังลดความหนาแน่นรวมของดิน การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้นระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวางทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากเพิ่มมากขึ้นด้วย ตลอดจนสะดวกต่อการไถพรวน และลดการเกิดชั้นดานแข็งของดิน

(3) ส่งเสริมให้เกิดความพรุนของผิวหน้าดิน ไม่เกิดสภาพผิวดินแข็งทำให้การซึมผ่านของน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ลักษณะดังกล่าวมีผลทางอ้อมต่อการช่วยลดการเกิดการกร่อนดิน

2.3.2.1.2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน (Soil chemical properties)

(1) การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรงถึงแม้ว่าจะไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแต่ก็ค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำมาจากวัสดุเศษพืชต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองค่อนข้างครบ ถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต เป็นแหล่งที่สำคัญของไนโตรเจนรวมถึงธาตุอาหารเสริมที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม และอื่น ๆ

(2) เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคดไอออนของดิน ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคดไอออนค่อนข้างสูงมากกว่าดินเหนียว 5-10 เท่า ซึ่งจะมีส่วนให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของแคดไอออนบางชนิดถูกดูดไม่สูญเสียไป และพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในบางกรณี

(3) ปุ๋ยหมักช่วยลดความเป็นพิษของการที่มีธาตุอาหารบางธาตุมากเกินไป เช่น การใช้ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถช่วยลดความเป็นพิษของอลูมินัม และแมงกานีส โดยช่วยดูดยึดธาตุทั้งสองไว้ทำให้ปริมาณสารละลายในดินลดลง การใช้ปูนขาวร่วมกับปุ๋ยหมักจะลดความเป็นพิษของอลูมินัมและแมงกานีสได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) การใส่ปุ๋ยหมักในดินเป็นการช่วยเพิ่มความจุ ความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

2.3.2.1.3 ปุ๋ยหมักกับคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน (Soil microbiology properties)

(1) การใส่ปุ๋ยหมักลงดินเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์พวกเฮทเทอโรโทรพทำให้จุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และพบว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่น กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินรวมทั้งกิจกรรมพวกเชื้อราไมคอร์ไรซาบริเวณรากพืชด้วย

(2) การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น เช่น *Azotobacter* sp. จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นยังมีผลต่อการยังยั้งการเจริญการก่อให้เกิดโรคของเชื้อโรคบางชนิดได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้รากพืช ปุ๋ยหมักเป็นอาหารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Trichoderma* sp. จึงมักพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักลงดินจะช่วยลดปริมาณเชื้อโรคบางชนิดในดิน และทำให้พืชเกิดโรคน้อยลง นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญเติบโตอยู่สามารถขับสารปฏิชีวนะรวมทั้งสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้หลายชนิดเป็นการลดการระบาด และลดความรุนแรงของโรคพืชบางชนิด (อภิรักษ์ วิภาวิน. 2549 : 22 อ้างถึง Hoitink, 1986 : 93-114)

(3) การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก กรดอินทรีย์บางชนิดจะถูกพืชนำไปใช้ได้โดยตรงบางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

(4) การใส่ปุ๋ยหมักมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน จุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูของไส้เดือนฝอยสามารถเจริญเติบโตได้ดีรวมทั้งขับสารพวกอัลคาลอยด์ (Alkaloid) และกรดไขมันชนิดที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้ การใส่ปุ๋ยหมักจึงส่งผลให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยลดลง

2.3.2.2 การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุที่จะปลดปล่อยออกมาให้แก่ต้นพืชทีละช้า ๆ และสม่ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีแร่ธาตุอาหารพืชที่สำคัญครบถ้วน กล่าวคือ มีไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 0.4-2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณ 0.2-2.5 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ 0.5-1.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแร่ธาตุดังกล่าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาหมัก และวัสดุอื่น ๆ ที่ใส่ลงในกองปุ๋ย

ปุ๋ยหมักนอกจากจะเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชแล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกหลายประการ เช่น ช่วยทำให้แร่ธาตุอาหารพืชในดินแปรสภาพไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่ายเป็นการช่วยถนอมแร่ธาตุอาหารหรือความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ถึงแม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยหมักจะมีปริมาณแร่ธาตุอาหารในปุ๋ยไม่เข้มข้นเหมือนปุ๋ยเคมี แต่ก็มีลักษณะดีอื่น ๆ ที่ช่วยรักษาและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.3.2.3 การปรับปรุงสภาพแวดล้อม

ประโยชน์ของปุ๋ยหมักในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อมสามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องปริมาณของเศษวัสดุจากพืช เศษอาหารหรือขยะมูลฝอยได้จากครัวเรือน ชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมให้ลดลงยังเป็นการลดปัญหาด้านกลิ่น และยังเป็นการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

2.3.2.3.1 เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยทั่วไป ทำให้บริเวณที่อยู่อาศัยถูกสุขลักษณะ

2.3.2.3.2 ช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการทำลายเศษพืชโดยการเผา เช่น ตอซังข้าว เศษหญ้า ขยะข้างถนนซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุการจราจรติดขัดก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

2.3.2.3.3 เป็นการกำจัดวัชพืชน้ำต่าง ๆ ทำให้สัตว์น้ำได้รับแสงแดดเต็มที่และเกิดสภาพสมดุลในการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

2.3.2.3.4 ช่วยให้การสัญจรทางน้ำสะดวกขึ้น โดยเฉพาะการกำจัดผักตบชวาซึ่งมักมีเกินความต้องการตามแหล่งน้ำทั่วไป

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติหลายประการในการช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้มีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน และยังช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารในดินที่มีมากเกินไป เช่น ในดินที่เป็นกรด การใส่ปุ๋ยหมักนั้นยังถือเป็นการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ให้กับดินและพืช ยังช่วยควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยซึ่งเป็นอันตรายกับพืชที่ปลูก นอกจากนั้นการใช้ปุ๋ยหมักยังเป็นการช่วยแก้ปัญหาเรื่องของสิ่งแวดล้อม ลดปริมาณขยะของเหลือทิ้งจากภาคโรงงานอุตสาหกรรม การนำวัชพืชที่ที่มีปริมาณมากมากำจัดเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ และสร้างอาชีพให้กับคนชุมชนหรือท้องถิ่น

2.3.3 วัสดุสำหรับทำปุ๋ยหมัก

วัสดุที่เหมาะสมต่อการนำมาทำปุ๋ยหมัก คือ วัสดุที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบซึ่งส่วนผสมของวัสดุอินทรีย์มีความสำคัญต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากจะผลิตเพื่อใช้ในการผลิตพืชระบบอินทรีย์ หากวัสดุอินทรีย์มีไนโตรเจนหรือโปรตีนสูงก็จะได้ปุ๋ยหมักที่มีไนโตรเจนสูง และหากวัสดุอินทรีย์มีฟอสฟอรัสสูงก็จะได้ปุ๋ยหมักที่มีฟอสฟอรัสสูงเช่นเดียวกัน ในขณะเดียวกันปุ๋ยหมักก็เป็นแหล่งอินทรียวัตถุที่สำคัญในการบำรุงดิน เนื่องจากวัสดุอินทรีย์ในปุ๋ยหมักมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปในดินก็จะหมายถึงการใส่อินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้น (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 1-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 วัสดุที่มีไนโตรเจนสูง

ไนโตรเจน ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก วัสดุที่มีไนโตรเจนได้แก่ มูลไก่แกลบหรือมูลไก่เนื้อ และมูลสัตว์เคี้ยวเอื้อง หากวัสดุที่ใช้ในการหมักมีองค์ประกอบของแก๊สไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้มีกลิ่นฉุนเพราะเกิดแก๊สแอมโมเนียซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนมักพบได้ในสภาพที่มีความชื้นสูง ค่า pH ในกองปุ๋ยหมักเป็นด่างและอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงเกิน 60 องศาเซลเซียส การหมักในสภาพกองใหญ่ ๆ หากมีไนโตรเจนสูงจะทำให้กองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิสูงมากติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 1 เดือน เพราะกิจกรรมของจุลินทรีย์ในธรรมชาติหรือจากมูลสัตว์ มีการย่อยสลายสารประกอบโปรตีนซึ่งมีไนโตรเจนสูงให้เป็นสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงจนกลายเป็นธาตุอาหารที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้โดยตรง

มูลสัตว์ หรือปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลวัว มูลควาย มูลหมู และมูลสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร มูลสัตว์เหล่านี้เป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเหมาะแก่การนำมาทำปุ๋ยหมัก เพราะมูลสัตว์ประกอบไปด้วยไนโตรเจนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการย่อยสลายวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมัก ในขณะที่มูลสัตว์กินเนื้อเป็นอาหารไม่เหมาะสมที่จะนำมูลสัตว์มาทำปุ๋ยหมักเพราะอาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค การเติมฟางข้าวหรือใบไม้แห้งจะช่วยให้กองปุ๋ยหมักที่มีมูลสัตว์เป็นส่วนผสมมีความสมดุลของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากขึ้น ตัวอย่างของมูลสัตว์ที่นำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตปุ๋ยหมักแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่นำมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก

ชนิดของมูลสัตว์	C/N	องค์ประกอบทางเคมีที่พบ (%)			
		C	N	P_2O_5	K^2O
มูลวัว	19-28	25-40	0.89-2.1	0.55-4.81	1.6-3.5
มูลแพะ	16-21	36-48	1.6-2.4	1.5-5.27	1.9-4.0
มูลสุกร	17-31	40-54	1.6-2.9	1.0-7.1	0.16-1.93
มูลไก่ไข่	9-14	27-32	0.6-2.9	1.4-6.8	0.77-3.8
มูลไก่เนื้อ	11-28	25-47	1.8-2.5	2.11-6.6	1.41-3.6

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2559 : 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 วัสดุที่มีคาร์บอนสูง

คาร์บอนใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์และช่วยลดความแน่นทึบในกองปุ๋ยหมักเป็นตัวช่วยการระบายอากาศในกองปุ๋ย วัสดุเหล่านี้ ได้แก่ เศษพืช ใบไม้ ขี้เรื่อย ขุยมะพร้าว และใบมะพร้าวหรือทะลายปาล์มบด เป็นต้น ตัวอย่างของวัสดุที่มีคาร์บอนสูงและใช้เป็นส่วนผสมในการหมักปุ๋ย แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์ที่มีคาร์บอนสูงและนำมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก

ชนิดของวัสดุอินทรีย์	C/N	องค์ประกอบทางเคมีที่พบ (%)			
		C	N	P_2O_5	K^2O
ฟางข้าว	78-88	54-56	0.64-0.69	0.05-0.11	2.0-2.10
แกลบ	70-106	39-52	0.48-0.70	0.11-0.46	0.25-1.30
ต้นข้าวโพด	68	55	0.81	0.37	1.61
ต้นข้าวฟ่าง	73	53	0.73	0.25	1.94
ต้นถั่วเหลือง	40	51	1.28	0.14	1.63
ต้นถั่วลิสง	30	42	1.30	0.37	1.31
เปลือกถั่วลิสง	28	49	1.73	0.37	1.27

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2559 : 3)

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากมายหลายชนิดที่นำมาทำปุ๋ยหมักได้ ซึ่งอาจจะใช้วัสดุเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักสามารถมีหลายกลุ่ม (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 3) ดังนี้

1. เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ เศษวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นา เช่น ต้นข้าวโพด ฟางข้าว ต้นถั่วต่าง ๆ เศษวัชพืช ซังข้าวโพด ใบอ้อย ต้นปอ เศษกก ใบไม้ ฯลฯ

2. เศษวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อย กากสับปะรด ขี้เลื่อย แกลบ ขุยมะพร้าว กากมันสำปะหลัง เปลือกผลไม้ กากปลาจากโรงงานน้ำปลา ตลอดจนเศษเนื้อต่าง ๆ เป็นต้น

3. เศษขยะที่มีอยู่แล้วทุกครัวเรือน

4. วัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก แหน และเศษสวะในแม่น้ำลำคลอง

5. มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ตลอดจนหน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์

6. ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นตัวเร่งให้เศษพืชสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วยิ่งขึ้น

นอกจากวัสดุดังกล่าวแล้ว การเร่งการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งปัจจุบันนิยมใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์โดยสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ (สารเร่งสำหรับผลิตปุ๋ยหมัก) เพื่อช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยให้เศษพืชสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น เช่น สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการผลิตปุ๋ยหมักในเวลารวดเร็วมีคุณภาพสูงขึ้นประกอบด้วยเชื้อรา แอคติโนมัยซิสที่ย่อยสารประกอบเซลลูโลส และแบคทีเรียที่ย่อยไขมัน ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ผลิตขึ้นเพื่อส่งเสริมการผลิตปุ๋ยหมักของเกษตรกรและผู้สนใจ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 3 อ้างถึงสำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาที่ดิน. 2550 : 1-2)

สำหรับกองปุ๋ยหมักที่ดีนั้นจะต้องมีอัตราส่วนของวัตถุดิบระหว่างวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบซึ่งเรียกว่า Browns ต่อวัตถุดิบที่มีสารไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเรียกว่า Green ในปริมาณที่เหมาะสม

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า วัสดุที่นำมาใช้สำหรับทำปุ๋ยหมักนิยมใช้เป็นวัสดุที่มีไนโตรเจน คาร์บอน ฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของมูลสัตว์ และวัสดุอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ เศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม เศษวัชพืชหรือขยะต่าง ๆ

2.4 กากชานอ้อย

โรงงานผลิตน้ำตาล มีวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอยู่ 3 ชนิด คือ 1) กากอ้อยหรือชานอ้อย (Bagasse) เป็นส่วนที่เหลือหลังจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกไปหมดแล้ว ส่วนใหญ่โรงงานจะเผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงาน และขายให้กับการไฟฟ้า ในทางการเกษตรสามารถนำไปหมักปุ๋ยโดยใช้ร่วมกับกากน้ำตาลระหว่างการหมักจะมีความร้อนเกิดขึ้นใช้เวลาในการหมัก 3 เดือน ปุ๋ยหมักก็จะเย็นลงจึงนำไปใช้ได้หรือนำไปเป็นวัสดุเพาะเห็ดได้ 2) ขี้เค้กหรือตะกอนน้ำอ้อย คือเศษอ้อยที่ค้างบนตะแกรงของเครื่องกรองน้ำอ้อยจะมีกากของชานอ้อย ซึ่งมีน้ำอ้อยหวานผสมอยู่ ทางโรงงานจะขายทิ้งให้เกษตรกรนำไปทำปุ๋ยหมัก และ3) ขี้เถ้าดำ (Bagasse ash) คือ ชานอ้อยที่โรงงานเผาเพื่อเป็นเชื้อเพลิง (ปิ่นมณี ขวัญเมือง 2559 : 4 อ้างถึง เกษม สุขสถาน. มปป) ในประเทศปากีสถานได้มีการจัดจำแนกผลผลิตพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลไว้ 3 อย่างด้วยกัน คือ กากชานอ้อย (Sugar press mud : SPM) ชานอ้อย (Bagasse) และโมลาส (Molasses) ซึ่งแต่ละอย่างสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามความเหมาะสม ในส่วนของกากชานอ้อยนั้นได้มีการศึกษาถึงการนำไปใช้ในการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งกากชานอ้อยมีองค์ประกอบเป็นลิกโนเซลลูโลส ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และไข (Wax) ประมาณ 0.18 เปอร์เซ็นต์ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 4-5)

กากชานอ้อย (Sugarcane filter press mud/Sugarcane press mud/ Sugarcane filter cake mud/ Sugarcane filter cake/ Sugarcane filter mud) (ปิ่นมณี ขวัญเมือง 2559 : 5) หมายถึง สิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำอยู่ในน้ำอ้อย สิ่งเจือปนเหล่านี้จะถูกขจัดออกไปจากน้ำอ้อยในขั้นตอนการทำใส (Clarification) กากตะกอนทั่วไปมีลักษณะป่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ สีเทาเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของกากชานอ้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพ และความสะอาดของอ้อยตลอดจนกรรมวิธีการผลิตของโรงงานนั้นด้วยกากตะกอนส่วนใหญ่มีน้ำประมาณร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ในส่วนที่เป็นของแข็งเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากอ้อยและดินรวมถึงมีไขปนอยู่ด้วย นอกจากนั้นมีน้ำตาลละลายอยู่บ้าง กากชานอ้อยนำไปใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดิน จากการวิเคราะห์กากตะกอนเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพบว่ามีไนโตรเจนร้อยละ 1.98 กรดฟอสฟอริกร้อยละ 2.56 และโพแทชร้อยละ 0.28 โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ด้วย (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 5 อ้างถึง เกษม สุขสถาน, มปป)

องค์ประกอบทางเคมีของกากชานอ้อยมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ วิธีการในขั้นตอนการทำใสของโรงงาน สายพันธุ์อ้อย สภาพพื้นที่ ส่วนประกอบของกากชานอ้อยที่มีการศึกษา พบว่ามีความชื้น 50-65 เปอร์เซ็นต์ ไฟเบอร์ 20-30 เปอร์เซ็นต์ Crude wax ประมาณ 7-15 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 5-12 เปอร์เซ็นต์ Crude protein 5-10 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 2-2.5 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ที่ 14 (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 5) จากองค์ประกอบทางเคมีของกากชานอ้อยพบว่า มีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช และเป็นการปรับปรุงดินได้ดี

2.4.1 ปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อย

กรณีที่มีพื้นที่อยู่ใกล้โรงงานทำน้ำตาล เศษเหลือจากโรงงานไม่ว่าจะเป็นกากอ้อยขี้ตะกรันอ้อย สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ทั้งสิ้น โดยส่วนผสมในการหมักจะใช้กากอ้อย 100 ส่วนต่อปุ๋ยคอกหรือขี้ตะกรันอ้อย หน้าดินจากกองหญ้ากองฟางเก่าหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายแล้วอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันให้ได้ 10 ส่วน วิธีทำเริ่มจากนำกากอ้อยมาวางกองบนพื้นกว้างยาว 2-3 เมตร สูง 30-40 เซนติเมตร โดยย่ำให้แน่น ๆ โรยปุ๋ยคอกหรือขี้ตะกรันอ้อยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันหนาประมาณ 1-2 นิ้ว ทำเป็นชั้น ๆ อย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งกองปุ๋ยสูง 1-1.5 เมตร ชั้นบนสุดให้หว่านด้วยหน้าดินจากกองหญ้าหรือกองฟางเก่าหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายแล้วหนาประมาณ 1 นิ้ว รดน้ำให้ชุ่มและคอยระวังไม่ให้น้ำในกองปุ๋ยแห้งหรือแฉะเกินไปการตรวจให้สอดมือเข้าไปในกองลึก ๆ หยิบปุ๋ยออกมาบีบดูถ้ามีน้ำทะลักออกมาตามง่ามมือแสดงว่ากองปุ๋ยแฉะเกินไปให้กลับกองปุ๋ยโดยเร็ว ถ้ามีน้ำติดฝ่ามือเล็กน้อยแสดงว่ากองปุ๋ยมีความชื้นพอเหมาะ แต่ถ้าไม่มีน้ำติดฝ่ามือเลยให้ทำการรดน้ำทันทีควรกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 7-10 วัน กรณีที่ไม่มีแรงงานในการกลับกองอาจใช้วิธีทำช่องระบายอากาศไว้ในกองปุ๋ยก็ได้ แต่การย่อยสลายของกองปุ๋ยเกิดขึ้นช้ากว่าวิธีการกลับกองสำหรับปุ๋ยหมักที่ได้จากกากอ้อยจะให้ใช้ธาตุอาหารหลัก คือ ธาตุไนโตรเจนประมาณร้อยละ 1.3 ธาตุฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.86 และธาตุโพแทสเซียมร้อยละ 1.15 (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 5-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กระบวนการหมักปุ๋ย

รูปแบบของการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้ว่ามี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ การหมักแบบใช้ออกซิเจน และการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (กรมควบคุมมลพิษ. 2552 : 3-4) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.1 การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic decomposition) คือ กระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนได้รับสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการย่อยสลายอินทรีย์สารให้กลายเป็นแร่ธาตุ กระบวนการนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนักเนื่องจากไม่ทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นแต่จะได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติดีและมีองค์ประกอบของไนเตรท (NO_3) และซัลเฟต (SO_4) ดังสมการ

$$\text{Organic matter} + O_2 \xrightarrow[\text{Bacteria}]{\text{Aerobic}} \text{New cell} + CO_2 + H_2O + NO_3 + SO_4 + \text{heat}$$

2.5.2 การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic decomposition) เป็นกระบวนการซึ่งจุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยไม่ใช้ออกซิเจนได้รับสารอาหารแล้วเจริญเติบโตและมีการย่อยสลายอินทรีย์สารให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุ แต่กระบวนการนี้มักมีปัญหาก่อให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) รวมทั้งคุณภาพของปุ๋ยที่ได้จะค่อนข้างต่ำ และใช้เวลาในการหมักนานกว่าการหมักแบบใช้ออกซิเจน กระบวนการนี้จะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นมาด้วย ดังสมการ ซึ่งก๊าซชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในกิจการต่าง ๆ ได้

$$\text{Organic matter} + O_2 \xrightarrow[\text{Bacteria}]{\text{Anaerobic}} CO_2 + H_2O + H_2S + NH_3 + CH_4 + \text{heat}$$

2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมัก

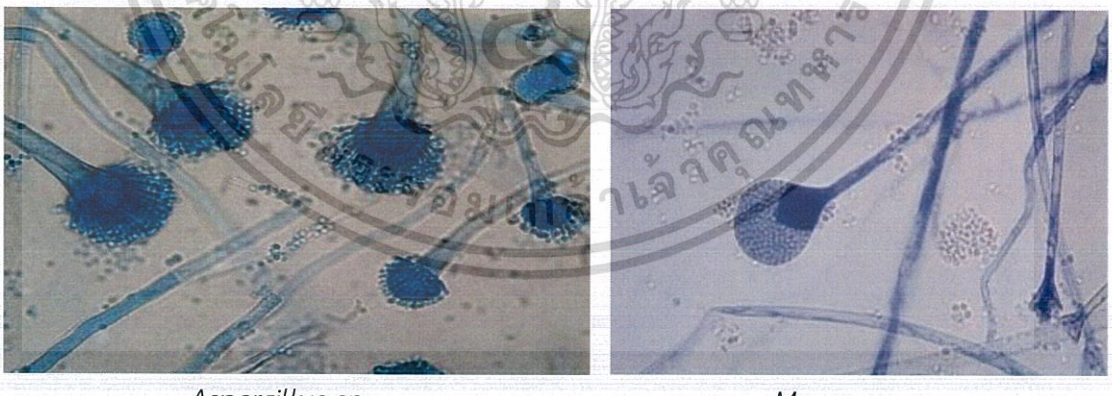
ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก การย่อยสลายของเศษวัสดุในการหมักจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับจุลินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดรวมกันโดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลาย ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. และเชื้อแอคติโนมัยซีสพวก *Streptomyces* sp. บางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะออกมาทำลายโรคพืช หรือเกิดการแข่งขันจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืช การที่เชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพาราไซต์กับเชื้อโรคพืชปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการทำลายเชื้อโรคพืชทั้งสิ้น (ทัศนีย์ แก้วมรกฎ. 2557 : 15 อ้างถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิทยากร และเสียงแจ๋ว. 2537 : 63-74) ได้กล่าวไว้ว่า จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายปุ๋ยหมักจะแบ่งออกได้ ดังนี้

2.6.1 เชื้อรา (Fungi)

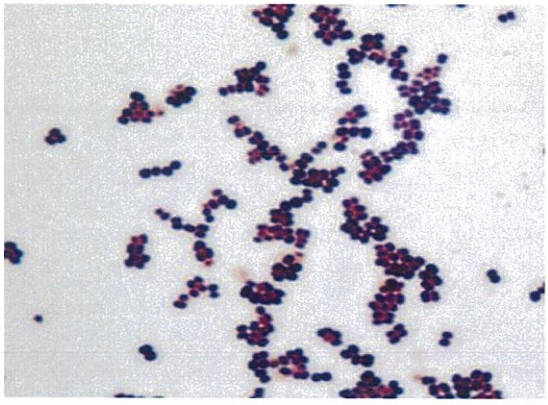
เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยและมีสปอร์อยู่บริเวณผิวของกองปุ๋ยหมัก เชื้อราจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ ๆ เช่น เซลลูโลส ลิกนินหรือวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากซึ่งชนิด และปริมาณของเชื้อราที่พบนั้นขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก และสภาพแวดล้อมโดยในระยะแรกของการหมักซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงมักจะพบเชื้อราพวก *Geotrichum candidum*. และ *Aspergillus fumigates*. และเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 45-55 องศาเซลเซียส มักจะพบเชื้อรา *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. และ *Mucor* sp. ดังกรณีศึกษาของ เกษม สร้อยทอง. (2534 : 218-225) ซึ่งได้ศึกษาการแยกเชื้อราในดิน และทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสในวัสดุต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย แกลบ ฟางข้าว กระดาษ และพลาสติก พบว่า เชื้อรา *Chaetomium* spp. เป็นเชื้อราที่สามารถย่อยสลายวัสดุที่เป็นวัสดุอินทรีย์ได้ดีในอุณหภูมิสูงที่สุดดัง ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2559 : 8) กล่าวไว้ว่า อาจพบเชื้อราพวก *Penicilium duponti*. ในการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักบางชนิด เช่น *Azotobacter* sp. สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้จึงเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักและลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน นอกจากนั้นฟอสฟอรัสที่เกิดจากการสลายตัวของหินฟอสเฟตหรือเศษจากกระดูกจะถูกย่อยออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดย เชื้อรา *Thiobacillus* sp. เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักให้ดีขึ้น และเชื้อรา *Bacillus* sp. บางชนิดยังมีความสามารถสร้างฮอร์โมนช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (พิทยากร ลิ่มทอง และเสียงแจ๋ว พิริยพฤณต์. 2540 : 15)



Aspergillus sp. *Mucor* sp.

ภาพที่ 2.1 ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราที่ตรวจพบในกองปุ๋ยหมัก
ที่มา : นันทวัน ฤทธิ์เดช (2556 : 601)

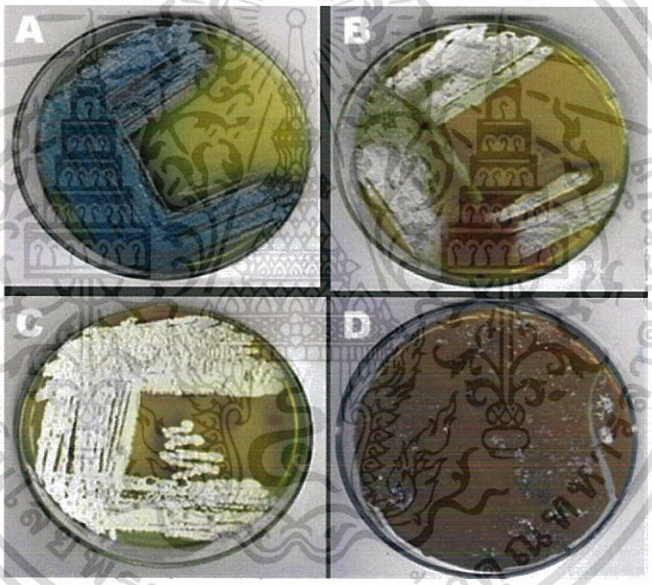
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Micrococcus sp.

Bacillus sp.

ภาพที่ 2.2 ลักษณะรูปร่างของ *Micrococcus* sp. และ *Bacillus* sp. ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
ที่มา : นันทวัน ฤทธิ์เดช (2556 : 602)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อของเชื้อ *Streptomyces* sp.
ที่มา : นันทวัน ฤทธิ์เดช (2556 : 602)

2.6.2 แบคทีเรีย (Bacteria)

เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กพบมากที่สุดในกองปุ๋ยหมักมีปริมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ โดยแบคทีเรียจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตในระยะแรกของการหมักนั้น อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักสูงไม่มากนักแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ *Bacillus* sp. ซึ่งจะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส และแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง ได้แก่ *Thermus* sp. ซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 65 องศาเซลเซียส และมีแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถเจริญได้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูง 70 องศาเซลเซียส ได้แก่ *Thermusaquaticus*. นอกจากนี้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนยังพบ *Clostridium* sp. อีกด้วย

2.6.3 แอคติโนไมซิส (Actinomycetes)

จุลินทรีย์ชนิดนี้จะมีอัตราการเจริญช้ากว่าแบคทีเรียและเชื้อรา โดยปกติจะเจริญได้ในสภาวะที่มีอากาศถ่ายเทดีซึ่งจะสังเกตเห็นเป็นจุดสีขาว ๆ บนกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิสูงสุด ชนิดที่มักจะพบเสมอ คือ *Thermoactinomyces* sp. และ *Thermomonospora* sp. ซึ่งเป็นพวกที่สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสย่อยสลายเซลลูโลสได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังพบ *Streptomyces* และ *Micropolyspora* sp. ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมัก (นันทวัน ฤทธิ์เดช. 2556: 295-606)

2.6.4 หัวเชื้อจุลินทรีย์ช่วยเร่งการย่อยสลาย

วัสดุช่วยเร่งการย่อยสลายที่เติมลงไปในกองปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลายวัสดุเพื่อทำให้กระบวนการหมักเสร็จเร็วขึ้น และทำให้ปุ๋ยหมักมีคุณภาพดีขึ้น

2.6.4.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพทางการเกษตร (Effective Microorganisms)

EM หรืออีเอ็ม ย่อมาจาก Effective Microorganisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง ศ.ดร.เทรูโอะ ฮิหงะ นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ได้เริ่มค้นคว้าทดลองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 และค้นพบ EM เมื่อ พ.ศ. 2526 จากการค้นคว้าพบความจริงเกี่ยวกับจุลินทรีย์ มี 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสร้างสรรค์เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มทำลายเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทำให้เกิดโรคมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มเป็นกลางมีประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์กลุ่มนี้หากกลุ่มใดมีจำนวนมาก กว่ากลุ่มนี้จะสนับสนุนหรือร่วมด้วย โดยจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดเลือกอย่างดีจากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมมารวมกัน 5 กลุ่ม (Families) 10 จีนัส (Genues) 80 ชนิด(Spicies) คือ กลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous fungi) กลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Zynogumic or Fermented microorganisms) กลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) และกลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) (กลุ่มงานชีววิถีเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. 2546 : 37-39)

ลักษณะโดยทั่วไป EM เป็นของเหลวสีน้ำตาลเป็นสิ่งมีชีวิตมีชีวิตไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ใน สภาวะที่มีสารเคมีต้องใช้เฉพาะ EM เท่านั้นจึงจะให้ผลดี ถ้าเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบมีชีวิตอยู่จะมีกลิ่นหอม สีน้ำตาลอ่อน ถ้ามีกลิ่นเหม็นแสดงว่าจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นองค์ประกอบได้ตายไปบ้างแล้ว เมื่อนำไปผสมน้ำรดต้นหญ้าหรือวัชพืชจะทำให้หยุดการเจริญเติบโต และหญ้าอาจตายได้ EM มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 1 ปี (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 9-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.2 สารเร่งซุปเปอร์ พด.1

สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร อุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อผลิตปุ๋ยหมักในเวลารวดเร็ว มีคุณภาพสูงขึ้นประกอบด้วยเชื้อรา แอคติโนมัยซีสที่ย่อยสารประกอบเซลลูโลส และแบคทีเรียที่ย่อยไขมันโดยสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสารประกอบเซลลูโลสที่ย่อยสลายยาก สามารถย่อยสลายน้ำมันไขมันในวัสดุหมัก สามารถผลิตปุ๋ยหมักในระยะเวลารวดเร็วและมีคุณภาพ เป็นจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูงสามารถสร้างสปอร์ได้จึงเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานสามารถย่อยวัสดุเหลือใช้ได้หลากหลาย และครอบคลุมมากขึ้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2550 : 1)

ลักษณะโดยทั่วไป สารเร่ง พด.1 มีลักษณะเป็นจุลินทรีย์แบบแห้งบรรจุซอง ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถสูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เพื่อใช้ผลิตปุ๋ยหมักให้ใช้ได้ในช่วงระยะเวลาอันสั้น สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ประกอบด้วย เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ประเภทเชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนไมซีส ซึ่งสามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้อย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมช่วยประหยัดเวลาในการทำปุ๋ยหมักสามารถใช้ได้ทันกับความต้องการและมีคุณภาพดี ทั้งนี้เพราะเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นพวกที่ทำการย่อยเศษพืชได้ดีในสภาพที่กองปุ๋ยมีความร้อนสูง สภาพดังกล่าวจะช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชหรือเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ได้ กรมพัฒนาที่ดินได้นำสารเร่งนี้มาทดลองเพื่อย่อยเศษพืชปรากฏว่าสามารถย่อยฟางข้าวใหม่ให้เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้ภายในเวลาไม่เกิน 30-50 วัน และกากอ้อยซึ่งสลายตัวยากเป็น ปุ๋ยหมักที่ใช้ได้ไม่เกิน 60 วัน เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์มีคุณภาพดี การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมีส่วนผสมของวัสดุในกองปุ๋ยหมัก 1 ตัน ประกอบด้วยเศษพืชแห้ง 1,000 กิโลกรัม มูลสัตว์ 200 กิโลกรัม ปุ๋ยไนโตรเจน 2 กิโลกรัม สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 1 ซอง วิธีการกองปุ๋ยหมัก 1 ตัน มีขนาดความกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.5 เมตร การกองมี 2 วิธี ขึ้นกับชนิดของวัสดุที่มีขนาดเล็กให้คลุกเคล้าวัสดุให้เข้ากันแล้วจึงกองเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าส่วนวัสดุที่มีชิ้นส่วนยาวให้กองเป็นชั้น ๆ ประมาณ 3-4 ชั้น โดยแบ่งส่วนผสมที่จะกองออกเป็น 3-4 ส่วน ตามจำนวนชั้นที่เป็นกอง วิธีการกองทำโดยผสมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในน้ำ 20 ลิตร นาน 10-15 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย การกองชั้นแรกให้นำวัสดุที่แบ่งไว้ส่วนที่หนึ่งมากองเป็นชั้นมีขนาดกว้าง 2เมตร ยาว 3 เมตร สูง 30-40 เซนติเมตร ย่ำให้พอแน่น รดน้ำให้ชุ่ม โรยมูลสัตว์และเศษพืชที่ผิวหน้าตามด้วยปุ๋ยไนโตรเจนแล้วราดสารละลายสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ให้ทั่วโดยแบ่งใส่เป็นชั้น ๆ หลังจากนั้นนำเศษพืชมากองทับเพื่อทำชั้นต่อไป ปฏิบัติเหมือนการกองชั้นแรกทำเช่นนี้อีก 2-3 ชั้น โดยชั้นบนสุดของกองปุ๋ยควรปิดทับด้วยเศษพืชที่เหลือเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 10-11 อ้างถึง กรมพัฒนาที่ดิน. 2550 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมัก

น้ำ อากาศ อุณหภูมิ และสารอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก การทำงานของจุลินทรีย์โดยการย่อยสลายวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักจะเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (นันทวัน ฤทธิ์เดช. 2556 : 603-604)

2.7.1 ความชื้น (Moisture) จุลินทรีย์ต้องการความชื้นในการเจริญเติบโตโดยทั่วไปกองปุ๋ยหมักควรมีความชื้น 40-60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทดสอบได้โดยการบีบวัสดุหมัก กองปุ๋ยหมักที่มีความชื้นเหมาะสมจะไม่มีน้ำออกมาจากวัสดุหมักหลังจากการบีบด้วยมือ วิธีการรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ การเติมน้ำ และการกลับกองปุ๋ยในกรณีที่กองปุ๋ยเปียกจะทำให้วัสดุหมักจับตัวเป็นก้อน และทำให้อากาศภายในกองปุ๋ยหมักถ่ายเทไม่ดีจึงเกิดสภาวะการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้น (Anaerobic condition) ซึ่งสภาวะดังกล่าวทำให้กระบวนการย่อยสลายวัตถุดิบในกองปุ๋ยหมักช้าลง และกองปุ๋ยหมักมีกลิ่นเหม็น แนวทางในการแก้ปัญหานี้คือจะต้องกลับกองปุ๋ยในระหว่างการหมัก

Liang, et. al. (2002 : 131-137) ได้ทำการศึกษาด้านความชื้นที่มีผลต่อจุลินทรีย์ พบว่าความชื้นที่จุลินทรีย์ที่จะทำงานได้ดีที่สุดจะเท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tom, et. al. (2002: 286-302) พบว่าในระหว่างการหมักจะต้องรักษาความชื้นของกองวัสดุให้ได้ 50-60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หากมีความชื้นต่ำเกินไปแม้ว่าแบคทีเรียจะมีกิจกรรมได้เมื่อความชื้นของวัสดุต่ำเพียง 12-15 เปอร์เซ็นต์ แต่การย่อยสลายอินทรียสารในสภาพดังกล่าวจะช้ามากใช้เวลาหมักนานกว่าปกติหรือได้ปุ๋ยหมักไม่ดีพอถ้าความชื้นสูงเกินไปปริมาณอากาศอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ทำให้การย่อยสลายชะลอตัวลงบางครั้งยังอาจทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสมในปริมาณมากเป็นเหตุให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพต่ำลง เพราะกรดอินทรีย์ที่คงค้างอยู่อาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์หรือมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

Zahangir, et. al. (2005: 569-572.) ได้ทำการศึกษาการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสโดยใช้เศษของเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันเป็นสับสเตรทโดยใช้ส่วนของทะลายปาล์มและใช้จุลินทรีย์ คือ *Trichodermaharzianum*. โดยเลี้ยงที่ระดับความชื้น 50 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปกิจกรรมเอมไซม์จะเกิดดีที่สุดที่ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากหากความชื้นสูงเกินไปทำให้ช่องว่างต่าง ๆ ลดลง ซึ่งจะไปมีผลต่อกิจกรรมอื่น ๆ เช่น ทำให้การเคลื่อนย้ายออกซิเจนต่าง ๆ ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ลดลง

2.7.2 อากาศ (Aeration) การให้อากาศเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อกระบวนการหมัก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการย่อยสลายวัตถุดิบ การกลับกองปุ๋ยเป็นวิธีการให้อากาศที่ดีที่สุดโดยจะทำให้มีออกซิเจนกระจายทั่วกองปุ๋ย นอกจากนี้ยังสามารถให้อากาศโดยวิธีการผสมวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ (Bulky items) เช่น ใบต้นโอ๊ค (Oak leaves) ใบสน (Pine needles) หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟางข้าว เป็นต้น ลงในกองปุ๋ยหมัก วัตถุดิบเหล่านี้จะทำให้เกิดช่องว่างในกองปุ๋ย ซึ่งทำให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก และทำให้วัสดุหมักไม่จับตัวกันแน่น การให้อากาศโดยผ่านท่อซึ่งวางไว้ตามจุดต่าง ๆ รอบกองปุ๋ยหมักก็เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันในปัจจุบัน

2.7.3 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพที่เป็นเครื่องบ่งชี้กิจกรรมการย่อยสลายวัตถุดิบโดยจุลินทรีย์เมื่อสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น ออกซิเจน ขนาดของกองปุ๋ย และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักเหมาะสมจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและทำหน้าที่ย่อยสลายวัตถุดิบได้ดี ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นถึง 131 องศาฟาเรนไฮน์ โดยถ้าอุณหภูมิอยู่ในระดับนี้คงที่เป็นเวลา 3 วัน จะสามารถทำลายวัชพืช และโรคพืชซึ่งอาจปนเปื้อนมากับวัสดุที่ใช้ในการหมักได้

Tiquia, et. al. (1998 : 79-89) ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในฤดูกาลต่าง ๆ ของประเทศฮ่องกงในการทำปุ๋ยหมักจากมูลสุกร พบว่าชุดการทดลองที่ทำในฤดูร้อนเกิดกระบวนการหมักได้ดีและเร็วกว่าชุดการทดลองที่ทำในฤดูหนาว เพราะในช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่าและเหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาของกระบวนการหมัก

2.7.4 ขนาดของวัตถุดิบ (Particle size) ก่อนที่จะนำวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ มาทำปุ๋ยหมักจะต้องทำให้มีขนาดเล็กลง เช่น กิ่งไม้ควรจะมีขนาด 2-3 นิ้ว ก่อนที่จะนำมาผสมในกองปุ๋ยซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์มายึดเกาะได้มากขึ้นกว่าวัตถุดิบขนาดใหญ่ และทำให้กองปุ๋ยมีขนาดเล็กลงซึ่งเป็นผลดีต่อกรณีที่พื้นที่สำหรับกองกองปุ๋ยมีขนาดจำกัด อย่างไรก็ตามวัสดุขนาดเล็กบางชนิด เช่น ขี้เลื่อยหรือวัสดุชนิดเปียกเมื่อนำมาทำปุ๋ยหมักจะทำให้การถ่ายเทอากาศลดน้อยลง และอาจจะเป็นสาเหตุการเกิดสภาวะการหมักแบบไม่มีอากาศเกิดขึ้นซึ่งจะทำให้ปุ๋ยหมักเกิดกลิ่นเหม็น

2.7.5 อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon to nitrogen ratio C : N ratio)

เป็นหนึ่งปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อกระบวนการหมักปุ๋ย โดยจุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนสำหรับพลังงาน และใช้ไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม คือ 30 : 1 โดยจุลินทรีย์ต้องการใช้คาร์บอน 30 ส่วนต่อไนโตรเจน 1 ส่วน C : N = 30 : 1 (โดยน้ำหนักแห้ง) ในการย่อยสลายวัตถุอินทรีย์อัตราส่วนนี้จะช่วยในการควบคุมความเร็วในการย่อยจุลินทรีย์ ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก (มีคาร์บอนมาก) การย่อยสลายจะช้า ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำมาก (ไนโตรเจนสูง) จะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแบบของแอมโมเนียสู่บรรยากาศและจะเกิดกลิ่นเหม็น วัตถุอินทรีย์ส่วนมากไม่ได้มีอัตราส่วน C : N = 30 : 1 จึงต้องทำการผสมวัตถุอินทรีย์เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่ถูกต้องหรือใกล้เคียง เช่น การผสมมูลวัวที่มี C : N = 20 : 1 จำนวน 2 ถุง เข้ากับลำต้นข้าวโพดที่มี C : N = 60 : 1 จำนวน 1 ถุง จะได้กองปุ๋ยหมักที่มี C : N = (20 : 1 + 20 : 1 + 60 : 1) /3 = 33 : 1 ปุ๋ยที่หมักเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจะต้องมีค่า C : N ไม่เกิน 20 : 1 เพื่อป้องกันการดึงไนโตรเจนจากดินเมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้งาน (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 13)

Huang, et.al. (2004 : 805-813) ได้ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N) ต่อปุ๋ยมูลสุกรร่วมกับขี้เลื่อยที่มีเท่ากับ 15 และ 30 พบว่า C : N ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลแพะร่วมกับขี้เลื่อยเท่ากับ 30 ถึงแม้ว่าองค์ประกอบของธาตุอาหารในชุดการทดลองที่ C : N เท่ากับ 30 พืชมีความสามารถในการงอกได้มากกว่า เนื่องจากชุดการทดลองที่มี C/N เท่ากับ 15 สร้างสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช

2.7.6 การกลับกอง (Turning) ในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย จุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญหรือย่อยสลายวัตถุอินทรีย์ เมื่อออกซิเจนถูกใช้หมดกระบวนการหมักปุ๋ยอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะลดลงจะช้าลง ดังนั้นจึงควรกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้อากาศหมุนเวียนซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ และเป็นการกลับวัสดุที่อยู่ด้านนอกเข้าข้างในช่วยให้การย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น ระยะเวลาในการกลับกองสังเกตได้จากเมื่ออุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักขึ้นสูงสุด และเริ่มลดลงแสดงว่าได้เวลาในการกลับกองเพื่อให้อากาศถ่ายเทหรือมีการกลับกองในช่วง 7-10 วัน เป็นต้น (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 13)

2.8 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักปุ๋ย

ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2559: 13-15) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักไว้ ดังนี้

กระบวนการหมักได้เริ่มขึ้นหลังจากผสมส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมักให้เป็นเนื้อเดียวกันพร้อมกับปรับความชื้นให้ได้ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ มีความเปียกชุ่มแต่ไม่แฉะ สังเกตได้เมื่อใช้มือกำจะเป็นก้อนแต่ไม่มีน้ำไหลออกมาจากวัสดุ และเมื่อใช้นิ้วบี้จะแตกออกได้ง่าย การปรับความชื้นมีความสำคัญเพราะมีผลต่อช่องว่างในกองปุ๋ยหมัก ช่องว่างที่เหมาะสมจะมีผลทำให้อากาศในกองปุ๋ยหมักมีการหมุนเวียนเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ภายในกองปุ๋ยหมักไม่เกิดสภาวะขาดออกซิเจน ช่วยปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำจากการหายใจของจุลินทรีย์ทำให้การสะสมความร้อนในกองปุ๋ยหมักมีความสมดุลกับจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายซึ่งสามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิสูง ทำให้กระบวนการหมักมีประสิทธิภาพสูงเร่งการย่อยสลายให้เร็วสม่ำเสมอทั่วทั้งกอง ลดการสูญเสียไนโตรเจนแทนการเกิดแก๊สมีเทนกับไนตรัสออกไซด์มีน้อยลงจากกระบวนการหมักที่เกิดขึ้นทำให้ภายในกองปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

2.8.1 อุณหภูมิและความชื้น

อุณหภูมิและความชื้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องตรวจสอบและควบคุมในการทำปุ๋ยหมักหลังผสมอินทรียวัตถุแล้วเปิดระบบเติมอากาศ กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพจึงค่อย ๆ เริ่มสูงขึ้น จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ในธรรมชาติ กลุ่มที่ออกซิเจนเริ่มจะเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นที่เหมาะสมในกองปุ๋ยหมักจะละลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในวัสดุหมักออกมาอยู่ในรูปที่จุลินทรีย์สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อจุลินทรีย์เจริญเพิ่มมากขึ้นก็จะสร้างเอนไซม์และขับออกมานอกเซลล์เพื่อย่อยสลายอินทรีย์สารต่าง ๆ ทั้งกรดอินทรีย์ น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ในช่วงแรกทำให้เกิดความร้อนสะสมในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งช่วงเริ่มต้นส่วนผสมของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์ 30 : 1 จะทำให้จุลินทรีย์มีกิจกรรมการย่อยสลายสมดุลที่สุด กองปุ๋ยหมักจะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากความร้อนสะสมที่เกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักใน 3 วัน และจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่ควบคุม คือ 55-65 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 21 วัน (หากอุณหภูมิสูงเกินไปจุลินทรีย์ย่อยสลายบางชนิดจะถูกทำลาย) ความร้อนในกองปุ๋ยหมักระดับนี้จะช่วยฆ่าเชื้อโรคของคน สัตว์ และพืชรวมทั้งทำลายการงอกของเมล็ดวัชพืชและสารพิษบางชนิดที่ตกค้างในวัสดุอินทรีย์จึงทำให้ปุ๋ยหมักปลอดภัยจากเชื้อโรค และวัชพืช

การควบคุมความชื้นในระหว่างการหมักมีความสำคัญมาก ต้องควบคุมความชื้นของวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยให้ใกล้เคียงสม่ำเสมอกับค่าความชื้นเริ่มต้นกระบวนการหมักตลอดเวลาเพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ทำการย่อยวัสดุอินทรีย์ให้สม่ำเสมอทั่วทั้งกองปุ๋ยหมัก เมื่อครบ 30 วัน จึงทำการย้ายออกมาบ่มเพื่อให้เกิดการย่อยสลายต่อเนื่อง และเมื่ออุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลงเท่ากับอุณหภูมิอากาศ ปุ๋ยหมักก็จะเข้าสู่ระยะที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์

2.8.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าปฏิกิริยากรด-ด่าง ในกองปุ๋ยหมัก

ปฏิกิริยากรด – ด่าง ของวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจะค่อย ๆ เปลี่ยนสภาพเป็นกรด เมื่อวัสดุอินทรีย์เริ่มย่อยสลายอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักเริ่มสูงขึ้น วัสดุอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ในกลุ่มของโปรตีนคาร์โบไฮเดรต ไขมันจะค่อย ๆ ย่อยสลายเป็นสารโมเลกุลเล็ก ๆ กลุ่มของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งกรดอะมิโน กรดไขมันและกรดอื่น ๆ มีผลทำให้สภาพในกองปุ๋ยหมักเป็นกรด บางครั้งค่าปฏิกิริยากรด- ด่าง อาจต่ำถึง 4.5-5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาเป็นวัตถุในการหมักเมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส วัสดุจะเริ่มเข้าสู่ระยะการเปลี่ยนแปลงเป็นสารอนินทรีย์ เช่น จากกรดอะมิโนจะแปรสภาพเป็นไนเตรทมีผลทำให้สัดส่วนแอมโมเนียต่อไนโตรเจนลดลงผลจากกระบวนการดังกล่าว มีการปลดปล่อยหมู่ไฮดรอกซี (OH^-group) ออกมากับวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยา กรด – ด่าง ของวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักค่อย ๆ แปรสภาพเป็นด่าง เมื่อปุ๋ยหมักย่อยสลายสมบูรณ์จะมีสภาพเป็นด่าง ค่าปฏิกิริยากรด – ด่าง มากกว่า 7.5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ถ้าวัสดุมีส่วนประกอบของแคลเซียมสูง เช่น กากตะกอนน้ำตาล มูลไก่ กระดูกป่น เป็นต้น ทำให้ปุ๋ยหมักมีสภาพเป็นด่างโดยมีความชื้นและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของแก๊สแอมโมเนียได้โดยง่ายและทำให้ปุ๋ยหมักกลิ่นไม่ดี ดังนั้นจึงต้องป้องกันด้วยการกำหนดสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้ใกล้เคียง 30 : 1 เพื่อไม่ให้มีสภาพอับอากาศทำให้จุลินทรีย์ใช้ไนโตรเจนและคาร์บอนได้อย่างสมดุลไม่มีไนโตรเจนส่วนเกินปล่อยออกมาในรูปแก๊สแอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในกองปุ๋ยหมัก

ธาตุอาหารพืชในกองปุ๋ยหมักมาจากแร่ธาตุที่ปนมากับวัสดุ การแปรสภาพในกระบวนการย่อยสลายหรือกระบวนการหมักปุ๋ยปลดปล่อยสารอนินทรีย์ในรูปของอิออนต่าง ๆ ที่พืชดูดไปใช้ได้เช่นเดียวกับรูปอิออนธาตุอาหารในปุ๋ย แต่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จึงทำให้ปุ๋ยหมักมีข้อดีที่ประกอบด้วยแร่ธาตุที่จำเป็นกับพืชเกือบทุกชนิดทั้งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารเสริมรวมทั้งยังมีสารอินทรีย์ที่ยังย่อยสลายแปรสภาพเป็นแร่ธาตุยังไม่หมดและจะค่อย ๆ แปรสภาพเป็นแร่ธาตุที่พืชดูดไปใช้ได้ปลดปล่อยออกมาหลังนำปุ๋ยหมักไปใช้กับพืช

2.8.4 การย่อยสลายสมบูรณ์ในกองปุ๋ยหมัก

การย่อยสลายสมบูรณ์ของกองปุ๋ยหมัก เป็นตัวชี้วัดความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยหมักต่อพืชโดยตรง เนื่องจากเป็นการวัดปริมาณสารพิษที่มีผลกระทบต่อการงอก ได้แก่ แก๊สแอมโมเนีย และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือแก๊สไข่เน่า ซึ่งเกิดขึ้นได้ในกรณีที่กระบวนการหมักไม่เหมาะสม ได้แก่ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 30 : 1 ซึ่งมีไนโตรเจนมากเกินไปความชื้นสูงกว่าที่กำหนด อุณหภูมิสูง มีสภาพเป็นด่างและอับอากาศ สภาพดังกล่าวนี้มีผลต่อการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดโดยผลของแก๊สแอมโมเนีย และแก๊สไข่เน่า จะมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพืช นอกจากนี้ในระหว่างกระบวนการหมักจะมีการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากการแปรสภาพของวัสดุอินทรีย์ในกระบวนการหมัก เพื่อแปรสภาพเป็นอนินทรีย์สารต่อไปหรือเป็นอิออนของแร่ธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ได้หากการตรวจวัดในระยะที่ยังคงมีกรดอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่จะมีผลทำให้การเจริญของรากจากเมล็ดสั้น เนื่องจากได้รับพิษจากกรดอินทรีย์รากพืชทดสอบในสารสกัดปุ๋ยหมักที่ย่อยไม่สมบูรณ์จึงสั้นกว่าน้ำกลั่น และน้ำสกัดปุ๋ยหมักเปรียบเทียบในการวัดการย่อยสลายสมบูรณ์หากจำนวนเมล็ดที่งอกเท่ากับทั้งในน้ำกลั่นและน้ำสกัดปุ๋ยหมัก ความยาวของรากตัวอย่างน้ำสกัดปุ๋ยหมักแค่ร้อยละ 80 ของน้ำกลั่นอย่างเดียว ก็ถือว่าปุ๋ยหมักนั้นมีการยอยสลายสมบูรณ์สามารถนำไปใช้ในการเพาะเมล็ด และใส่ให้กับพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9 การทำปุ๋ยหมักอัดเม็ด

การทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดมีสูตร และวิธีการ ดังนี้ (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559 : 19-20)

2.9.1 สูตรการทำปุ๋ยอัดเม็ด

2.9.1.1 การทำปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดจากกากชานอ้อย วัสดุและส่วนผสมที่ใช้ ได้แก่

1. ปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อย	100	กิโลกรัม
2. ขี้เถ้าชานอ้อย	1	กิโลกรัม
3. รำละเอียด	1	กิโลกรัม
4. กากน้ำตาล	1	กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โดโลไมท์ผง	10	กิโลกรัม
6. น้ำหมักชีวภาพหรือน้ำอีเอ็ม	1	ลิตร

2.9.1.2 การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ (น้ำอีเอ็ม) วัสดุและส่วนผสมที่ใช้ ได้แก่

1. กล้วยสุก	1	ส่วน
2. มะละกอสุก	1	ส่วน
3. ฟักทองแก่	1	ส่วน
4. สับปะรดสุก	1	ส่วน
5. น้ำหรือน้ำมะพร้าว	10	ลิตร
6. หัวเชื้อพด.2 และ 6 อย่างละ 1 ซอง หรือEM	1	ลิตร
7. กากน้ำตาล	1	กิโลกรัม

การทำน้ำอีเอ็ม โดยเตรียมส่วนผสมตามตารางใส่ถังหมักไว้ประมาณ 30 วัน โดยในช่วง 7 วัน คนส่วนผสมทุกเช้า-เย็น จากนั้นปล่อยให้เกิดการหมักจนครบ 30 วัน จะได้น้ำอีเอ็มสำหรับนำมาเป็นส่วนผสมในการอัดเม็ดซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นฉุนจากการหมักเล็กน้อย

2.9.2 ขั้นตอนการทำปุ๋ยอัดเม็ด

2.9.2.1 นำปุ๋ยหมักมาบดและร่อน จากนั้นผสมกับโดโลไมท์ผงผสมให้เข้ากัน

2.9.2.2 นำน้ำหมักชีวภาพผสมกับกากน้ำตาลเทลงในภาชนะ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

2.9.2.3 เติมรำละเอียดและขี้เถ้าชานอ้อย เพื่อให้ปุ๋ยก่อตัวเป็นเม็ดมากขึ้น ถ้าส่วนผสมร่วนเกินไปเติมน้ำลงไปเล็กน้อยแต่อย่าให้มากเกินไป (ตรวจสอบโดยใช้มือปั้นส่วนผสม ถ้าส่วนผสมเกาะเป็นก้อนไม่แตกและไม่มีน้ำไหลออก แสดงว่ามีความชื้นพอดีนำไปเข้าเครื่องอัดเม็ด)

2.9.2.4 นำส่วนผสมไปเข้าเครื่องอัดเม็ด โดยใช้เครื่องอัดเม็ดแบบแท่ง นำปุ๋ยที่อัดเม็ดแล้วไปตากในที่ร่มจนแห้ง จากนั้นนำไปบรรจุกระสอบลักษณะของปุ๋ยที่ได้จะเป็นท่อนกลมสีดำเทา

2.9.2.5 หลังจากได้นำปุ๋ยไปเข้าสู่ขั้นตอนการอัดเม็ดแล้วนำปุ๋ยอัดเม็ดสำเร็จไปวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2.10 มาตรฐานปุ๋ยอัดเม็ด

ในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินเพิ่มคุณค่าของธาตุอาหารพืชทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการควบคุมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ดังต่อไปนี้ (ประกาศกรมวิชาการเกษตร. 2555 : 12-13)

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานปุ๋ยอัดเม็ด

เกณฑ์มาตรฐาน	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2548 ตามประกาศ กรมวิชาการเกษตร	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ : ปุ๋ยหมัก (เกรด1) กรมพัฒนาที่ดิน	ปุ๋ยชีวภาพ จากกากชานอ้อย
ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5×12.5 มิลลิเมตร	ไม่เกิน 12.5×12.5 มิลลิเมตร	ผ่าน 100%
ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 35 %	ไม่เกิน 30	4.87
ปริมาณหินและกรวด ขนาดใหญ่กว่า 5 ม.ม. (โดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 5 %	ไม่เกิน 2	ไม่พบ
พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ (โดยน้ำหนัก)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30	ไม่น้อยกว่า 30	36.65
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5	5.5-8.5	8.16
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 : 1	ไม่เกิน 20: 1	13
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมน/เมตร) (Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6	ไม่ระบุ	2.04
ปริมาณโซเดียม (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1	-
ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมด (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 1.0	ไม่น้อยกว่า 1.0	1.59
ปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสเฟตทั้งหมด (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 0.5	ไม่น้อยกว่า 0.5	2.41
ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมทั้งหมด (%) (โดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 0.5	ไม่น้อยกว่า 0.5	1.70
การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (%)	มากกว่า 80	ไม่น้อยกว่า 80	86.07

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2559 : 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การใช้ปุ๋ยหมักอัดเม็ด

จากคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่แตกต่างกันตามวัสดุและกรรมวิธีในการผลิต การนำปุ๋ยหมักไปใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารที่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของดิน และความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดควบคู่กันไปด้วย ถ้าธาตุอาหารพืชทั้งในปุ๋ยหมักและในดินไม่เพียงพอทั้ง ๆ ที่ใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่สูงแล้ว จำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยเคมีลงไปด้วยพืชจึงจะเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูง อัตราการใช้ปุ๋ยหมักในลักษณะดังกล่าวแบ่งออกตามกลุ่มของพืชตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดินตามตารางที่ 2.5 ดังนี้ คือ

ตารางที่ 2.5 อัตราแนะนำการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับพืชต่าง ๆ

ชนิดพืช	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ต่อปี		วิธีการใส่ปุ๋ยหมัก
	ปุ๋ยหมัก	สูตรปุ๋ยเคมี	
ข้าว	2-4 ตัน/ไร่	15-30 กก./ไร่ 16-20-0 18-22-0 20-20-0 16-16-8	หว่านทั่วพื้นที่แล้วไถกลบก่อนการปลูกพืช
พืชผัก	4-6 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ 15-15-15 20-10-10 15-15-10 16-16-24	หว่านทั่วพื้นที่แล้วไถกลบก่อนการปลูกพืช
พืชไร่	2-4 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ 16-20-0 18-22-0 14-14-21 15-15-15	ใส่เป็นแถวตามแนวปลูกพืชแล้วคลุกเคล้ากับดิน
ไม้ผล ไม้ยืนต้น	20-50 กิโลกรัม/หลุม	100-200 กรัม/หลุม 20-10-10 15-15-15 14-14-21 12-24-12	-ใส่ปุ๋ยหมักตอนเตรียมหลุมปลูกโดยคลุกเคล้ากับดินแล้วใส่ด้านล่างของหลุม -ใส่ปุ๋ยหมักตอนพืชเจริญแล้วโดยขุดร่องรอบต้นตามแนวทรงพุ่ม ใส่ปุ๋ยหมักในร่องแล้วกลบด้วยดิน
ไม้ดอก	1 กิโลกรัม/ดินเหนียว 4 กิโลกรัม	0.8-1.6 กรัม/วัสดุปลูก10 กิโลกรัม	ใส่ปุ๋ยหมักผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน
ไม้ประดับ	1 กิโลกรัม/ดินทราย 2 กิโลกรัม	30-20-10 12-24-12 15-43-15	

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2550 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 คะน้า

คะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคเนื่องจากสามารถบริโภคได้ทั้งต้นและใบ คะน้าเป็นผักอายุ 2 ปี แต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ด จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ช่วงที่ปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน (สุนิสา ประไพ-ตระกูล. 2551 : 6-10)

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) : *Brassica oleracea* var. a*lboglabra*

ชื่อสามัญ (Common name) : Chinese kale, Kalian, Chinese broccoli, Kailaan

วงศ์ (Family) : Cruciferaceae.

2.12.1 ถิ่นกำเนิดและการกระจายตัว

คะน้ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียโดยปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฮ่องกง ไต้หวัน ประเทศ-ไทย ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และมาเลเซีย อยู่ในเขตร้อนชื้นหรือกึ่งร้อนกึ่งหนาว

การกระจายตัวและการปรับตัว ผักคะน้าสามารถปลูกได้ทุกฤดูและทั่วทุกภาคของประเทศไทยสามารถปลูกคะน้าได้ตลอดทั้งปีแต่ช่วงที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน มีความทนทานต่อระดับความเค็มของดินสูงและความเป็นกรดในดินได้ปานกลาง เป็นผักประเภทรากตื้นจึงปลูกได้ในดินทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวันและความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ

2.12.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.12.2.1 ราก

รากผักคะน้าเป็นระบบรากแก้วอยู่ในระดับตื้นมีความลึก 18-24 นิ้ว ส่วนที่ใหญ่สุดของรากแก้ว ประมาณ 1.50 เซนติเมตร มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้วมากโดยรากแขนงแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน

2.12.2.2 ลำต้น

ลำต้นเดี่ยวอวบ ส่วนกลางป่องใหญ่ขนาดลำต้นสูงเฉลี่ย 33.40 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด 3 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 150 กรัม

2.12.2.3 ใบ

พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย

พันธุ์ใบแหลม มีลักษณะใบตั้งชี้ขึ้น ก้านใบบาง ช่วงข้อยาว มีน้ำหนักส่วนที่เป็นลำต้นและก้านมากกว่าจำนวนใบเฉลี่ย 9 ใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2.4 เมล็ด

ค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้มเกือบดำผิว เมล็ดเรียบน้ำหนัก 1 กรัม มีเมล็ดประมาณ 200-300 เมล็ด

2.12.3 พันธุ์

พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์คะน้าดอกขาว โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ

2.12.3.1 พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ปล้องสั้นปลายใบมน และผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 พันธุ์บางบัวทอง 35

2.12.3.2 พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียบ ได้แก่ พันธุ์ P.L.20 คะน้าไอริส 012 คะน้าเบอร์ 066

2.12.3.3 พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลมแต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่า ปล้องยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม่โจ้ 1 คะน้ายอดไต้หวัน

พันธุ์แม่โจ้ 1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความนิยมของผู้บริโภคลำต้น เป็นลำต้นเดี่ยวอวบให้ผลผลิตสูงทุกภาคตลอดปี ผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นจะนิยมบริโภคพันธุ์คะน้าที่ไม่เหมือนกัน จึงควรเลือกปลูกพันธุ์ตามความต้องการของตลาดในท้องถิ่น ในบางท้องถิ่นอาจจะนิยมบริโภคคะน้าใบหรือนิยมบริโภคคะน้าพันธุ์ยอด การเลือกซื้อเมล็ดพันธุ์คะน้าโดยทั่วไปเกษตรกรจะซื้อจากร้านค้าย่อยหรือซื้อจากพ่อค้าท้องถิ่นที่รับซื้อผลผลิตพืชผักของเกษตรกร

2.12.4 สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม

คะน้าเป็นผักที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิดโดยเฉพาะดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอมีความต้องการแสงแดดเต็มที่ คะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่มีแสงแดดตลอดวัน ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส แต่คะน้าก็สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีและให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีข้อได้เปรียบกว่าผักตระกูลกะหล่ำอย่างอื่นที่ไม่จำเป็น ต้องผ่านการห่อตัวหรือออกดอกก่อนการเก็บเกี่ยว

2.12.5 การเพาะกล้าและการเตรียมดิน

2.12.5.1 การเพาะกล้า

แปลงเพาะกล้าควรมีขนาดกว้าง 1 เมตร ส่วนความยาวตามความเหมาะสม การเตรียมดินควรไถพรวนดินอย่างดีตากดินไว้ประมาณ 5-7 วัน ย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับดินให้ทั่ว จากนั้นจึงหว่านเมล็ดให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลง กลบเมล็ดด้วยดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวให้หนาประมาณ 0.6-7 เซนติเมตร คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งบาง ๆ รดน้ำให้ชุ่มด้วยบัวฝอยละเอียด ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูแลต้นกล้าโดยถอนต้นอ่อนแอหรือเบียดกันแน่นทิ้งไปเพื่อให้ต้นกล้าที่เหลือแข็งแรงสมบูรณ์ ดูแลโรคแมลงที่เกิดขึ้น เมื่อกล้าอายุประมาณ 15-30 วัน จึงทำการย้ายไปปลูกในแปลงปลูก

2.12.5.2 ระบบปลูกและระยะปลูก

การปลูกคะน้านิยมปลูกแบบหว่านกระจายทั่วแปลงมากที่สุดและปลูกแบบเป็นแถว การหว่านเมล็ดกระจายทั่วแปลงเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดใหญ่เป็นการค้า เช่น แปลงยกร่อง แถบภาคกลางที่นิยมเตรียมดินโดยใช้แรงงานเครื่องจักรและให้น้ำแบบลากเรือพ่นรด ส่วนการปลูกแบบแถวเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดเล็กหรือผักสวนครัว เตรียมดินโดยการใช้แรงงานคนและให้น้ำแบบใช้บัวรดน้ำหรือลากสายยางติดฝักบัวพ่นรด โดยถอนแยกครั้งสุดท้ายควรให้มีระยะปลูกที่เหมาะสมระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 20×20 เซนติเมตร

2.12.5.3 การเตรียมดิน

เนื่องจากคะน้าเป็นผักรากตื้นจึงควรขุดดินให้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน แล้วนำปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วมาใส่คลุกเคล้าให้เข้ากับดินทั้งนี้เพื่อปรับปรุงสภาพทางกายภาพและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน พรวนย่อยหน้าดินให้มีขนาดเล็กโดยเฉพาะการปลูกแบบหว่านโดยตรงลงในแปลง เพื่อไม่ให้เมล็ดตกลึกลงไปในดินเพราะจะไม่งอกหรืองอกยากมาก ถ้าดินเป็นกรดควรใส่ปูนขาวเพื่อปรับปรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

2.12.6 การปลูก

หลังจากเตรียมดินโดยย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้วนิยมหว่านเมล็ดลงบนแปลงปลูกโดยตรงมากกว่าการย้ายกล้า หว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งผิวแปลงให้เมล็ดห่างกันประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใช้ดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้วหว่านกลบเมล็ดให้หนา ประมาณ 0.6-1 เซนติเมตร เพื่อเก็บรักษาความชื้นให้เมล็ด และป้องกันเมล็ดถูกน้ำกระแทกกระจาย คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งสะอาดบาง ๆ รดน้ำให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน หลังจากคะน้างอกแล้วประมาณ 20 วัน หรือต้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ให้เริ่มทำการถอนแยกครั้งแรกโดยเลือกถอนต้นที่ไม่สมบูรณ์ออกให้เหลือระยะห่างระหว่างต้นไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งต้นอ่อนของคะน้าในวัยนี้เมื่อเด็ดรากออกแล้วสามารถนำไปขายได้ เมื่อคะน้ามีอายุได้ประมาณ 30 วัน จึงทำการแยกครั้งที่ 2 โดยให้เหลือระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ต้นคะน้าที่ถอนแยกออกมาในวัยนี้ตัดรากออกแล้วส่งขายตลาดเป็นยอดผักได้เช่นกันซึ่งผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นยอดผักเพราะอ่อน และอร่อย ในการถอนแยกคะน้าแต่ละครั้งควรทำการกำจัดวัชพืชไปในตัวด้วย โดยใช้แรงงานคนซึ่งสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น การปลูกคะน้าในแต่ละฤดูปลูกสามารถขายได้ 3 ครั้ง คือ เมื่อถอนแยกครั้งแรก ถอนแยกครั้งที่ 2 และตอนตัดต้นขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.7 การดูแลรักษา

2.12.7.1 การใส่ปุ๋ย

เนื่องจากคะน้าเป็นผักกินใบ และลำต้น จึงควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูงในสัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใช้คือ N : P : K เท่ากับ 2 : 1 : 1 เช่น ปุ๋ยสูตร 12-8-8 หรือสูตร 20-11-11 ในอัตราประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน คือ ใส่หลังจากการถอนแยกครั้งแรกและหลังจากถอนแยกครั้งที่ 2 อย่างไรก็ตามหากสังเกตเห็นว่าผักที่ปลูกไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควรอาจจะใส่ปุ๋ยบำรุงเพิ่มเติม เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต โดยให้ทางรากหรือละลายน้ำในอัตรา ประมาณ 3-4 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปี๊บ ฉีดพ่นทางใบ

2.12.7.2 การให้น้ำ

คะน้าเป็นพืชที่ต้องการน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ เพราะต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการปลูกคะน้าจึงต้องปลูกในแหล่งที่มีน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก หากคะน้าขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโต และคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เมล็ดเริ่มงอก วิธีการให้น้ำคะน้าโดยฉีดฝอยให้ทั่วและชุ่ม วันละ 2 เวลา คือ เช้าและเย็น

2.12.8 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.12.8.1 โรคพืชที่สำคัญ

2.12.8.1.1 โรคเน่าคอดิน (Damping off)

สาเหตุ : เกิดจากเชื้อรา *Pythium* sp. หรือ *Phytophthora* sp.

ลักษณะอาการ : ต้นกล้าจะเกิดอาการเป็นแผลช้ำที่โคนต้นระดับดิน เนื้อเยื่อตรงแผลเน่าและแห้งไปอย่างรวดเร็ว ถ้าถูกแสงแดดทำให้ต้นกล้าหักพับต้นเหี่ยวแห้งตายในเวลาอันรวดเร็ว บริเวณที่เป็นโรคเกิดขึ้นเฉพาะในแปลงต้นกล้าเท่านั้นเนื่องจากการหว่านเมล็ดที่แน่นทึบอับลม และต้นเบียดกันมาก หากสภาพอากาศมีความชื้นสูงจะทำให้มีการระบาดยิ่งขึ้น

การป้องกันกำจัด : การเตรียมแปลงเพาะ ควรย่อยดินให้ละเอียดและให้ถูกแสงแดดจัดนานพอสมควรก่อนหว่านเมล็ด การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราคลุกเมล็ดก่อนปลูก เช่น ไธแรมมาเน็บ 2-3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม โดยแปลงกล้าควรมีการระบายน้ำได้ดี ไม่ควรหว่านเมล็ดคะน้าให้แน่นเกินไป และไม่ควรรดน้ำในแปลงกล้าในปริมาณมาก ถ้าโรคระบาดในแปลงกล้าควรราดดินด้วยโพรพาโมคาร์บหรือใช้เชื้อไตรโคเดอร์มา

2.12.8.1.2 โรคราน้ำค้าง (Downy mildew)

สาเหตุ : เกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica.*

ลักษณะอาการ : ใบจะเป็นจุดสีดำอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ด้านใต้ใบตรงจุดเหล่านี้จะมีราสีขาวอมเทาอ่อนคล้ายผงแป้งขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ กระจายทั่วไป โดยใบที่อยู่ตอนล่าง ๆ มีแผลเกิดก่อนแล้วลุกลามขึ้นไปยังใบที่อยู่สูงกว่าใบที่มีเชื้อราขึ้นเป็นกลุ่มกระจายเต็มใบจะมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลือง และใบจะร่วงหรือแห้งในเวลาที่อากาศไม่ชื้นจะพบผงแป้ง มีแผลแห้งเป็นสีเทาดำ โรคนี้ระบาดได้ตั้งแต่ระยะที่เป็นต้นกล้าจนเจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งจะทำความเสียหายมากเพราะทำให้ใบเสียมาก ต้นกล้าเจริญเติบโตช้าโรคนี้ไม่ทำให้ต้นคะน้าตายแต่ทำให้น้ำหนักลดลง เพราะต้องตัดใบที่เป็นโรคทิ้งทำให้ได้น้ำหนักน้อยลง

การป้องกันกำจัด : ในฤดูหนาวแช่เมล็ดในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเมตาแลกซิลก่อนปลูก เมื่อมีการระบาดของโรคในแปลงปลูกพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชเมตาแลกซิล+แมนโคเซบ โพรพิเนบ+ไซม็อกซานิล อ็อกซาไดซิล+แมนโคเซบ ตามอัตราที่ระบุไว้บนฉลาก

2.12.8.1.3 โรคแผลวงกลมสีน้ำตาลไหม้

สาเหตุ : เกิดจากเชื้อรา *Alternaria* sp.

ลักษณะอาการ : ใบที่เป็นโรคจะมีแผลวงกลมสีน้ำตาลซ้อนกันอยู่หลายชั้น เนื้อเยื่อรอบ ๆ แผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองขนาดของแผลมีทั้งใหญ่และเล็ก บนแผลมักจะมีเชื้อราขึ้นบาง ๆ มองเห็นเป็นผงสีดำเนื้อเยื่อบุ๋มลงไปเล็กน้อย ใบแก่ที่อยู่ตอนล่างของลำต้นจะเป็นโรคนี้มาก

การป้องกันกำจัด : การฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดเชื้อราอยู่เสมอด้วยสารเคมีกำจัดเชื้อราเกือบทุกชนิดให้ผลดียกเว้น เบนโนมิลหรือเบนเลท และกำมะถันที่ไม่ให้ผลแต่อย่างใด

2.12.8.2 แมลงศัตรูที่สำคัญ

2.12.8.2.1 หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Spodoptera litura*.

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน เมื่อกางปีกกว้าง 3 เซนติเมตร ลำตัวยาว 15 เซนติเมตร ปีกคู่หน้ามีจุดสีน้ำตาลเข้ม มีลวดลายเต็มปีก ส่วนปีกคู่หลังสีขาว และบางลำตัวมีขนสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ตัวเมียวางไข่ได้ประมาณ 200-300 ฟอง โดยมีขนสีน้ำตาลปกคลุมไข่ไว้ ไข่ใหม่ ๆ จะมีสีขาวนวลและจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำเมื่อใกล้ฟักออกเป็นตัวหนอน ไข่มีอายุประมาณ 3-7 วัน ตัวหนอนเมื่อออกจากไข่ใหม่ ๆ จะมีสีเขียวอ่อนหรือสีนวลรวมกันเป็นกลุ่มตรงที่ไข่ฟักออกนั้นหนอนส่วนมากจะออกหากินในเวลากลางคืน ระยะตัวหนอนประมาณ 15-20 วัน จากนั้นจะเข้าดักแด้ตามใต้ผิวดิน ดักแด้มีสีน้ำตาลดำยาวประมาณ 1.50-1.80 เซนติเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 7-10 วัน จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย

ลักษณะการทำลาย : หนอนจะกัดกินใบและก้านใบของคะน้า มักจะเข้าทำลายเป็นหย่อมตามจุดที่ผีเสื้อวางไข่ หนอนชนิดนี้สังเกตได้ง่าย คือ ลำตัวอ้วนป้อม ผิวหนังเรียบคล้ายหนอนกระทู้หอมมีสีสันต่าง ๆ กันมีแถบสีขาวข้างลำตัวเมื่อโตเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 3-4 เซนติเมตร

การป้องกันกำจัด : ติดตามสำรวจดูสวนผักอย่างสม่ำเสมอ ถ้าพบเห็นลักษณะการทำลายของหนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ ให้เก็บทำลาย ถ้าหนอนกระจายออกไปกัดกินใบพืชมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้พ่นด้วยไตรอะโซฟอส 40 เปอร์เซ็นต์อีซี อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ไซฮาโลทรินแอล 25 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

2.12.8.2.2 หนอนคืบกะหล่ำ (Cabbage Looper)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Trichoplusia ni Hubner.*

ลักษณะโดยทั่วไป : ตัวโตเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดกลาง กางปีกเต็มที่ยาว 3 เซนติเมตร สีเทาดำ กลางปีคู่หน้ามีจุดสีขาวข้างละ 1 จุด แม่ผีเสื้อจะวางไข่สีขาวนวลใต้ใบเม็ดกลมเล็ก ๆ ไข่จะถูกวางเดี่ยว ๆ ทั่วไปไข่มีอายุ 3 วัน จึงฟักออกเป็นตัวหนอน หนอนที่มีขนาดเล็กจะแทะผิวใบด้านล่าง หนอนระยะนี้มีสีใสต่อมามีสีเข้มขึ้น เมื่อโตเต็มที่มีสีซีดลงมีสีขาวพาดยาว หนอนเมื่อโตเต็มที่ยาว 4 เซนติเมตร อายุหนอนประมาณ 2 สัปดาห์ จึงเข้าดักแด้ซึ่งจะอยู่ใต้ใบคลุมด้วยใยบาง ๆ สีขาว ดักแด้ในระยะแรกจะมีสีเขียวอ่อน ต่อมามีบางส่วนเป็นสีน้ำตาล มีขนาดยาวเกือบ 2 เซนติเมตร อายุดักแด้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงเข้าระยะตัวเต็มวัย ซึ่งตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 สัปดาห์

ลักษณะการทำลาย : หนอนคืบกะหล่ำเป็นหนอนที่กินจุเข้าทำลายคะน้าในระยะที่เป็นตัวหนอน โดยจะกัดกินเนื้อใบจนขาดและมักจะเหลือเส้นใบไว้หนอนชนิดนี้เมื่อเกิดระบาดจะแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วมาก

การป้องกันกำจัด : ใช้ศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ แตนเบียน 3 ชนิด คือ *Trichogramma* sp. *Apanteles* sp., *Brachymeria* sp. และใช้เชื้อ *Bacillus thuringiensis* ฉีดพ่นในอัตรา 60-100 มิลลิลิตร หรือชนิดผงในอัตรา 40-80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือใช้สารฆ่าแมลงอะบาเม็กติน (Abamectin) เช่น เวอร์ทิเม็ค (Vertimec) 1.8 เปอร์เซ็นต์ EC หรือคลอร์ฟีนาเพอร์ (Chlorfenapyr) เช่น แรมเพจ (Rampage) 10 เปอร์เซ็นต์ SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

2.12.9 การเก็บเกี่ยว

คะน้าที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน หลังจากปลูกซึ่งเป็นระยะที่คะน้าโตเต็มที่อายุ 45 วัน เป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก โดยใช้มีดตัดให้ชิดโคนต้น การตัดจะตัดไล่เป็นหน้ากระดาน เมื่อตัดแล้วบางแห่งมัดด้วยเชือกกล้วยมัดละ 5 กิโลกรัม บางแห่งก็บรรจุเข่งโดยไม่ได้มัด ทั้งนี้แล้วแต่ความสะดวกในการขนส่งและของผู้ซื้ออย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวคะน้าให้ได้คุณภาพ ความสด รสดี และสะอาดนั้นควรปฏิบัติ ดังนี้

2.12.9.1 เก็บผักในเวลาเช้าดีกว่าเวลาบ่าย

2.12.9.2 ควรใช้มีดเล็ก ๆ ตัด อย่าเก็บหรือเด็ดด้วยมือ

2.12.9.3 อย่าปล่อยให้ผักแก่เกินไป

2.12.9.4 ผักที่แสดงอาการไม่ปกติควรรีบเก็บเสียก่อน

2.12.9.5 เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วควรรีบนำเข้าร่มในที่อากาศโปร่งและเย็น

2.12.9.6 ภาชนะที่ใช้บรรจุผักคะน้าควรล้างให้สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.10 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

หลังการเก็บเกี่ยวการสูญเสียของผลผลิตคะน้ามีสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่มีอากาศร้อนซึ่งเป็นสาเหตุให้ผักกินใบเสียหายได้ง่ายมากในอุณหภูมิสูง มีอัตราการระเหยน้ำสูง เนื่องจากมีการหายใจเพิ่มขึ้นและมีการสูญเสียน้ำหนักง่าย นอกจากนี้อาจบอบช้ำฉีกขาดเป็นแผลจากการเก็บเกี่ยวหรือการขนย้ายไม่ดีทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่ายการสูญเสียเหล่านี้สามารถลดลงได้ถ้ามีการปฏิบัติการอย่างถูกต้องทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปคะน้าที่เก็บเกี่ยวแล้วควรขนย้ายไปยังที่ร่มหรือโรงบรรจุคัดเลือกผัก (Pack house) เพื่อทำการล้าง ตัดแต่ง คัดขนาด และบรรจุ ขั้นตอนในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวคะน้า มีดังนี้

2.12.10.1 การตัดแต่ง

การตัดแต่งส่วนที่เน่าเสียและผิดปกติทิ้งเพื่อให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีเป็นการตรวจสอบคุณภาพก่อนการบรรจุ การตัดแต่งส่วนที่ไม่ดีหรือเน่าเสียทิ้งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดการเสียหายที่จะขยายเพิ่มขึ้นจากส่วนที่เน่าเสียอยู่เดิม

2.12.10.2 การคัดขนาด และคุณภาพหรือคัดเกรด

หลังการตัดแต่งทำความสะอาดแล้วควรมีการคัดขนาดและคุณภาพด้วย เพื่อให้สามารถแยกการบรรจุได้อย่างเหมาะสมและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับคะน้า เมื่อมีการจำหน่ายมากกว่าการขายคละเกรด

2.12.10.3 การบรรจุ

โดยทั่วไปนิยมใช้เข่งแบบต่าง ๆ บรรจุขนย้ายผัก เนื่องจากสะดวก หาง่าย ราคาถูก แต่มีข้อเสียที่ทำให้ผักช้ำเน่าเสียได้ง่าย ปัจจุบันมีการใช้ถุงพลาสติกเจาะรู ตะกร้าพลาสติกในการบรรจุขนย้ายผักที่ได้คัดเลือกขนาดและคุณภาพเพื่อการส่งออกและส่งตามซุปเปอร์มาร์เก็ตหรือตลาดขายส่งต่าง ๆ

2.12.10.4 การขนย้ายและการเก็บรักษา

ควรขนย้ายและเก็บรักษาด้วยความระมัดระวัง เพื่อรักษาคุณภาพไว้ได้ดีที่สุดตั้งแต่ช่วงขนย้ายผักออกจากแปลงสู่โรงคัด บรรจุ และขนส่งสู่ท้องตลาด เพราะการเกิดรอยช้ำฉีกขาดจะเพิ่มอัตราการหายใจและเชื้อโรคทำลายได้ง่ายขึ้น การขนย้ายผักละการเก็บรักษาถ้ามีการใช้รถห้องเย็นจะทำให้รักษาคุณภาพผักให้ยาวนานขึ้นควรเก็บรักษาในห้องเย็นเสมอ แต่การลงทุนสูงจึงอาจพิจารณาตามความเหมาะสม

2.12.11 การเก็บรักษาผลผลิตสด

คะน้าซึ่งเป็นผักกินใบจะมีอัตราการหายใจสูงหลังการเก็บเกี่ยว จะเสื่อมสภาพโดยรวดเร็วภายใน 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส หรือ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส หรือ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส การลดความร้อนของคะน้าหลังการเก็บเกี่ยว ควรขนย้ายและเก็บรักษาผลผลิตในห้องเย็นจะทำให้คะน้ามีอายุการจำหน่ายยาวนานขึ้น โดยหากเก็บรักษาคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิ 0-1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90-95 จะสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 10-14 วัน

2.13 วัสดุปลูก

วัสดุปลูกเป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งวัสดุปลูกจะมีธาตุอาหารและมีช่องว่างของอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นวัสดุปลูกที่เมื่อนำมาใช้จะมีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศให้เหมาะสมต่อการปลูก คือ อัตราส่วนของน้ำ : อากาศที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ 50 : 50 ไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนาน ๆ รากพืชสามารถแพร่ กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก เป็นวัสดุที่ไม่มีสารพิษต่อพืชเจือปนอยู่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหาร และภาชนะที่ใช้บรรจุมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูกแม้ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2555: 47-55) วัสดุปลูกที่นำมาใช้ในการทดลองจะต้องไม่มีธาตุอาหารมีความอยู่ตัวสูงระบายน้ำได้ดีราคาไม่แพงมากนัก ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวคือ ทรายหยาบ

โดยทั่วไปทรายหยาบมีแหล่งกำเนิดจากชายทะเลหรือแม่น้ำ มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ คือ ช่วยในการอุ้มน้ำค่อนข้างดี ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 1.5-1.8 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-2 มิลลิเมตร มีความพรุนต่ำ มีความทนทานของโครงสร้างดีอายุการใช้งานนานหลายปี และมีราคาถูก ส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้เป็นวัสดุปลูก วัสดุเพาะชำ และวัสดุปรับปรุงดินแต่มีข้อเสีย คือ จะมีการอัดตัวแน่นอาจมีปัญหาการระบายน้ำและอากาศ มีน้ำหนักมากมีความพรุนต่ำ ทรายหยาบบางแห่งมีความเค็มสูงอาจจำเป็นต้องล้างเกลือออกไปก่อนจึงจะใช้ปลูกพืชได้ ควรเลือกพืชที่ไม่ไวต่อความเค็ม ความลึกของชั้นทรายที่เหมาะสมในการปลูกประมาณ 30-35 เซนติเมตร หากใช้ชั้นทรายที่ตื้นเกินไปจะทำให้ความชื้นกระจายไม่สม่ำเสมอ และมีน้ำหนักมากก่อให้เกิดปัญหาด้านการขนส่งหรือการขนย้ายที่ต้องใช้แรงงานมาก (สุทิน ทวยหาญ. 2556 : 18)

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีงานวิจัย และงานทดลองต่าง ๆ มากมายที่นำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในการทดสอบคะน้าเพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตของน้าหนักสดของส่วนเหนือดิน (ใบและลำต้น) พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตร 1 หรือมูลไก่หมักคุณภาพสูงตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจนสามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน ของคะน้าได้และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ในทุกระดับไนโตรเจน ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคโดยเฉพาะปริมาณอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกูลประเสริฐ. 2559 : 329)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรวัตร จินดาเจี่ย และคณะ (2557 : 818) ได้ศึกษาการผลิตผักอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผักชีคะน้า และกวางตุ้ง ที่ปลูกต่อเนื่องกันในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน โดยมีการใส่ปุ๋ยทั้ง 3 รูปแบบเปรียบเทียบกัน ได้แก่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโคนม ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลโคนมร่วมกับปุ๋ยเคมี และใส่ปุ๋ยเคมี พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีให้น้ำหนักสดและแห้งสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในผักใบมีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ (2554 : 60-70) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดเพื่อการผลิตข้าวต้นทุนต่ำ พบว่ากลุ่มปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมซึ่งประกอบไปด้วยมูลสุกร หมัก 30เปอร์เซ็นต์ ร็อคฟอสเฟต 20 เปอร์เซ็นต์ โดโลไมท์ 20 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยน้ำชีวภาพ 10 เปอร์เซ็นต์ ฮอร์โมนพืช 10 เปอร์เซ็นต์ รวม 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งองค์ประกอบของผลผลิตข้าวสูงกว่าชุดควบคุม โดยพบว่ามีจำนวนรวงอยู่ที่ 227.0 ตารางเมตร ความยาวรวง 23.8 เซนติเมตร จำนวนเมล็ด 126.3 เมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบ 12.90 เมล็ด จำนวนเมล็ดดี 113.40 เมล็ด น้ำหนักต่อรวง 2.38 กรัม น้ำหนักผลผลิตที่ได้ทั้งหมดต่อไร่อยู่ที่ 8177.7 กิโลกรัม

ปานชีวัน ปอนพังงา และคณะ (2557 : 700-707) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงดินลูกรังและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH และ EC ของดิน แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารหลักตลอดจนปริมาณอินทรียวัตถุ และช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน นอกจากนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทุกอัตราส่งผลให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

Gupta and Laik (2002 : 16-30) ได้ศึกษาการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนภายใต้สภาพการใช้ปุ๋ยคอกปรับปรุงดินต่อผักคะน้าโดยทดลองใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 0-90 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และปุ๋ยไนโตรเจน (ยูเรีย) อัตรา 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 30 ตันต่อเฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยยูเรียอัตรา 120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุดในการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์

ปิโยรส เมธาลักษณ์ (2547 : 32-101) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของผักคะน้า และสมบัติบางประการของดินในชุดดินกำแพงแสน โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ (0 400 800 1,200 และ 1,600 กิโลกรัมต่อไร่) ปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 อัตรา (0 20 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่) พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทุกอัตรามีผลต่อการลดความหนาแน่นรวมของดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักแห้งของคะน้าจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีโดยอัตราปุ๋ยที่แนะนำ คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 อัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zhuravel & Lvashko (1978 : 72-77) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและคุณภาพของผักคะน้า จากการทดลองปลูกผักคะน้าใน Derno-podzolic Soil พบว่าผักคะน้าจะให้ผลผลิตได้สูงสุดถึง 69.3 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในอัตรา 120 กิโลกรัมไนโตรเจน ต่อเฮกตาร์ 90 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ 120 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อเฮกตาร์ และใช้ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 30 ตันต่อเฮกตาร์

Krissana Boonsiri, et. al. (2009 : 160-163) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเม็ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ และข้าวพันธุ์พิษณุโลก 60-2 พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผสมกับน้ำสกัดชีวภาพมีผลทำให้ผักกาดฮ่องเต้มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงที่สุด และดินที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยปุ๋ยเม็ดอินทรีย์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 60-2 และเมื่อเพิ่มปุ๋ยเคมีในปุ๋ยเม็ดอินทรีย์พบว่า ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงที่สุด

Stewart , et. al. (1981 : 33-39) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของจุลินทรีย์สายพันธุ์ *Aspergillus fumigates* โดยการนำเชื้อ Aspergillus *fumigates* ที่ได้จากกองซากพืชที่ทับถมกันมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อจากนั้นคัดเลือกเชื้ออีกครั้งหนึ่งไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับ pH คือ 3 4 5 6 7 และ 8 พบว่าในช่วงแรกกิจกรรมเอนไซม์จะทำกิจกรรมได้ดี และเมื่อถึงที่ระดับ pH5 กิจกรรมของเอนไซม์จะค่อย ๆ ลดลง

Jonathan, et. al. (2000 : 3691-3698) ได้ทดลองใส่ปูนในกองปุ๋ยหมักในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อใส่ปูนในกองปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น เท่ากับ pH 7.3 จนถึง pH 9.2 จะทำให้ปริมาณของประชากรของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักลดลง โดยจะไปขัดขวางการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และทำให้กิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์ลดลง ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการหมักให้เป็นปุ๋ยจึงเพิ่มขึ้น

Mawahib, et. al. (2015 : 1555-1561) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์หมักจากกล้วยต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการลักษณะทางกายภาพ และผลผลิตของข้าวฟ่าง โดยการใช้ปุ๋ยหมักกล้วยที่ระดับต่าง ๆ กัน (10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม) สำหรับดินแต่ละดิน 500 กรัม ซึ่งเทียบเท่ากับ 1 ตัน 2 ตัน และ 3 ตันต่อไร่ พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักกล้วย 3 ตัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งสองกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในด้านสัณฐานวิทยาของพืช และความยาวของไม้ 11.9 เซนติเมตร และผลผลิตมวลรวมสูงที่สุด

Pratap Naikwade (2014 : 79-84) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลฝอยต่อผลผลิตและปริมาณสารอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากขยะมูลฝอยร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าผลผลิตเฉลี่ยของมวลชีวภาพสด (กิโลกรัม / ไร่) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1 อุปกรณ์ในการบันทึกผลข้อมูล

3.1.1.2 เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.1.3 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.1.1.4 โถดูดความชื้น

3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2.1 เมล็ดพันธุ์คะน้า

3.1.2.2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย

3.1.2.3 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0

3.1.2.4 ทรายหยาบ

3.1.2.5 กระถางพลาสติกขนาด 9 นิ้ว

3.1.2.6 บัวรดน้ำ

3.1.2.7 ฟางแห้ง

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 4 กระถาง ประกอบด้วย 8 กลุ่มทดลอง

3.2.2 วิธีการทดลอง

3.2.2.1 นำปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย ที่ผลิตในโครงการพัฒนากรรมวิธี และนวัตกรรมการผลิตต้นแบบปุ๋ยหมักชีวภาพอัดเม็ดจากอ้อยและเถ้าชานอ้อย (ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมน/เมตร) ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมด (%) ปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสเฟตทั้งหมด (%) ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมทั้งหมด (%) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (%) โดยโครงการพัฒนาวิชาการดิน-ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์และดำเนินการทำการทำปุ๋ยอัดเม็ดจากกากชานอ้อย

3.2.2.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์การปลูก โดยผสมวัสดุปลูกที่มีทรายหยาบเป็นวัสดุปลูกหลักตามอัตราส่วนการผสมวัสดุปลูกดังแสดงใน ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนการผสมวัสดุปลูก

สิ่งทดลอง	ทรายหยาบ (กรัม)	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด (กรัม)	น้ำหนักต่อกระถาง (กรัม)
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	5,500	0	5,500
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	5,500	0	5,500
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%	5,335	165	5,500
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	5,335	165	5,500
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%	5,225	275	5,500
สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	5,225	275	5,500
สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%	5,115	385	5,500
สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	5,115	385	5,500

ตารางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยและการใช้ปุ๋ยอัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การวางแผนการทดลอง

สิ่งทดลอง	อัตราการใช้ปุ๋ยอัดเม็ดจากกากชานอ้อย(%)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยอัดเม็ดในวัสดุปลูก		การใส่ปุ๋ยเคมีร่วม
		ปุ๋ยอัดเม็ด (กรัม)	ทราย (กรัม)	
สิ่งทดลองที่ 1 (Control)	0	0	5,500	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
สิ่งทดลองที่ 2	0	0	5,500	ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0
สิ่งทดลองที่ 3	3	165	5,335	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
สิ่งทดลองที่ 4	3	165	5,335	ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0
สิ่งทดลองที่ 5	5	275	5,225	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
สิ่งทดลองที่ 6	5	275	5,225	ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0
สิ่งทดลองที่ 7	7	385	5,115	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
สิ่งทดลองที่ 8	7	385	5,115	ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 เตรียมต้นกล้าคะน้าโดยโรยเมล็ดให้ทั่วกระถาง คลุมด้วยฟางรดน้ำให้ชุ่มทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น จากนั้นเมื่อครบ 7 วัน เลือกต้นคะน้าที่มีความสมบูรณ์ 1 ต้นต่อกระถาง ทำสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกผลการเติบโตของคะน้าจากความสูงของต้น โดยวัดจากส่วนโคนตั้งแต่บริเวณรอยต่อกับส่วนรากขึ้นมาจนถึงปลายยอด ความกว้างของใบคะน้า วัดบริเวณที่กว้างที่สุดของใบ และความยาวของใบคะน้า วัดจากโคนก้านใบจนถึงปลายใบในทุกช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยว

3.2.2.5 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ปริมาณ 3-4 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบเมื่อคะน้ามีอายุ 7 และ14 วัน รดที่ต้นเมื่อคะน้ามีอายุ 20 และ 30 วัน

3.2.2.6 เก็บเกี่ยวคะน้าที่มีอายุ 45 วัน ด้วยการถอนต้นออกจากกระถาง จากนั้นทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งโดยนำส่วนต้นและรากที่ผ่านการชั่งน้ำหนักสดแล้วเข้าอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3.2.2.7 นำวัสดุปลูกที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตารางที่ 3.3 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วม

ครั้งที่ใส่ปุ๋ยเคมี	อายุวันของคะน้า	อัตราการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	อายุ 7 วันหลังงอก	3-4 ช้อนแกง : น้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบ	หากสังเกตเห็นว่าผักที่ปลูกไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควรอาจจะใส่ปุ๋ยบำรุงเพิ่มเติม เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต โดยให้ทางรากหรือละลายน้ำในอัตราประมาณ 3-4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบ
ครั้งที่ 2	อายุ 14 วันหลังงอก		
ครั้งที่ 3	อายุ 20 วัน หลังจากงอก (หลังจากการถอนแยก)	3-4 ช้อนแกง : น้ำ 1 ลิตร รดต้นคะน้า	
ครั้งที่ 4	อายุ 30 วัน หลังจากงอก (หลังจากการถอนแยกครั้งที่ 1)		

ที่มา : สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 6-10)

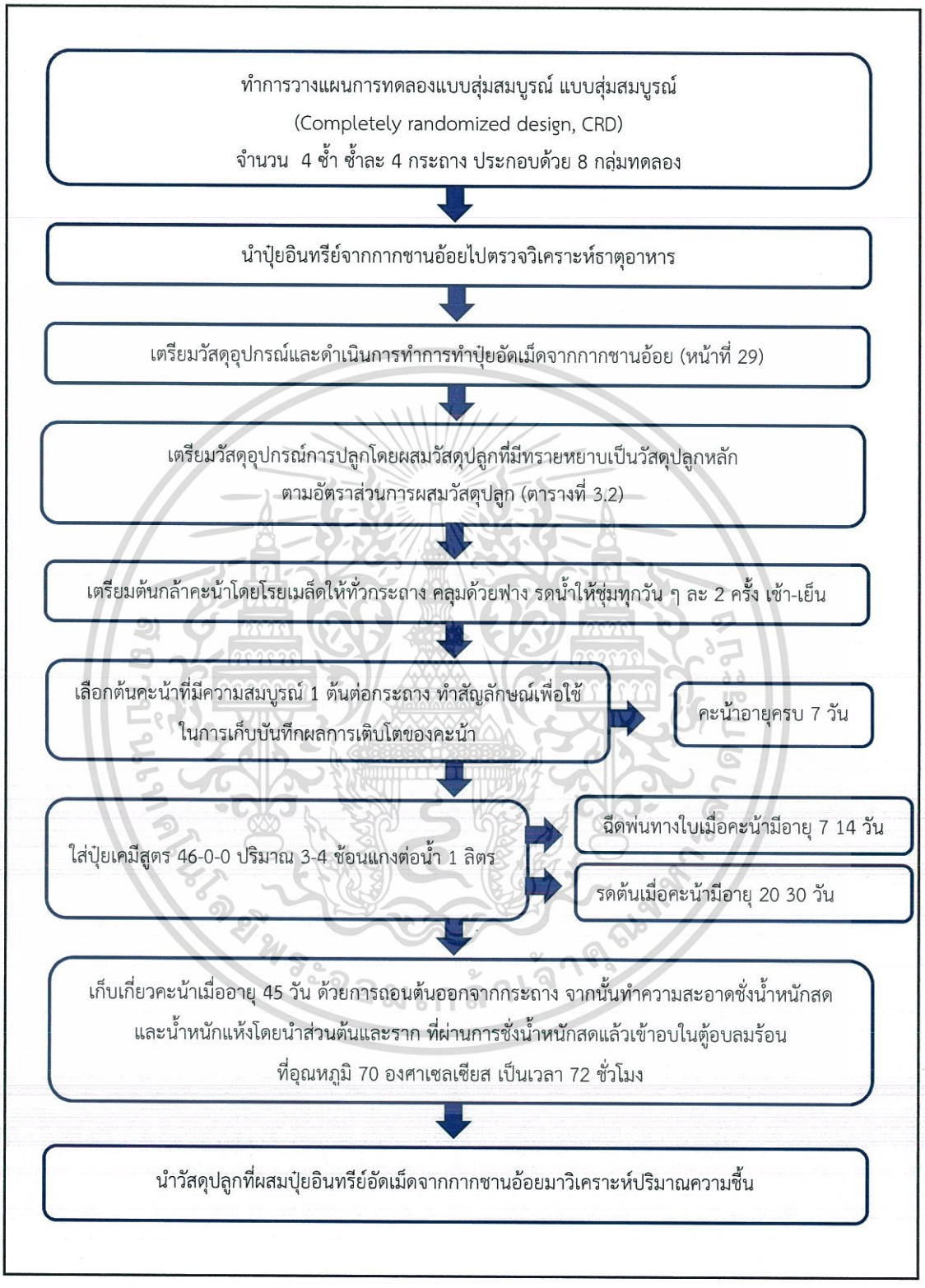
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การปฏิบัติดูแลและการเก็บบันทึกผลการเติบโตของคะน้า

ช่วงระยะเวลา	การปฏิบัติดูแลผักคะน้า	ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้	หมายเหตุ
วันแรก	– หว่านเมล็ดคะน้า	-	รดน้ำ วันละ 2 ครั้ง เช้า - เย็น
7 วัน	– เลือกต้นคะน้าที่สมบูรณ์ 1 ต้นต่อกระถาง และทำสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกผลการเติบโตของคะน้าจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	-	
	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
	– ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 (ครั้งที่ 1)	ปริมาณ 3-4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบ	
14 วัน	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
	– ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 (ครั้งที่ 2)	ปริมาณ 3-4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบ	
20 วัน	– ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 (ครั้งที่ 3)	ปริมาณ 3-4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ลิตร รดต้น	
21 วัน	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
28 วัน	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
30 วัน	– ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 (ครั้งที่ 4)	ปริมาณ 3-4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ลิตร รดต้น	
35 วัน	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
42 วัน	– บันทึกผลอัตราการเติบโตของผักคะน้า โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ	-	
45 วัน	– เก็บเกี่ยวคะน้าด้วยวิธีการถอนต้นออกจากกระถางแล้วทำความสะอาด – บันทึกผลน้ำหนักสดของต้นคะน้า – นำต้นคะน้าที่ผ่านการชั่งน้ำหนักสดไปอบเพื่อน้ำหนักแห้งของต้นคะน้า	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลวิธีการทดลองสามารถแสดงข้อมูลดังกล่าวในรูปของไดอะแกรม ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ไดอะแกรมวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.3.1 บันทึกความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าที่อายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน โดยวัดความสูงของต้นคะน้าจากส่วนโคนตั้งแต่บริเวณรอยต่อกับส่วนรากขึ้นมาจนถึงปลายยอด

3.2.3.2 บันทึกความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบคะน้าที่อายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน วัดความสูงของต้นคะน้าโดยทำสัญลักษณ์ใบที่ใหญ่ที่สุดของต้น วัดตรงบริเวณที่กว้างที่สุดของใบ ส่วนการวัดความยาวใบวัดจากโคนก้านใบจนถึงปลายใบ

3.2.3.3 บันทึกน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของคะน้า เมื่อคะน้าอายุ 45 วัน หลังหว่านเม็ดทำการถอนต้นคะน้าออกจากกระถาง ทำความสะอาดรากไม่ให้มีวัสดุปลูกติด ชั่งน้ำหนักต้นสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.3.4 น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) นำส่วนต้นและรากที่ผ่านการชั่งน้ำหนักสดแล้วไปอบในตู้ Hot air oven ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.3.5 นำวัสดุปลูกที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในดิน (Soil Moisture) (AOAC, 1990)

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเติบโตของคะน้าจากความสูงของต้น ความยาว ความกว้างของใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง โดย Least Significant Difference (LSD) และ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

บ้านเลขที่ 75 หมู่ 1 ซอยวิเชียรศิลป์ ตำบลบางสวน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ระยะเวลาการทดลอง

ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง

3.6.1 เมล็ดพันธุ์คะน้า	150	บาท
3.6.2 กระถางพลาสติกขนาด 9 นิ้ว	768	บาท
3.6.3 บัวรดน้ำ	80	บาท
3.6.4 ทรายหยาบ	900	บาท
3.6.5 ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0	15	บาท
รวม	1,913	บาท

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเติบโตของคะน้า โดยวัดการเติบโตจากวัดความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบคะน้าที่อายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน และผลผลิตในรูปของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้น เมื่อคะน้าอายุ 45 วัน หลังหว่านเมล็ดมีผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย

จากการนำปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อยไปตรวจวิเคราะห์เพื่อเทียบค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร และมาตรฐานปุ๋ยหมัก (เกรด1) กรมพัฒนาที่ดิน และตามโครงการพัฒนาวิชาการดิน-ปุ๋ยและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์กากชานอ้อย

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.40 ซึ่งอยู่ในช่วง 5.5-8.5 ค่าการนำไฟฟ้า 2.29 เดซิซีเมน/เมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 31.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมด 1.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสเฟตทั้งหมด 3.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมทั้งหมด 1.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 10.54 โดยต้องมีไม่เกิน 20 : 1 และการย่อยสลายสมบูรณ์ 91.55 เปอร์เซ็นต์ ต้องไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร และมาตรฐานปุ๋ยหมัก (เกรด1) กรมพัฒนาที่ดินกำหนด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินเพื่อให้เหมาะสมต่อการเติบโตของผักคะน้า แสดงตามตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์กากชานอ้อย

รายการวิเคราะห์	ค่าวิเคราะห์	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.40	-
ค่าการนำไฟฟ้า	2.29	เดซิซีเมน/เมตร
ปริมาณอินทรียวัตถุ	31.44	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมด	1.73	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสเฟตทั้งหมด	3.76	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมทั้งหมด	1.71	เปอร์เซ็นต์
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	10.54	-
การย่อยสลายที่สมบูรณ์	91.55	เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของวัสดุปลูก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของวัสดุปลูกเมื่อประเมินด้วยการมองเห็น โดยทั่วไปดินหรือวัสดุปลูกที่ผ่านการผสมให้เหมาะสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดที่มีสีคล้ำหรือสีดำ แสดงว่าเป็นดินดีมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง และเมื่อหาปริมาณความชื้นของวัสดุปลูกจะพบว่าวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในปริมาณ 7% จะมีปริมาณความชื้นของวัสดุปลูกสูงที่สุด คือ 10.67% รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในปริมาณ 5% 3% และ 0% ซึ่งมีปริมาณความชื้นของวัสดุปลูก คือ 9.19 เปอร์เซ็นต์ 8.12 เปอร์เซ็นต์ และ 7.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้สีของวัสดุปลูกเข้มขึ้น เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยหรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในปริมาณน้อย และความชื้นของวัสดุปลูกมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและสีของวัสดุปลูก

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย		ปริมาณความชื้นของวัสดุปลูก	ลักษณะของสีดิน
เปอร์เซ็นต์ (%)	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)	
0%	0	7.27	
3%	165	8.12	
5%	275	9.19	
7%	385	10.67	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 อัตราการเติบโตของคะน้า

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% 3% 5% และ7% โดยวัดอัตราการเติบโตของคะน้าจากการวิเคราะห์ความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ และผลผลิตในรูปของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้น ซึ่งมีผลการวิเคราะห์การเติบโตของคะน้า ดังนี้

4.3.1 ความสูงของต้น

อัตราการเติบโตด้านความสูงของคะน้าในช่วง 7 วัน พบว่าสิ่งทดลองที่ 7 และ8 มีความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้าไม่แตกต่างกัน โดยมีความสูงเฉลี่ยของต้นเท่ากับ 3.08 และ 3.18 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อคะน้ามีอายุอยู่ในช่วง 14 ถึง 21 วัน พบว่าคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 ให้ความสูงเฉลี่ยของต้นที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะความสูงเฉลี่ยของต้นที่ช่วงอายุ 14 และ 21 วัน ในสิ่งทดลองที่ 7 เท่ากับ 5.72 8.87 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ยของต้นในสิ่งทดลองที่ 8 เท่ากับ 6.10 9.79 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากความสูงของคะน้าในช่วงอายุ 28 ถึง 42 วัน พบว่าการเติบโตของคะน้าในทุกสิ่งทดลองมีอัตราความสูงเฉลี่ยของต้นสูงขึ้นในทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะในสิ่งทดลองที่ 8 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 12.65 14.25 และ15.27 เซนติเมตร ต่อมาคือ สิ่งทดลองที่ 7 มีความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 9.91 12.90 และ 13.97 เซนติเมตร ตามลำดับ

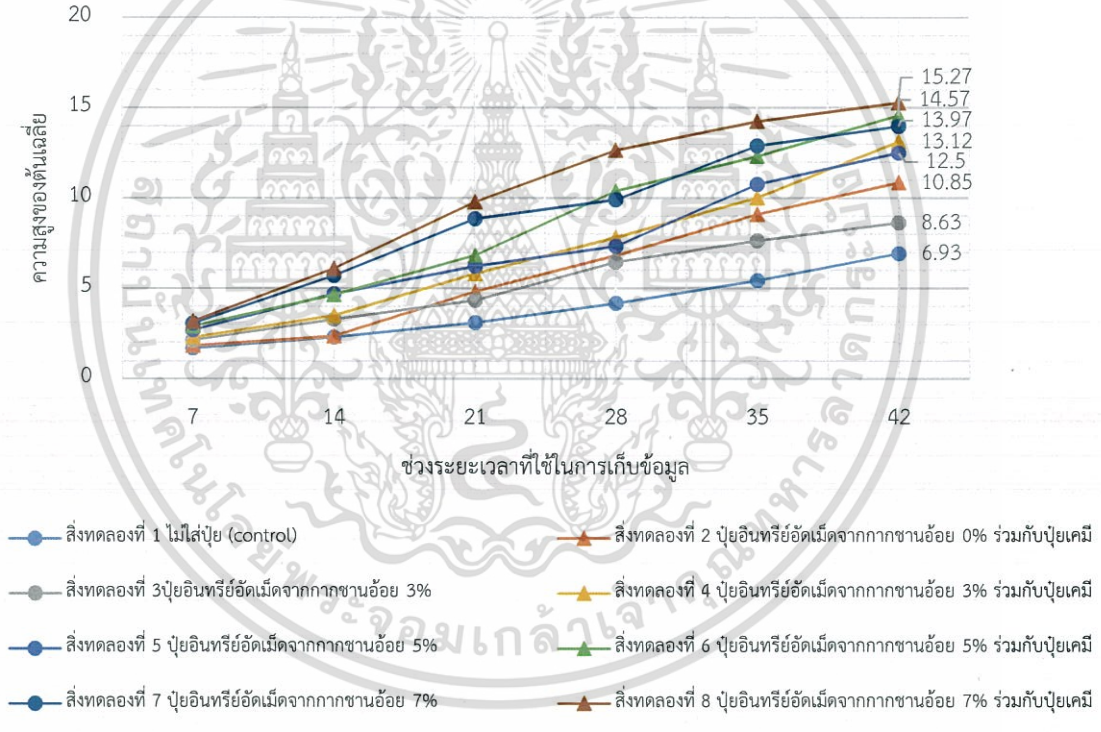
ตารางที่ 4.3 ความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้า

สิ่งทดลอง	ความสูงของต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)					
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)	1.70^{e}	2.31^{e}	3.10^{g}	4.18^{h}	5.44^{h}	6.93^{h}
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.84^{e}	2.37^{e}	4.82^{e}	6.82^{g}	9.10^{f}	10.85^{f}
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%	2.14^{d}	3.28^{d}	4.33^{f}	6.45^{f}	7.63^{g}	8.63^{g}
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	2.30^{d}	3.50^{d}	5.80^{d}	7.82^{e}	10.02^{e}	13.12^{d}
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%	2.70^{c}	4.71^{c}	6.24^{d}	7.34^{d}	10.77^{d}	12.50^{e}
สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	2.92^{bc}	4.65^{c}	6.84^{c}	10.39^{b}	12.30^{c}	14.57^{b}
สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%	3.08^{ab}	5.72^{b}	8.87^{b}	9.91^{c}	12.90^{b}	13.97^{c}
สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	3.18^{a}	6.10^{a}	9.79^{a}	12.65^{a}	14.25^{a}	15.27^{a}
F-test	*	*	*	*	*	*
CV%	57.6	44.8	41.0	46.5	45.5	50.2

*= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), NS= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
F-test= ค่าการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่ม CV%= (Coefficient of variation) ซึ่งค่านี้เป็นค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่าในช่วงอายุ 7 วัน ความสูงของต้นคะน้า ในสิ่งทดลองที่ 7 ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และความสูงในช่วงอายุ 7 ถึง 42 วัน ความสูงของต้นคะน้า ในสิ่งทดลองที่ 8 แตกต่างกับทุกสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในสิ่งทดลองที่ 8 ความสูงของต้นคะน้าจะสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ สอดคล้องกับงานวิจัยของปราโมทย์ ทิมขำ (2549 : 20-57) ได้ทำการศึกษาการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดร่วมกับปุ๋ยเคมีในสบู่ดำ พบว่ามีการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรประภา อนุกูลประเสริฐ (2558 : 970-982) ได้ทำการศึกษาการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง พบว่าความสูงของต้นผักบุ้งจีนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสกล ศรีวัณโณ (2549 : 27-80) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยยูเรีย พบว่าความสูงของคะน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 4.1 การเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้า

จากภาพที่ 4.1 แสดงการเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่าในสิ่งทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลการเติบโตด้านความสูงในทุกช่วงอายุสูงที่สุดคือ 15.27 เซนติเมตร รองลงมาในสิ่งทดลองที่ 6 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ 14.57 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ผลการเติบโตด้านความสูงในทุกช่วงอายุต่ำที่สุด คือ 6.93 เซนติเมตร

4.3.2 ความยาวของใบ

อัตราการเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของใบคะน้าในช่วง 7 วัน พบว่าสิ่งทดลองที่ 7 และ 8 มีความยาวเฉลี่ยของใบคะน้าไม่แตกต่างกัน โดยมีความยาวเฉลี่ยของใบเท่ากับ 1.76 และ1.72 ตามลำดับ เมื่อคะน้ามีอายุอยู่ในช่วง 14 ถึง 42 วัน พบว่าคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ให้ความยาวเฉลี่ยของใบที่แตกต่างกัน โดยความยาวเฉลี่ยของใบที่ช่วงอายุ 14 ถึง 21 วัน พบว่าความยาวเฉลี่ยของใบที่สูงที่สุดคือ ในสิ่งทดลองที่ 8 เท่ากับ 9.40 13.05 17.10 19.15 และ 22.40 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 6 เท่ากับ 7.83 10.10 14.00 16.12 และ 19.75 เซนติเมตรตามลำดับ และในสิ่งทดลองที่ 7 มีความยาวเฉลี่ยของใบเท่ากับ 6.09 9.17 12.97 15.25 และ17.75 เซนติเมตร และ

ตารางที่ 4.4 ความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า

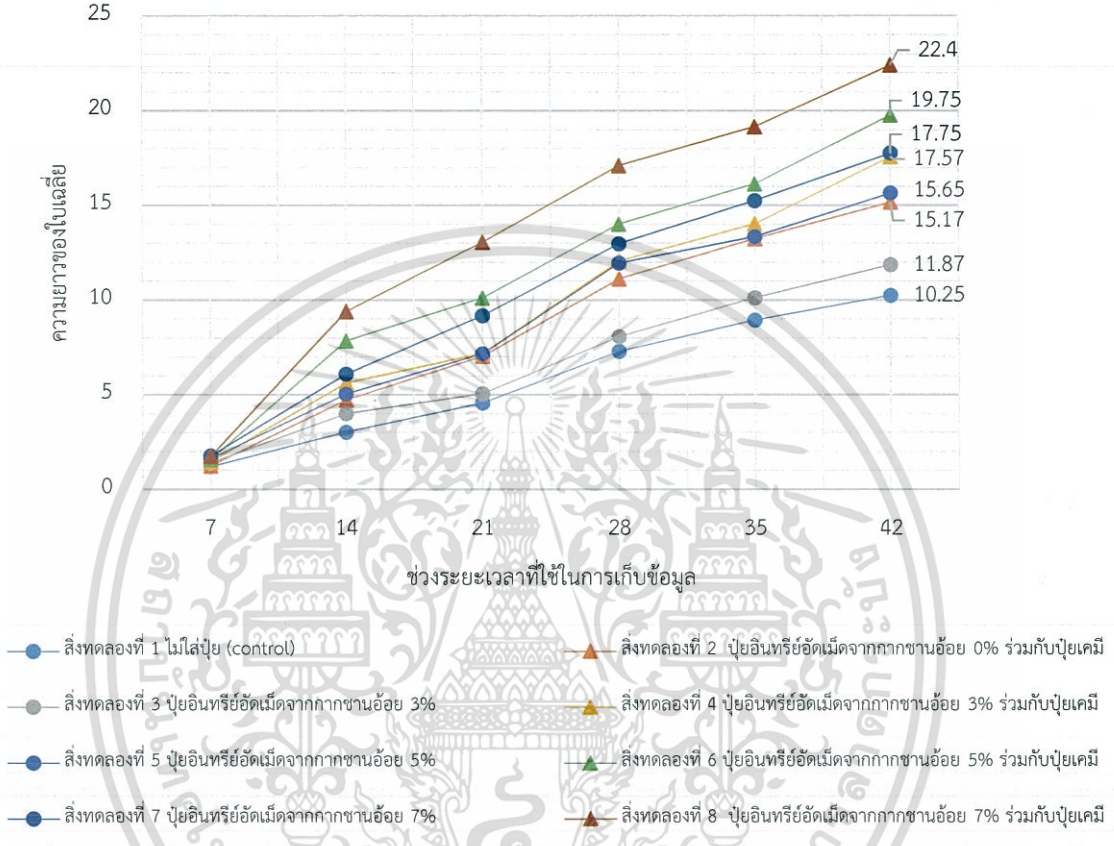
สิ่งทดลอง	ความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า (เซนติเมตร)					
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)	1.20^{e}	3.02^{h}	4.56^{g}	7.29^{f}	8.93^{g}	10.25^{f}
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.24^{e}	4.73^{f}	7.03^{e}	8.08^{e}	13.25^{e}	15.17^{d}
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%	1.40^{d}	4.01^{g}	5.06^{f}	11.12^{f}	10.12^{f}	11.87^{e}
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.45^{cd}	5.63^{d}	7.19^{d}	12.05^{d}	14.02^{d}	17.57^{c}
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%	1.61^{ab}	5.03^{e}	7.15^{de}	11.95^{d}	13.35^{e}	15.65^{d}
สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.56^{bc}	7.83^{b}	10.10^{b}	14.00^{b}	16.12^{b}	19.75^{b}
สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%	1.76^{a}	6.09^{c}	9.17^{c}	12.97^{c}	15.25^{c}	17.75^{c}
สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.72^{a}	9.40^{a}	13.05^{a}	17.10^{a}	19.15^{a}	22.40^{a}
F-test	*	*	*	*	*	*
CV%	67.1	45.3	50.9	54.4	57.0	54.9

*= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), NS= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
F-test= ค่าการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่ม CV%= (Coefficient of variation) ซึ่งค่านี้เป็นค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.4 แสดงความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่าในช่วงอายุ 7 วัน ความยาวของใบคะน้าในสิ่งทดลองที่ 5 และ 7 ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และความยาวของใบในช่วงอายุ 7 ถึง 42 วัน ความยาวของใบคะน้าในสิ่งทดลองที่ 8 แตกต่างกับทุกสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($P < 0.05$) โดยในสิ่งทดลองที่ 8 ความยาวของใบคะน้าจะสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญาวดี ตรีตนทิพย์ และคณะ (2551: 33) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกในการผลิตข้าวโพดหวาน พบว่าการเจริญเติบโตด้านความยาวของใบข้าวโพดหวานสูงที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก



ภาพที่ 4.2 การเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า

จากภาพที่ 4.2 แสดงการเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของใบคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่าในสิ่งทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลการเติบโตด้านความยาวของใบในทุกช่วงอายุสูงที่สุด คือ 22.4 เซนติเมตร รองลงมาในสิ่งทดลองที่ 6 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ19.75 เซนติเมตร ส่วนในสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ผลการเติบโตด้านความยาวของใบในทุกช่วงอายุต่ำที่สุด คือ 10.25 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ความกว้างของใบ

อัตราการเติบโตด้านความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้าในช่วง 7 วัน พบว่าสิ่งทดลองที่ 7 และ8 มีความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้าไม่แตกต่างกัน โดยมีความกว้างเฉลี่ยของใบเท่ากับ 1.39 และ 1.47 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อคะน้ามีอายุอยู่ในช่วง 14 ถึง 21 วัน พบว่าคะน้าที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ 4 5 6 7 และ 8 ให้ความกว้างเฉลี่ยของใบแตกต่างกัน โดยในสิ่งทดลองที่ 8 มีความกว้างเฉลี่ยของใบเท่าสูงที่สุด คือ 3.36 5.88 7.69 และ 9.36 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากความกว้างเฉลี่ยของใบในช่วงอายุ 42 วัน พบว่าการเติบโตของคะน้าในทุกสิ่งทดลองมีอัตราความกว้างเฉลี่ยของใบสูงขึ้นในทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะในสิ่งทดลองที่ 7 มีความกว้างของใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 11.20 เซนติเมตร ต่อมาคือ สิ่งทดลองที่ 8 มีความสูงเฉลี่ย เท่ากับ และ15.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้า

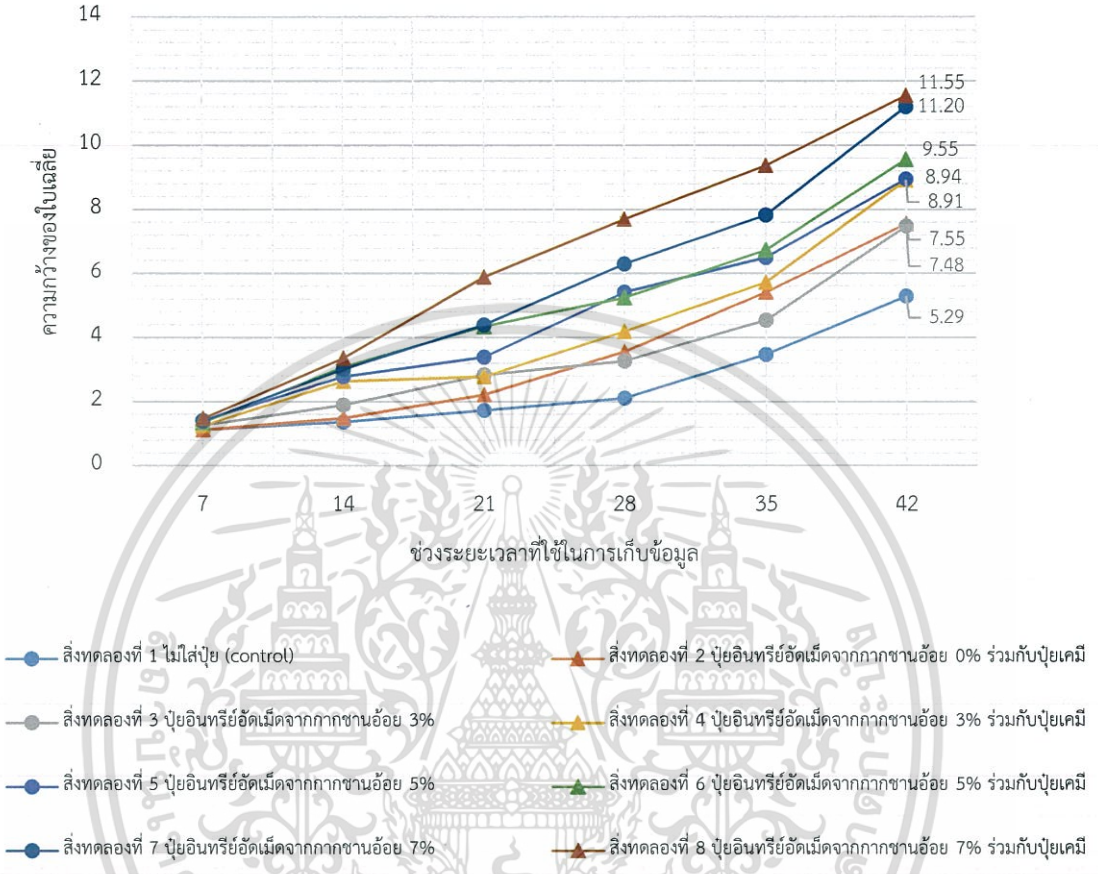
สิ่งทดลอง	ความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้า (เซนติเมตร)					
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)	1.12^{e}	1.36^{g}	1.72^{f}	2.10^{g}	3.47^{g}	5.29^{e}
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.12^{e}	1.48^{f}	2.21^{e}	3.56^{f}	5.41^{e}	7.55^{d}
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%	1.26^{cd}	1.89^{e}	2.83^{d}	3.27^{f}	4.54^{f}	7.48^{d}
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.25^{d}	2.63^{d}	2.77^{d}	4.19^{e}	5.72^{d}	8.91^{c}
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%	1.41^{ab}	2.77^{c}	3.39^{c}	5.41^{c}	6.50^{c}	8.94^{c}
สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.34^{bc}	3.08^{b}	4.34^{b}	5.24^{c}	6.73^{c}	9.55^{b}
สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%	1.39^{ab}	3.01^{b}	4.39^{b}	6.29^{b}	7.82^{b}	11.20^{a}
สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	1.47^{a}	3.36^{a}	5.88^{a}	7.69^{a}	9.36^{a}	11.55^{a}
F-test	*	*	*	*	*	*
CV%	72.1	43.5	39.1	35.5	48.2	50.9

*= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), NS= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
F-test= ค่าการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่ม CV%= (Coefficient of variation) ซึ่งค่านี้เป็นค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.5 แสดงความกว้างเฉลี่ยของต้นคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่า ในช่วงอายุ 7 วัน ความกว้างของใบคะน้าในสิ่งทดลองที่ 5 และ 7 ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และความสูงในช่วงอายุ 7 ถึง 42 วัน ความกว้างของใบคะน้าในสิ่งทดลองที่ 8 แตกต่างกับทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นสิ่งทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในสิ่งทดลองที่ 8 ความกว้างของใบคะน้าจะสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ สอดคล้องกับงานวิจัยของปริญญาวดี และคณะ (2551: 33) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกในการผลิตข้าวโพดหวาน พบว่าการเจริญเติบโตด้านความกว้างของใบข้าวโพดหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงที่สุด เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สายชล พรมีอยู่ (2556 : 35-61) ได้ทำการศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีในผักบุ้งจีน ที่พบว่าการเจริญ เติบโตด้านความกว้างของใบสูงที่สุด และการใส่ปุ๋ยหมักมูลวัวเพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด



ภาพที่ 4.3 การเติบโตด้านความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้า

จากภาพที่ 4.3 แสดงการเติบโตด้านความกว้างเฉลี่ยของใบคะน้า ที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน หลังหว่านเมล็ด พบว่าในสิ่งทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลการเติบโตด้านความกว้างของใบในทุกช่วงอายุสูงที่สุด คือ 11.55 เซนติเมตร รองลงมาในสิ่งทดลองที่ 7 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย คือ 11.20 เซนติเมตร ส่วนในสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ผลการเติบโตด้านความกว้างของใบในทุกช่วงอายุต่ำที่สุด คือ 5.29 เซนติเมตร

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลต่อการเติบโตของคะน้าทั้งความสูงของต้น ความยาว และความกว้างของใบคะน้า โดยในภาพรวมจะเห็นได้ว่า สิ่งทดลองที่ 8 ที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ความสูงของต้นคะน้า ความยาว และความกว้างของใบคะน้าเติบโตสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ

4.3.4 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้น

ผลผลิตในรูปของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้นคะน้าโดยทำการเก็บเกี่ยวที่ช่วงอายุ 45 วัน เมื่อถอนผักคะน้าทำความสะอาดและชั่งน้ำหนักสด พบว่าคะน้าในสิ่งทดลองที่ 8 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 6 และ 7 โดยมีน้ำหนักสดของต้นเฉลี่ย ดังนี้ 41.01 30.11 และ 27.01 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำแห้งของคะน้า พบว่าคะน้าในสิ่งทดลองที่ 8 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.29 กรัม แต่มีน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกับสิ่งทดลองที่ 6 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 7 โดยมีน้ำหนักแห้งของต้นเฉลี่ย 1.12 และ 1.06 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นคะน้าที่ช่วงอายุ 45 วัน

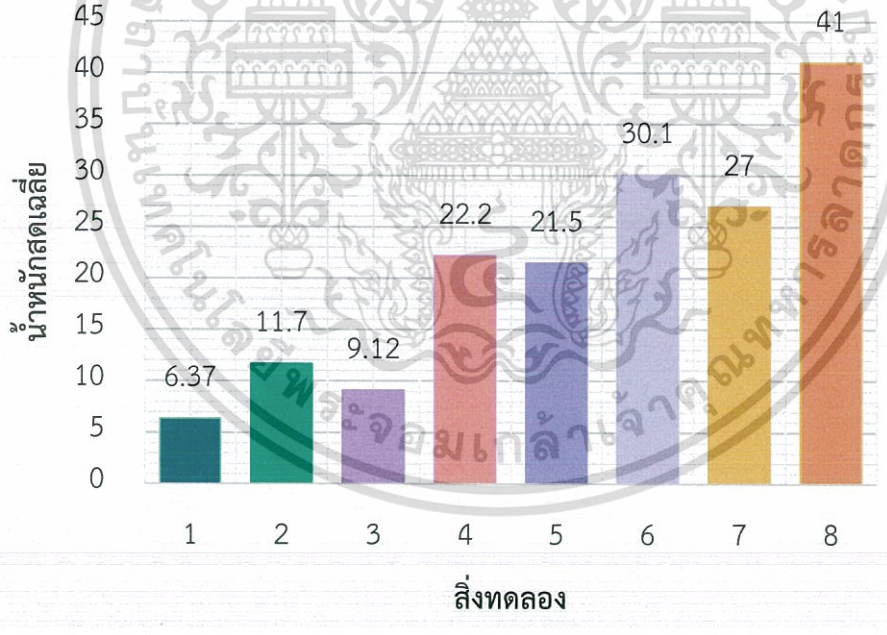
สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
	กรัมต่อกระกระถาง	
สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)	6.37^{e}	0.63^{d}
สิ่งทดลองที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	11.68^{e}	0.90^{bc}
สิ่งทดลองที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%	9.11^{e}	0.85^{c}
สิ่งทดลองที่ 4 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	22.20^{cd}	0.91^{bc}
สิ่งทดลองที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%	21.52^{d}	1.02^{b}
สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	30.11^{b}	1.12^{ab}
สิ่งทดลองที่ 7 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%	27.01^{bc}	1.06^{b}
สิ่งทดลองที่ 8 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี	41.01^{a}	1.29^{a}
F-test	*	*
CV%	27.1	59.60

*= แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), NS= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
F-test= ค่าการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่ม CV%= (Coefficient of variation) ซึ่งค่านี้เป็นค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.6 แสดงน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 45 วัน พบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นคะน้า ในสิ่งทดลองที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 41.01 กรัม และน้ำหนักแห้งของคะน้าเท่ากับ 1.29 กรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักที่สูงที่สุดในทุกสิ่งทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของปิโยรส เมธาลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

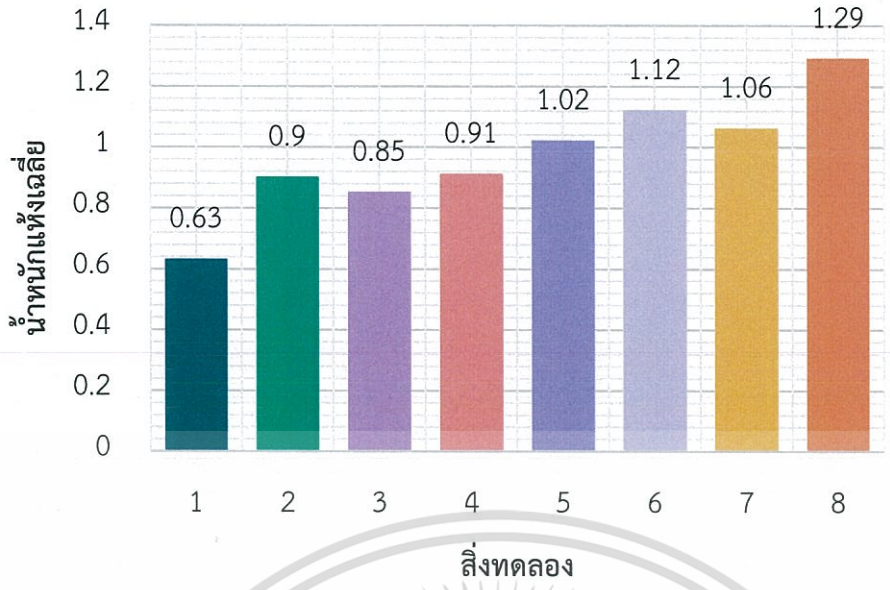
(2547: 4-16) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Morgan& Midmore (2003 : 12-34) ได้ทำการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อการปลูกคะน้าใน Western Australia พบว่าผลผลิตของคะน้าสูงที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhuravel & Lvashko (1978: 72-77) จากการศึกษาพบว่าผักคะน้าที่ปลูกใน Derno-podzolic soil เมื่อได้รับปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krissana Boonsiri, et. al. (2009 : 160 - 163) จากการศึกษาการใช้ปุ๋ยเม็ดอินทรีย์ในการปรับปรุงคุณภาพดินของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 60-2 พบว่าเมื่อใช้ปุ๋ยเม็ดอินทรีย์ในการปรับปรุงคุณภาพดินไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปุ๋ยเคมีในปุ๋ยเม็ดอินทรีย์ พบว่าข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงที่สุดสอดคล้องกับอรประภา อนุกูลประเสริฐ (2558 : 970-982) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูงทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นผักบุ้งจีนสูงที่สุด และให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์และเคมีอย่างใดอย่างหนึ่ง



ภาพที่ 4.4 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นคะน้าที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน

จากภาพที่ 4.4 แสดงน้ำหนักสดของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 45 วัน พบว่าในสิ่งทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้น้ำหนักสดสูงที่สุด คือ 41 กรัม รองลงมาในสิ่งทดลองที่ 6 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ 30.1 กรัม ส่วนในสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ให้น้ำหนักสดต่ำที่สุด คือ 6.37 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นคะน้าที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน

จากภาพที่ 4.5 แสดงน้ำหนักแห้งของคะน้าที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 45 วัน พบว่าในสิ่งทดลองที่ 8 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 1.29 กรัม รองลงมาในสิ่งทดลองที่ 6 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5% ร่วมกับปุ๋ยเคมี คือ 1.12 กรัม ส่วนในสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ให้น้ำหนักแห้งต่ำที่สุด คือ 0.63 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเติบโตของคะน้า พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7% ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีความแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 2 3 4 5 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ให้ความสูงของต้นเฉลี่ย 15.27 เซนติเมตร ความยาวของใบเฉลี่ย 22.40 เซนติเมตร ความกว้างของใบเฉลี่ย 11.55 เซนติเมตร ทำให้คะน้ามีการเติบโตสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ และเมื่อทำการเก็บเกี่ยวคะน้าได้ผลผลิต น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 41.01 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.29 กรัม ซึ่งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยในภาพรวมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะใช้ระยะเวลานานจึงจะเห็นผลเกษตรกรจึงควรทำความเข้าใจข้อดี ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์ และพืชที่ใช้สำหรับปลูก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ควรมีการส่งเสริมการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อยไปทดลองกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ต่อไป โดยการทำวิจัยควรทำการทดลองโดยใช้แปลงปลูกจริง

5.2.2. ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตที่ดีที่สุด แต่หากเกษตรกรบางกลุ่มต้องการผลิตพืชผักอินทรีย์การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อยถือว่าเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวให้ผลใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมี

5.2.3. เกษตรกรควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยก่อนการปลูกคะน้า เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่คะน้าและช่วยปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ต้องใช้ระยะเวลานานในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. **การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย (Composting)**. สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย**. สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับเกษตรกร)**. ครั้งที่พิมพ์ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กลุ่มงานชีววิถีเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. 2546. **ชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนสู่เศรษฐกิจพอเพียง**. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

เกษม สร้อยทอง. 2534. **การแยกเชื้อราในดินและการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส.** วารสารแก่นเกษตร 19 : 218-225.

งานพัฒนาที่ดิน. 2556. **การปรับปรุงบำรุงดิน การป้องกันโรคและแมลงโดยชีววิธี.** จันทบุรี. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

ทัศนีย์ แก้วมรกฎ. 2557. **“การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหอมแดง กระดูกโคเผาป่น และมูลแพะ”**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2553. **รู้จักดิน รู้จักปุ๋ย**. กรุงเทพฯ. กองทุนปุ๋ยสั่งตัด เพื่อชีวิตที่ดีขึ้นมูลนิธิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ แก้วมรกฎ. 2557. **“การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหอมแดง กระดูกโคเผาป่น และมูลแพะ”**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2542. **ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพ**. เพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีธรรมชาติ. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2559. **เรื่องควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์**. เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

นันทวัน ฤทธิ์เดช. 2556. **"ข้อพิจารณาก่อนทำปุ๋ยหมัก"**. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 41 ฉบับที่ 3 : 295-606.

บัญชา รัตนีทู. 2555. **"ปุ๋ยอินทรีย์กับการปรับปรุงดินเสื่อมคุณภาพ"**. ว.มหาวิทยาลัยนราธิวาสราช-นครินทร์.

บัญชา รัตนีทู. 2552. **"ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน"**. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 : 1-16.

ปานชีวัน ปอนพังงา และคณะ. 2557. **"การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงดินลูกรังและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวาน"**. วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

"ประกาศกรมวิชาการเกษตร" (2555, 4 มกราคม) ราชกิจจานุเบกษาฉบับกฤษฎีกา เล่มที่ 129 ตอนที่ 59 ฉบับพิเศษ หน้า 12-13.

ปริญญาวดี ตรีตนทิพย์, ยุทธนา เขาสุเมรุ และนภา ขันสุภา. 2551. **การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกในการผลิตข้าวโพดหวานอย่างยั่งยืน.** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ปราโมท ทิมขำ. 2549. **อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปิโยรส เมธาลักษณ์. 2547. **ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea* L.) พันธุ์อาร์เอส 1 และสมบัติบางประการของดิน**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2559. **"การหมักปุ๋ยจากกากชานอ้อยและการอัดเม็ด"**. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิทยากร ลิ่มทอง และเสียงแจ๋ว พิริยพฤณต์. 2537. **จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและประโยชน์บางประการในการกองปุ๋ยหมัก**. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. หน้า 63-74. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน.

พิทยากร ลิ่มทอง และเสียงแจ๋ว พิริยพฤณต์. 2540. **การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงบำรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ.** แคนคิดมีเดีย จำกัด, นนทบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

"พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518" (2518, 29 มีนาคม) ราชกิจจานุเบกษาฉบับกฤษฎีกา เล่มที่ 92 ตอนที่ 5 ฉบับพิเศษ หน้า 29/9.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ. 2554. **"การศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดเพื่อการผลิตข้าวต้นทุนต่ำ"**. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 19 ฉบับที่ 3. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เรวัตร จินดาเจี่ย และคณะ. 2557. **"ศึกษาการผลิตผักอินทรีย์เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน"**. วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วธิดา คะนะแนม. 2552. ผลของมูลไก่ กากตะกอนดีแคนเตอร์ และดินแดงในการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิทยา สุริยาภณานนท์. 2524. **ดินผสมพืชสวน**. ข่าวสารการเกษตร. 26(4).

สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกูล ประเสริฐ. 2559. **"ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า"**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์. โครงการบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เสาวลักษณ์ และคณะ. 2558" **การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของข้าวโพดหวาน พันธุ์ไฮบริกซ์ 53 อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่**. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ : 32. คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สุทิน ทวยหาญ. 2556. อิทธิพลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของคะน้า. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สายชล พรมีอยู่. 2555. **ผลการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลวัวหมัก และปุ๋ยเคมีต่อการผลิตผักบุ้งจีน**. เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรเกษตร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุนิสา ประไพตระกูล. 2551. **คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรพืชตระกูลกะหล่ำ (คะน้า, ผักกาดกวางตุ้ง)**. กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร.

สกล ศรีวัณโณ. 2549. **ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนต่อสมบัติดินและผลผลิตของผักคะน้าที่ปลูกในชุดดินบางเขน**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2546. **ดินและปุ๋ย**. เล่มที่ 18 / เรื่องที่ 8 ดินและปุ๋ย / สำหรับเด็กระดับกลาง.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. **ผักกินใบ**. สำนักพิมพ์เกษตรสยามบุ๊ค, กรุงเทพฯ.

อภิรักษ์ วิภาวิน. 2549. **"อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า".** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. โครงการบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2555. **"การปลูกพืชในวัสดุปลูก"**. ภาคปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรประภา อนุกูลประเสริฐ และคณะ. 2558. **"ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยเคมี และการใช้ร่วมกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักบุ้งจีน"**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 23 ฉบับที่ 6 (ฉบับพิเศษ) 2558.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. **"ขยะหอม" ปุ๋ยชั้นดีจากขยะ ในครัวท่าน: กรณีความสำเร็จในการจัดการมลพิษ ของประเทศไทย**. กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. [Online] Available: https:// goo.gl/bFgTEH. , 20 สิงหาคม 2558.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. **ปุ๋ยอินทรีย์**. [Online] Available : http://www.servicelink .doae.go .th/webpage/book%20PDF/soil/s017.pdf., 20 สิงหาคม 2558.

กรมพัฒนาที่ดิน. **การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งซุปเปอร์ พด.1.** [Online] Available : http://www. Ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_13.pdf., 20 สิงหาคม 2558.

กรมพัฒนาที่ดิน. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย. [Online] Available : http://osl101.ldd.go.th/easysoils/s_ fertilizer.htm., 20 สิงหาคม 2558.

นันทวัน ฤทธิ์เดช. 2556. **ข้อพิจารณาก่อนทำปุ๋ยหมัก**. [Online] Available :http://scijournal. kku.ac.th /files/Vol_41_No_3_P_595-606.pdf., 20 สิงหาคม 2558.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **ปุ๋ยหมัก**. [Online] Available : http://www .ldd.go.th/menu_Dataonline/A02.pdf., 20 สิงหาคม 2558.

สุนิสา ประไพตระกูล. 2551. **พืชตระกูลกะหล่ำ (คะน้า, ผักกาดกวางตุ้ง)**. [Online] Available: http: //ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/content/article/8 0 5 ., 20 สิงหาคม 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Gupta, A.P., and R. Laik. **Periodical Mineralization of Nitrogen under FYM Amendedsoil**. pp. 16-30. World Congress of soil Science. Queen Sirikit National Convention Center 14-21 August 2002, Thailand, 2002.

Huang, G.F.,Wong, J. W. C., Wu, Q. T. and Nagar, B. B. 2004. **Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust**. Waste. 24:805-813.

Jonathan, W.C.W. and Min, F. 2000. **Effects of lime addition on sewagesludge composting procrss**. Water. Res. 15: 3691-3698.

Krissana Boonsiri, et. al. 2009. Effect of granular organic fertilizers on growth and yield of Pak Choi and Rice cv. Phitsanulok. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**. 60 (2), 160-163.

Liang, C., Das,K. C. and McClendon, R. W. 2003. **The influence of temperature and moisture contents regimes on aerobic microbial activity of a biosolids composting blend Bioresource**. Technol. 84 : 131-137.

Mawahib E. M. ElNour, Elfadil, A. G., Manal, F. A , BadrEldin A. E. Saeed. 2015. **Effects of Banana Compost on Growth, Development and Productivity of Sorghum bicolor Cultivar.** Journal of advances in biology. 2 : 1555-1561.

Morgan, W. and D. Midmore. 2003. **Chinese Broccoli in Southern Australia**. Rural Industries Research & Development Corporation. Canberra.

Pratap Naikwade. 2014. **Effect of litter compost on yield and nutrient content of Zea Mays L. .** Journal of advances in biology. 4 : 79-84.

Stewart, J. C., and Jocelyn, B. P. 1981. **Factors influencing the production of cellulose by *Aspergillusferigatus* (Fresenius)**. J. Gen Microbiol 125:33-39.

Tiquia, S.M., Tam, N, Y. and Hodgkiss, J. J. 1998. **Change in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents**. Ecosyst. Environ. 67 :79-89.

Tom, L. R., Hamelers, H. V. M.(Bert)., Adrie, V. and Tiago, S. 2002. **Moisture relationship in composting processes**. Compost. Sci. Util. 10 : 286-302.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Zahangir, A., Nurdina, M. and Mohd, E. M. 2005. **Production of cellulose from oil palm biomass as substrate by solid atate bioconversion**. Am. J. Applied Sci. 2 : 569-572.

Zhuravel, B.N. and Y.F. Ivashko. 1978. Fertilizer Effect on Kale Yield and Quality. **Soil sci.** J. 22. 72-77.

Hogg, D., Barth, Favoino, E., Centemero, M., Caimi, V., Amiinger, F., Devliegher, W., Brinton, W. and Antler, S. 2002. **Comparison of compost standards within the EU, North America and Australasia**. Online] Available : http://www.CompostingVermont.org/pdf/WRAP_Comparison_of_Compost_Standards_2002.pdf. [Accessed September 5, 2017].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ดิน

ภาคผนวก ข การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดจากกากชานอ้อย

ภาคผนวก ค การเติบโตของคะน้า

ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

ภาคผนวก จ ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์จากกากชานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพัฒนาวิชาการดิน-ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
SOIL-FERTILIZER-ENVIRONMENT SCIENTIFIC DEVELOPMENT PROJECT.
DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE, FACULTY OF AGRICULTURE, KASETSART UNIVERSITY
Tel. 0-2942-8104-5, 0-2561-4670 Fax: 0-2942-8106

แผ่นที่ 1
Sheet NO.

ตัวอย่างของ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
Sample submitted by :
ตัวอย่างจาก : ตำบล ฉลองกรุง
อำเภอ ลาดกระบัง
จังหวัด กรุงเทพมหานคร

เลขที่ใบเสร็จ : 3907/0053
วันที่เสนอรายงาน : 27 /07/2559
Date of report :
วันที่ส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ : 21/06/2559
Date of sample submitted :
ผู้ควบคุมตรวจสอบผลการวิเคราะห์
ดร.รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

รายงานผลวิเคราะห์เลขที่ F.78 ชนิดตัวอย่าง : ปุ๋ยอินทรีย์ (กากขานอ้อย)

รายการวิเคราะห์	ค่าวิเคราะห์
pH	7.40
EC ($dS\ m^{-1}$)	2.29
O.M (%)	31.44
Total N (%)	1.73
Total P_2O_5 (%)	3.76
Total K_2O (%)	1.71
C/N ratio	10.54
การย่อยสลายปุ๋ยอินทรีย์ (%)	91.55

(ผศ.ดร. เสาวนุช ถาวรพฤกษ์)
หัวหน้าโครงการพัฒนาวิชาการ
ดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดจากกากซานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 การเตรียมวัสดุและส่วนผสมที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดจากกากชานอ้อย

ปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อย

น้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็ม

ขี้เถ้าชานอ้อย

กากน้ำตาล

รำละเอียด

โดโลไมท์ผง

ภาคผนวก ข.1 วัสดุและส่วนผสมสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 นำปุ๋ยหมักมาบด และร่อน จากนั้นผสมกับโดโลไมท์ผง ผสมให้เข้ากันเติมรำละเอียดและขี้เถ้าชานอ้อย เพื่อให้ปุ๋ยก่อตัวเป็นเม็ดมากขึ้นถ้าส่วนผสมร่วนเกินไปเติมน้ำลงไปเล็กน้อยแต่อย่าให้มากเกินไป (ตรวจสอบโดยใช้มือปั้นส่วนผสม ถ้าส่วนผสมเกาะเป็นก้อนไม่แตก และไม่มีน้ำไหลออกแสดงว่ามีความชื้นพอดี นำไปเข้าเครื่องอัดเม็ด)

ภาคผนวก ข.2 ผสมปุ๋ยหมักจากกากชานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 นำส่วนผสมไปเข้าเครื่องอัดเม็ด โดยใช้เครื่องอัดเม็ดแบบแท่ง นำปุ๋ยที่อัดเม็ดแล้วไปตากในที่ร่มจนแห้ง จากนั้นนำไปบรรจุกระสอบโดยลักษณะของปุ๋ยที่ได้จะเป็นท่อนกลม สีดำเทา

ภาคผนวก ข.3 การทำปุ๋ยหมักอัดเม็ดจากกากซานอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 เตรียมวัสดุอุปกรณ์การปลูก โดยผสมวัสดุปลูกที่มีทรายหยาบเป็นวัสดุปลูกหลักตามอัตราส่วนที่กำหนด และหว่านเมล็ด

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย

ทรายหยาบ

ภาคผนวก ข.4 การเตรียมวัสดุสำหรับปลูกคะน้า

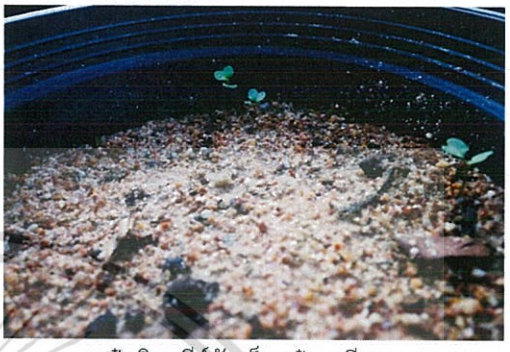
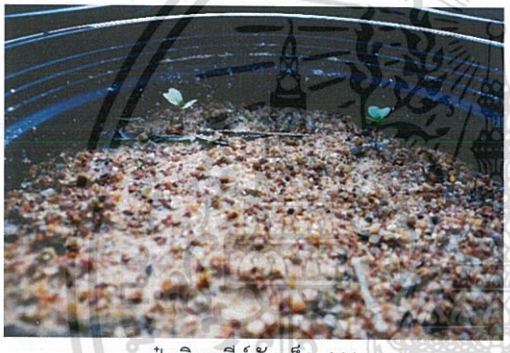
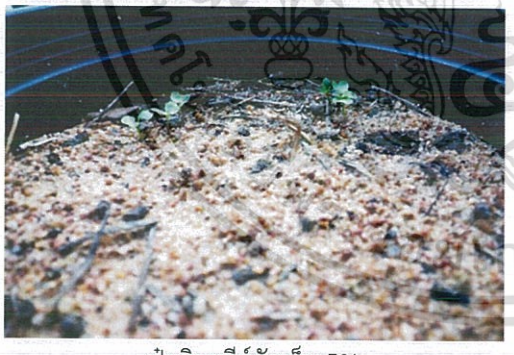
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การเติบโตของคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลการเติบโตของคะน้าที่ช่วงอายุ 7 14 21 28 35 และ 42 วัน โดยวัดจากความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ

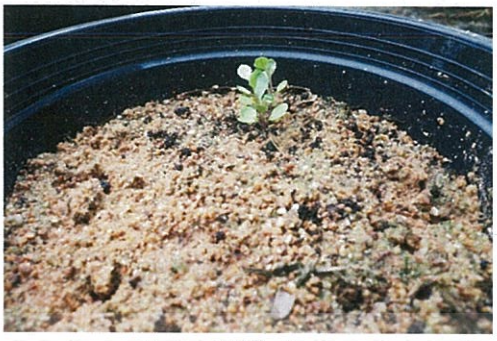
การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 7 วัน

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย+ปุ๋ยเคมี
	
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0%
	
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3%
	
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. 1 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 7 วัน

การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 14 วัน

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย+ปุ๋ยเคมี
	
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%

ภาคผนวก ค. 2 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 21 วัน

ภาคผนวก ค. 3 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 28 วัน

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย+ปุ๋ยเคมี
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%

ภาคผนวก ค. 4 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 35 วัน

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย+ปุ๋ยเคมี
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%

ภาคผนวก ค. 5 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 42 วัน

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย+ปุ๋ยเคมี
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%

ภาคผนวก ค. 6 การเก็บข้อมูลการเติบโตที่ช่วงอายุ 42 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. 7 ต้นคะน้าที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ที่ช่วงอายุ 42 วัน

ภาคผนวก ค. 8 ต้นคะน้าที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยที่ช่วงอายุ 42 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 0% ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 0% (Control)

ภาคผนวก ค. 9 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 3% ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3%

ภาคผนวก ค. 10 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 5%　　ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 5%

ภาคผนวก ค. 11 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 5%

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด+ปุ๋ยเคมี 7%　　ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 7%

ภาคผนวก ค. 12 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี 7%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. 13 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 0% 3% 5% 7% ในระยะเก็บเกี่ยว 45 วัน

ภาคผนวก ค. 14 การเติบโตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อยในอัตรา 0% 3% 5% 7% ในระยะเก็บเกี่ยว 45 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ง 1. อุปกรณ์

ง 1.1 ตู้อบลมร้อน

ง 1.2 โถดูดความชื้น

ง 1.3 ภาชนะอะลูมิเนียม

ง 1.4 เครื่องชั่งเครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ง 2. วิธีการ

ง 2.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไปฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

ง 2.2 ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จน ได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

ง 2.3 ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง

ง 2.4 อบซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

ง 3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 0%
ปริมาณความชื้น 7.27%

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 3%
ปริมาณความชื้น 8.12%

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 5%
ปริมาณความชื้น 9.19%

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากกากชานอ้อย 7%
ปริมาณความชื้น 10.67%

ภาพผนวก ง.1 ความชื้นของดินที่ส่งผลต่อสีของวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์การเติบโตของคะน้าด้านความสูงของต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ และผลผลิตในรูปของน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของต้นด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งมีข้อมูล ดังนี้

ฉ 1. ข้อมูลด้านความสูงของต้น

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7025	.24171	.12086	1.3179	2.0871	1.50	1.98
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	2.3100	.02449	.01225	2.2710	2.3490	2.28	2.33
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	3.1025	.03775	.01887	3.0424	3.1626	3.05	3.13
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	4.1850	.09000	.04500	4.0418	4.3282	4.05	4.23
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	5.4450	.01000	.00500	5.4291	5.4609	5.43	5.45
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	6.9300	.00000	.00000	6.9300	6.9300	6.93	6.93
	Total	24	3.9458	1.85008	.37765	3.1646	4.7271	1.50	6.93
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.1400	.12832	.06416	1.9358	2.3442	1.95	2.23
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	3.2850	.11446	.05723	3.1029	3.4671	3.15	3.43
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	4.3375	.07500	.03750	4.2182	4.4568	4.30	4.45
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	6.4500	.30000	.15000	5.9726	6.9274	6.00	6.60
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	7.6350	.06137	.03069	7.5373	7.7327	7.55	7.68
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	8.6300	.26771	.13385	8.2040	9.0560	8.23	8.78
	Total	24	5.4129	2.39237	.48834	4.4027	6.4231	1.95	8.78
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.7075	.16601	.06300	2.4433	2.9717	2.50	2.90
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	4.7100	.09626	.04813	4.5568	4.8632	4.60	4.83
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	6.2475	.19294	.09647	5.9405	6.5545	5.98	6.43
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	7.3475	.06500	.03250	7.2441	7.4509	7.25	7.38
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	10.7750	.05000	.02500	10.6954	10.8546	10.70	10.80
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	12.5000	.08165	.04082	12.3701	12.6299	12.40	12.60
	Total	24	7.3812	3.44019	.70223	5.9286	8.8339	2.50	12.60
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	คะน้าอายุ 7 วัน	4	3.0850	.08021	.04010	2.9574	3.2126	3.03	3.20
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	5.7275	.10046	.05023	5.5677	5.8873	5.58	5.80
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	8.8700	.10456	.05228	8.7036	9.0364	8.73	8.95
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	9.9175	.12500	.06250	9.7186	10.1164	9.73	9.98
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	12.9000	.00000	.00000	12.9000	12.9000	12.90	12.90
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	13.9750	.05000	.02500	13.8954	14.0546	13.90	14.00
	Total	24	9.0792	3.87887	.79177	7.4413	10.7171	3.03	14.00
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.8450	.04203	.02102	1.7781	1.9119	1.80	1.90
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	2.3750	.29861	.14930	1.8998	2.8502	2.00	2.70
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	4.8250	.53774	.26887	3.9693	5.6807	4.30	5.50
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	6.8250	.66521	.33260	5.7665	7.8835	6.00	7.50
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	9.1000	.18257	.09129	8.8095	9.3905	8.90	9.30
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	10.8500	.31091	.15546	10.3553	11.3447	10.50	11.20
	Total	24	5.9700	3.39584	.69317	4.5361	7.4039	1.80	11.20
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.3025	.03775	.01887	2.2424	2.3626	2.25	2.33
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	3.5025	.28242	.14121	3.0531	3.9519	3.20	3.88
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	5.8025	.67756	.33878	4.7243	6.8807	5.00	6.48
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	7.8275	.45103	.22551	7.1098	8.5452	7.20	8.18
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	10.0250	.72744	.36372	8.8675	11.1825	9.30	10.70
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	13.1250	.26300	.13150	12.7065	13.5435	12.90	13.50
	Total	24	7.0975	3.82289	.78035	5.4832	8.7118	2.25	13.50
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.9200	.24886	.12443	2.5240	3.3160	2.55	3.08
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	4.6575	.13985	.06993	4.4350	4.8800	4.45	4.75
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	6.8400	.03367	.01683	6.7864	6.8936	6.80	6.88
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	10.3975	1.06937	.53469	8.6959	12.0991	9.83	12.00
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	12.3000	.08165	.04082	12.1701	12.4299	12.20	12.40
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	14.5750	.26300	.13150	14.1565	14.9935	14.20	14.80
	Total	24	8.6150	4.26309	.87020	6.8149	10.4151	2.55	14.80
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	คะน้าอายุ 7 วัน	4	3.1850	.14177	.07089	2.9594	3.4106	2.98	3.28
	คะน้าอายุ 14 วัน	4	6.1025	.02062	.01031	6.0697	6.1353	6.08	6.13
	คะน้าอายุ 21 วัน	4	9.7975	.15882	.07941	9.5448	10.0502	9.65	9.98
	คะน้าอายุ 28 วัน	4	12.6500	.12910	.06455	12.4446	12.8554	12.50	12.80
	คะน้าอายุ 35 วัน	4	14.2500	.30000	.15000	13.7726	14.7274	14.10	14.70
	คะน้าอายุ 42 วัน	4	15.2750	.32016	.16008	14.7656	15.7844	15.00	15.60
	Total	24	10.2100	4.46266	.91094	8.3256	12.0944	2.98	15.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	22.284	5	18	.000
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	2.664	5	18	.057
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	1.268	5	18	.320
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	2.356	5	18	.082
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	4.836	5	18	.006
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	7.303	5	18	.001
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	6.024	5	18	.002
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	5.995	5	18	.002

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	Between Groups	78.519	5	15.704	1372.503	.000
	Within Groups	.206	18	.011		
	Total	78.725	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	Between Groups	131.037	5	26.207	783.775	.000
	Within Groups	.602	18	.033		
	Total	131.639	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	Between Groups	271.941	5	54.388	3731.961	.000
	Within Groups	.262	18	.015		
	Total	272.203	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	Between Groups	345.913	5	69.183	9106.298	.000
	Within Groups	.137	18	.008		
	Total	346.050	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	Between Groups	262.372	5	52.474	330.513	.000
	Within Groups	2.858	18	.159		
	Total	265.230	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	Between Groups	332.108	5	66.422	296.959	.000
	Within Groups	4.026	18	.224		
	Total	336.134	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	Between Groups	414.094	5	82.819	381.649	.000
	Within Groups	3.906	18	.217		
	Total	418.000	23			
ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	Between Groups	457.287	5	91.457	2152.643	.000
	Within Groups	.765	18	.042		
	Total	458.052	23			

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7025					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		2.3100				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			3.1025			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				4.1850		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					5.4450	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						6.9300
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.8450				
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	2.3750				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4		4.8250			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4			6.8250		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4				9.1000	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4					10.8500
	Sig.		.076	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.1400					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		3.2850				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			4.3375			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				6.4500		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					7.6350	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						8.6300
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.3025					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		3.5025				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			5.8025			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				7.8275		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					10.0250	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						13.1250
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.7075					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		4.7100				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			6.2475			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				7.3475		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					10.7750	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						12.5000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	2.9200					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		4.6575				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			6.8400			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				10.3975		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					12.3000	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						14.5750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	3.0850					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		5.7275				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			8.8700			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				9.9175		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					12.9000	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						13.9750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเดมี่

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	3.1850					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		6.1025				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			9.7975			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				12.6500		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					14.2500	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						15.2750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ฉ 2. ข้อมูลด้านความยาวของใบ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2000	.04082	.02041	1.1350	1.2650	1.15	1.25
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	3.0275	.12553	.06277	2.8278	3.2272	2.85	3.13
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	4.5650	.16523	.08261	4.3021	4.8279	4.35	4.73
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	7.2950	.01000	.00500	7.2791	7.3109	7.28	7.30
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	8.9325	.07890	.03945	8.8070	9.0580	8.85	9.00
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	10.2500	.10000	.05000	10.0909	10.4091	10.10	10.30
	Total	24	5.8783	3.28980	.67153	4.4892	7.2675	1.15	10.30
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4000	.04082	.02041	1.3350	1.4650	1.35	1.45
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	4.0150	.04435	.02217	3.9444	4.0856	3.95	4.05
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	5.0650	.05447	.02723	4.9783	5.1517	5.00	5.13
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	8.0825	.13500	.06750	7.8677	8.2973	7.88	8.15
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	10.1200	.10456	.05228	9.9536	10.2864	9.98	10.20
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	11.8750	.25000	.12500	11.4772	12.2728	11.50	12.00
	Total	24	6.7596	3.69284	.75380	5.2002	8.3189	1.35	12.00
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.6175	.17500	.08750	1.3390	1.8960	1.53	1.88
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	5.0325	.05679	.02839	4.9421	5.1229	4.95	5.08
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	7.1500	.04082	.02041	7.0850	7.2150	7.10	7.20
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	11.9500	.30000	.15000	11.4726	12.4274	11.50	12.10
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	13.3500	.10000	.05000	13.1909	13.5091	13.30	13.50
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	15.6500	.10000	.05000	15.4909	15.8091	15.50	15.70
	Total	24	9.1250	5.03082	1.02691	7.0007	11.2493	1.53	15.70
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7650	.19740	.09870	1.4509	2.0791	1.60	2.03
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	6.0950	.03317	.01658	6.0422	6.1478	6.05	6.13
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	9.1700	.04000	.02000	9.1064	9.2336	9.15	9.23
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	12.9750	.20616	.10308	12.6470	13.3030	12.70	13.20
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	15.2500	.36968	.18484	14.6617	15.8383	15.00	15.80
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	17.7500	.05774	.02887	17.6581	17.8419	17.70	17.80
	Total	24	10.5008	5.57778	1.13856	8.1455	12.8561	1.60	17.80
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเดมี่	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2475	.03948	.01974	1.1847	1.3103	1.20	1.28
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	4.7350	.08813	.04406	4.5948	4.8752	4.63	4.83
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	7.0350	.03317	.01658	6.9822	7.0878	7.00	7.08
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	11.1250	.55000	.27500	10.2498	12.0002	10.40	11.60
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	13.2500	.05774	.02887	13.1581	13.3419	13.20	13.30
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	15.1750	.25000	.12500	14.7772	15.5728	14.90	15.50
	Total	24	8.7612	4.98351	1.01726	6.6569	10.8656	1.20	15.50
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเดมี่	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4575	.04349	.02175	1.3883	1.5267	1.40	1.50
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	5.6325	.03948	.01974	5.5697	5.6953	5.60	5.68
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	7.1900	.06164	.03082	7.0919	7.2881	7.15	7.28
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	12.0500	.12910	.06455	11.8446	12.2554	11.90	12.20
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	14.0250	.09574	.04787	13.8727	14.1773	13.90	14.10
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	17.5750	.26300	.13150	17.1565	17.9935	17.20	17.80
	Total	24	9.6550	5.54965	1.13282	7.3116	11.9984	1.40	17.80
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเดมี่	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.5625	.02500	.01250	1.5227	1.6023	1.55	1.60
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	7.8325	.04717	.02358	7.7574	7.9076	7.80	7.90
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	10.1000	.08165	.04082	9.9701	10.2299	10.00	10.20
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	14.0000	.00000	.00000	14.0000	14.0000	14.00	14.00
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	16.1250	.41932	.20966	15.4578	16.7922	15.70	16.70
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	19.7500	1.86458	.93229	16.7830	22.7170	18.50	22.50
	Total	24	11.5617	6.08049	1.24118	8.9941	14.1292	1.55	22.50
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเดมี่	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7250	.09574	.04787	1.5727	1.8773	1.65	1.85
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	9.4075	.08098	.04049	9.2786	9.5364	9.33	9.50
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	13.0500	.10000	.05000	12.8909	13.2091	13.00	13.20
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	17.1000	.18257	.09129	16.8095	17.3905	16.90	17.30
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	19.1500	.17321	.08660	18.8744	19.4256	19.00	19.30
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	22.4000	1.65328	.82664	19.7693	25.0307	21.10	24.70
	Total	24	13.8054	6.99389	1.42760	10.8522	16.7586	1.65	24.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์เชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	2.892	5	18	.044
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	3.649	5	18	.019
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	3.482	5	18	.022
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	3.603	5	18	.020
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	6.771	5	18	.001
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	2.929	5	18	.042
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	6.824	5	18	.001
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	5.898	5	18	.002

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	Between Groups	248.741	5	49.748	4889.258	.000
	Within Groups	.183	18	.010		
	Total	248.924	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	Between Groups	313.358	5	62.672	3826.948	.000
	Within Groups	.295	18	.016		
	Total	313.653	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	Between Groups	581.674	5	116.335	4796.766	.000
	Within Groups	.437	18	.024		
	Total	582.111	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	Between Groups	714.895	5	142.979	3826.948	.000
	Within Groups	.673	18	.037		
	Total	715.568	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	Between Groups	570.078	5	114.016	1806.147	.000
	Within Groups	1.136	18	.063		
	Total	571.214	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	Between Groups	708.060	5	141.612	8309.754	.000
	Within Groups	.307	18	.017		
	Total	708.367	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	Between Groups	839.379	5	167.876	275.055	.000
	Within Groups	10.986	18	.610		
	Total	850.365	23			
ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	Between Groups	1116.538	5	223.308	474.720	.000
	Within Groups	8.467	18	.470		
	Total	1125.005	23			

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2475					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		4.7350				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			7.0350			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				11.1250		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					13.2500	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						15.1750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2000					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		3.0275				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			4.5650			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				7.2950		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					8.9325	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						10.2500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4000					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		4.0150				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			5.0650			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				8.0825		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					10.1200	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						11.8750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4575					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		5.6325				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			7.1900			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				12.0500		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					14.0250	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						17.5750
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.6175					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		5.0325				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			7.1500			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				11.9500		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					13.3500	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						15.6500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7650					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		6.0950				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			9.1700			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				12.9750		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					15.2500	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						17.7500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.5625					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		7.8325				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			10.1000			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				14.0000		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					16.1250	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						19.7500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.7250					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		9.4075				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			13.0500			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				17.1000		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					19.1500	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						22.4000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ฉ 3. ข้อมูลด้านความกว้างของใบ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1 control	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.1250	.02887	.01443	1.0791	1.1709	1.10	1.15
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	1.3600	.07703	.03851	1.2374	1.4826	1.25	1.43
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	1.7225	.05377	.02689	1.6369	1.8081	1.65	1.78
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	2.1000	.00000	.00000	2.1000	2.1000	2.10	2.10
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	3.4750	.05000	.02500	3.3954	3.5546	3.40	3.50
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	5.2975	.06500	.03250	5.1941	5.4009	5.20	5.33
	Total	24	2.5133	1.48866	.30387	1.8847	3.1419	1.10	5.33
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2650	.01732	.00866	1.2374	1.2926	1.25	1.28
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	1.8925	.04787	.02394	1.8163	1.9687	1.83	1.93
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	2.8325	.28791	.14395	2.3744	3.2906	2.60	3.25
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	3.2700	.16000	.08000	3.0154	3.5246	3.03	3.35
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	4.5475	.10905	.05452	4.3740	4.7210	4.40	4.63
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	7.4825	.13500	.06750	7.2677	7.6973	7.28	7.55
	Total	24	3.5483	2.09044	.42671	2.6656	4.4310	1.25	7.55
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4150	.11387	.05694	1.2338	1.5962	1.33	1.58
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	2.7725	.11786	.05893	2.5850	2.9600	2.65	2.93
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	3.3975	.06500	.03250	3.2941	3.5009	3.30	3.43
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	5.4175	.22500	.11250	5.0595	5.7755	5.08	5.53
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	6.5050	.15000	.07500	6.2663	6.7437	6.28	6.58
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	8.9400	.62913	.31456	7.9389	9.9411	8.28	9.55
	Total	24	4.7413	2.58148	.52694	3.6512	5.8313	1.33	9.55
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.3925	.06292	.03146	1.2924	1.4926	1.33	1.48
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	3.0100	.02449	.01225	2.9710	3.0490	2.98	3.03
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	4.3975	.13865	.06933	4.1769	4.6181	4.28	4.55
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	6.2925	.02500	.01250	6.2527	6.3323	6.28	6.33
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	7.8250	.05000	.02500	7.7454	7.9046	7.75	7.85
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	11.2000	.24495	.12247	10.8102	11.5898	10.90	11.40
	Total	24	5.6863	3.30133	.67388	4.2922	7.0803	1.33	11.40
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.1200	.02449	.01225	1.0810	1.1590	1.10	1.15
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	1.4825	.06994	.03497	1.3712	1.5938	1.40	1.55
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	2.2150	.01732	.00866	2.1874	2.2426	2.20	2.23
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	3.5650	.29092	.14546	3.1021	4.0279	3.18	3.80
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	5.4150	.01732	.00866	5.3874	5.4426	5.40	5.43
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	7.5525	.15735	.07867	7.3021	7.8029	7.33	7.70
	Total	24	3.5583	2.34229	.47812	2.5693	4.5474	1.10	7.70
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2575	.01500	.00750	1.2336	1.2814	1.25	1.28
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	2.6300	.08165	.04082	2.5001	2.7599	2.53	2.73
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	2.7775	.05252	.02626	2.6939	2.8611	2.73	2.85
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	4.1950	.50342	.25171	3.3939	4.9961	3.93	4.95
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	5.7275	.10996	.05498	5.5525	5.9025	5.60	5.85
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	8.9125	.22500	.11250	8.5545	9.2705	8.60	9.10
	Total	24	4.2500	2.56793	.52418	3.1657	5.3343	1.25	9.10
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.3450	.01000	.00500	1.3291	1.3609	1.33	1.35
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	3.0850	.04203	.02102	3.0181	3.1519	3.03	3.13
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	4.3400	.81351	.40676	3.0455	5.6345	3.13	4.85
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	5.2450	.47480	.23740	4.4895	6.0005	4.55	5.55
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	6.7350	.39213	.19607	6.1110	7.3590	6.15	6.98
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	9.5525	.12285	.06142	9.3570	9.7480	9.45	9.73
	Total	24	5.0504	2.70380	.55191	3.9087	6.1921	1.33	9.73
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4725	.07890	.03945	1.3470	1.5980	1.40	1.58
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4	3.3650	.12503	.06252	3.1660	3.5640	3.28	3.55
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4	5.8800	.07071	.03536	5.7675	5.9925	5.83	5.98
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4	7.6950	.07141	.03571	7.5814	7.8086	7.65	7.80
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4	9.3600	.26696	.13348	8.9352	9.7848	9.15	9.73
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4	11.5500	.30000	.15000	11.0726	12.0274	11.20	11.80
	Total	24	6.5538	3.50716	.71590	5.0728	8.0347	1.40	11.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	1.945	5	18	.137
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	2.889	5	18	.044
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	18.936	5	18	.000
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	12.805	5	18	.000
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	6.354	5	18	.001
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	5.235	5	18	.004
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	4.541	5	18	.007
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	4.825	5	18	.006

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control	Between Groups	50.921	5	10.184	3729.731	.000
	Within Groups	.049	18	.003		
	Total	50.970	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3	Between Groups	100.085	5	20.017	850.582	.000
	Within Groups	.424	18	.024		
	Total	100.509	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5	Between Groups	151.773	5	30.355	364.249	.000
	Within Groups	1.500	18	.083		
	Total	153.273	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7	Between Groups	250.411	5	50.082	3457.586	.000
	Within Groups	.261	18	.014		
	Total	250.672	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี	Between Groups	125.839	5	25.168	1307.606	.000
	Within Groups	.346	18	.019		
	Total	126.185	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี	Between Groups	150.691	5	30.138	555.030	.000
	Within Groups	.977	18	.054		
	Total	151.668	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี	Between Groups	164.968	5	32.994	187.117	.000
	Within Groups	3.174	18	.176		
	Total	168.142	23			
ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเคมี	Between Groups	282.325	5	56.465	1753.343	.000
	Within Groups	.580	18	.032		
	Total	282.904	23			

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่1control

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะไคร้อายุ 7 วัน	4	1.1250					
	ตะไคร้อายุ 14 วัน	4		1.3600				
	ตะไคร้อายุ 21 วัน	4			1.7225			
	ตะไคร้อายุ 28 วัน	4				2.1000		
	ตะไคร้อายุ 35 วัน	4					3.4750	
	ตะไคร้อายุ 42 วัน	4						5.2975
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่2ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.1200					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		1.4825				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			2.2150			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				3.5650		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					5.4150	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						7.5525
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่3

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2650					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		1.8925				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			2.8325			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				3.2700		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					4.5475	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						7.4825
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่4ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.2575				
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		2.6300			
	คะน้าอายุ 21 วัน	4		2.7775			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4			4.1950		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4				5.7275	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4					8.9125
	Sig.		1.000	.383	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่5

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4150					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		2.7725				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			3.3975			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				5.4175		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					6.5050	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						8.9400
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่6ร่วมเคมี

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	คะน้าอายุ 7 วัน	4	1.3450					
	คะน้าอายุ 14 วัน	4		3.0850				
	คะน้าอายุ 21 วัน	4			4.3400			
	คะน้าอายุ 28 วัน	4				5.2450		
	คะน้าอายุ 35 วัน	4					6.7350	
	คะน้าอายุ 42 วัน	4						9.5525
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่7

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.3925					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		3.0100				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			4.3975			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				6.2925		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					7.8250	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						11.2000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ความกว้างเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่8ร่วมเดมี่

	ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	N	Subset for alpha = 0.05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan[a]	ตะน้าอายุ 7 วัน	4	1.4725					
	ตะน้าอายุ 14 วัน	4		3.3650				
	ตะน้าอายุ 21 วัน	4			5.8800			
	ตะน้าอายุ 28 วัน	4				7.6950		
	ตะน้าอายุ 35 วัน	4					9.3600	
	ตะน้าอายุ 42 วัน	4						11.5500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ฉ 4. ข้อมูลน้ำหนักสด

Descriptives

น้ำหนักสดเฉลี่ย

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
สิ่งทดลองที่1 control	4	6.3737	1.61074	.80537	3.8107	8.9368	4.25	7.79
สิ่งทดลองที่3	4	9.1181	1.17211	.58606	7.2530	10.9832	7.79	10.27
สิ่งทดลองที่5	4	21.5219	4.71360	2.35680	14.0215	29.0223	16.30	27.64
สิ่งทดลองที่7	4	27.0144	5.14629	2.57314	18.8255	35.2033	21.26	31.53
Total	16	16.0070	9.39979	2.34995	10.9982	21.0158	4.25	31.53

Descriptives

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเดมี่

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
สิ่งทดลองที่2	4	11.6875	2.18431	1.09216	8.2118	15.1632	9.21	14.52
สิ่งทดลองที่4	4	22.2031	4.24780	2.12390	15.4439	28.9623	17.98	27.62
สิ่งทดลองที่6	4	30.1156	1.60964	.80482	27.5543	32.6769	28.35	32.24
สิ่งทดลองที่8	4	41.0131	4.86917	2.43458	33.2652	48.7611	34.37	45.00
Total	16	26.2548	11.52588	2.88147	20.1131	32.3966	9.21	45.00

Test of Homogeneity of Variances

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเดมี่

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.097	3	12	.154

ANOVA

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเดมี่

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1845.346	3	615.115	50.096	.000
Within Groups	147.344	12	12.279		
Total	1992.690	15			

Test of Homogeneity of Variances

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเดมี่

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.097	3	12	.154

ANOVA

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเดมี่

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1845.346	3	615.115	50.096	.000
Within Groups	147.344	12	12.279		
Total	1992.690	15			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสดเฉลี่ย

	สิ่งทดลองมูลอินทรีย์จากกากชาน้อย	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	สิ่งทดลองที่1 control	4	6.3737	
	สิ่งทดลองที่3	4	9.1181	
	สิ่งทดลองที่5	4		21.5219
	สิ่งทดลองที่7	4		27.0144
	Sig.		.306	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

น้ำหนักสดเฉลี่ยร่วมเคมี

	สิ่งทดลองมูลอินทรีย์จากกากชาน้อยร่วมเคมี	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	สิ่งทดลองที่2	4	11.6875			
	สิ่งทดลองที่4	4		22.2031		
	สิ่งทดลองที่6	4			30.1156	
	สิ่งทดลองที่8	4				41.0131
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ฉ 5. ข้อมูลน้ำหนักแห้ง

Descriptives

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
สิ่งทดลองที่1 control	4	.6325	.12462	.06231	.4342	.8308	.46	.76
สิ่งทดลองที่3	4	.8544	.14869	.07435	.6178	1.0910	.68	1.01
สิ่งทดลองที่5	4	1.0219	.04634	.02317	.9481	1.0956	.97	1.08
สิ่งทดลองที่7	4	1.0638	.07857	.03928	.9387	1.1888	.96	1.14
Total	16	.8931	.19972	.04993	.7867	.9996	.46	1.14

Descriptives

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยร่วมเคมี

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
สิ่งทดลองที่2	4	.9000	.25837	.12918	.4889	1.3111	.55	1.17
สิ่งทดลองที่4	4	.9181	.17448	.08724	.6405	1.1958	.68	1.08
สิ่งทดลองที่6	4	1.1263	.14208	.07104	.9002	1.3523	.96	1.26
สิ่งทดลองที่8	4	1.2981	.11213	.05606	1.1197	1.4765	1.19	1.41
Total	16	1.0606	.23340	.05835	.9363	1.1850	.55	1.41

Test of Homogeneity of Variances

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.072	3	12	.157

ANOVA

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.460	3	.153	13.359	.000
Within Groups	.138	12	.011		
Total	.598	15			

Test of Homogeneity of Variances

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยร่วมเคมี

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.520	3	12	.677

ANOVA

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยร่วมเคมี

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.427	3	.142	4.384	.027
Within Groups	.390	12	.032		
Total	.817	15			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

	สิ่งทดลองปุ๋ยอินทรีย์จากกากชาแอ๊อย	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	สิ่งทดลองที่1 control	4	.6325		
	สิ่งทดลองที่3	4		.8544	
	สิ่งทดลองที่5	4			1.0219
	สิ่งทดลองที่7	4			1.0638
	Sig.		1.000	1.000	.591

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยร่วมเคมี

	สิ่งทดลองปุ๋ยอินทรีย์จากกากชาแอ๊อยร่วมเคมี	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	สิ่งทดลองที่2	4	.9000	
	สิ่งทดลองที่4	4	.9181	
	สิ่งทดลองที่6	4	1.1263	1.1263
	สิ่งทดลองที่8	4		1.2981
	Sig.		.116	.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุภัทราภรณ์ เหลืองประเสริฐ
วัน-เดือน-ปีเกิด	14 กันยายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 75 หมู่ 1 ตำบลบางสวน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ครูผู้สอนรายวิชาการงานอาชีพ โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้