ประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า และผักกาดหอม

EFFICIENCY OF BIOGAS EFFLUENT FROM DURIAN SHELL AND SEED COMBINED WITH CHICKEN MANURE ON SOIL CHEMICAL PROPERTY, GROWTH AND NUTRIENT CONCENTRATIONS OF CHINESE KALE AND LETTUCE

วิทยานิพนธ์

ของ

สาธิต ฉายกระจ่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กุมภาพันธ์ 2564

ประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า และผักกาดหอม

EFFICIENCY OF BIOGAS EFFLUENT FROM DURIAN SHELL AND SEED COMBINED WITH CHICKEN MANURE ON SOIL CHEMICAL PROPERTY, GROWTH AND NUTRIENT CONCENTRATIONS OF CHINESE KALE AND LETTUCE

วิทยานิพนธ์

ของ

สาธิต ฉายกระจ่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กุมภาพันธ์ 2564

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักทำชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า และผักกาดหอม

Efficiency of Biogas Effluent from Durian Shell and Seed Combined with Chicken Manure on Soil Chemical Property, Growth and Nutrient Concentrations of Chinese Kale and Lettuce

สาธิต ชายตระจ่าง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา เวียงสมุทร)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวิทย์ รัชนี)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรนิยาครุ้ง สุวรรณรัตน์)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉลิมชัย ขิตร์ขารี)

วันที่ 25 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สาธิต ฉายกระจ่าง. (2564). **ประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า และผักกาดหอม.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ ประธานกรรมการ
Ph. D. (Bioresources Science)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรวิทย์ รัศมี กรรมการ
ปร.ด. (กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า และผักกาดหอม ดำเนินการทดลอง ณ อาคารวิจัยพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ [Completely Randomized Design (CRD)] จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง ได้แก่ น้ำเปล่า (T1), น้ำทิ้งความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ (T2), 50 เปอร์เซ็นต์ (T3), 75 เปอร์เซ็นต์ (T4), 100 เปอร์เซ็นต์ (T5) และปุ๋ยเคมี (T6) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ เส้นผ่าศูนย์กลางก้าน เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มการทดลองและวันสิ้นสุดการทดลอง เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมในดิน และเก็บตัวอย่างผักคะน้าและผักกาดหอมก่อนเริ่มการทดลองและวันสิ้นสุดการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมในผักคะน้าและผักกาดหอม มีผลการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่า pH ของดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีต่ำกว่าดินในสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่ดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่าดินในสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจนในดินของทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจากการได้รับน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินที่ได้รับน้ำเปล่า และปุ๋ยเคมี มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่าน้ำทิ้งทุกความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผลการเจริญเติบโตของผักคะน้า พบว่า ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น มีความสูง, จำนวนใบ, ความยาวใบ, ความกว้างใบ, เส้นผ่าศูนย์กลางก้าน, เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น, ปริมาณคลอโรฟิลล์ b และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีการเจริญเติบโตน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของผักคะน้าในทุกสิ่งทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การทดลองที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่า pH ของดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีต่ำกว่าดินในสิ่งทดลองอื่น ๆ ในขณะที่ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่าดินในสิ่งทดลองอื่น ๆ ในส่วนของปริมาณธาตุอาหาร พบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น มีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าดินที่ได้รับน้ำเปล่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสิ่งทดลองที่ได้รับน้ำเปล่า และน้ำทิ้งความเข้มข้น 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในด้านการเจริญเติบโต พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตในด้านความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ความกว้างทรงพุ่ม ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมไม่แตกต่างทางสถิติ ขณะที่ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

สรุปได้ว่า การปลูกผักคะน้าสามารถใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทดแทนปุ๋ยเคมีได้ แต่ในผักกาดหอมควรใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คำสำคัญ : น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ, การเจริญเติบโต, ผักคะน้า, ผักกาดหอม

Sathit Chaikachang. (2021). **Efficiency of Biogas Effluent from Durian Shell and Seed Combined with Chicken Manure on Soil Chemical Property, Growth and Nutrient Concentrations of Chinese Kale and Lettuce.** Thesis M.S. (Agricultural Technology). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Assistant Professor Dr. Wikanya Prathumyot — Chairman
Ph.D. (Bioresources Science)

Assistant Professor Dr. Watcharawit Rassami — Member
Ph.D. (Entomology and Environment)

Abstract

The objective of this research was to study the efficiency of biogas effluent from durian shell and seed combined with chicken manure on soil chemical property, growth and nutrient concentrations of Chinese kale and lettuce conducted at Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University. The experiments were carried out in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications. Six treatments consisted of water (control T1), four concentrations of biogas effluent 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4), 100% (T5) and chemical fertilizer (T6). The data of plant height, leaf number, leaf width, leaf length, branch diameter, stem diameter, total chlorophyll content, chlorophyll a content, chlorophyll b content, fresh weight and dry weight of plant were recorded. Soil sampling was done at the start and the end of the experiment for analyzing soil chemical property which consisted of soil pH, electrical conductivity (EC), nitrogen content, phosphorus content and potassium content in the soil. Plants were harvested as samples at the start and the end of the experiment to determine nitrogen content, phosphorus content and potassium content in Chinese kale and lettuce.

Experiment 1: at the end of the experiment, the result showed that the soil pH in chemical fertilizer treatment was significantly lower than that of the other treatments. Whereas, the EC of soil that received 100% biogas effluent was significantly higher than that of the other treatments. There was no significant difference in nitrogen content of soil among treatments. The content of phosphorus in soil that received chemical fertilizer at 25, 50, 75 and 100% of biogas effluent were not significantly different; however, those treatments were significantly higher than control.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

The potassium content in soil was significantly highest in 100% biogas effluent treatment followed by the treatments of biogas effluent concentrations of 75%, 50% and 25%, respectively. While the potassium content of soil in control and receiving chemical fertilizer treatments were significantly lower than that soil that received 4 rates of biogas effluent.

The results of the growth revealed that there was no significant difference in the plant height, leaf number, leaf length, leaf width, branch diameter, stem diameter, chlorophyll b content and dry weight of Chinese kale in 25, 50, 75 and 100% of biogas effluent and chemical fertilizer treatments. The growth of Chinese kale in control treatment was significantly lower than the other treatments. The nitrogen content of Chinese kale in chemical fertilizer treatment was similar with that of 50% biogas effluent treatment. There were no significant differences in phosphorus and potassium contents of Chinese kale after receiving 6 treatments.

Experiment 2: at the end of experiment, the result showed that the soil pH in chemical fertilizer treatment was significantly lower than that of the other treatments; whereas, the EC of soil in chemical fertilizer treatment was significantly higher than that of the other treatments. There was no significant difference in nitrogen and phosphorus contents of soil that received chemical fertilizer treatments of 25, 50, 75, 100 % biogas effluent; however, those treatments were significantly higher than control. Potassium content of soil that received chemical fertilizer treatment was significantly higher than control and 25 and 50 % biogas effluent; however, soil that received chemical fertilizer were not significantly different with 75 and 100% biogas effluent.

Lettuce that received chemical fertilizer treatment showed the significant effect on plant height, leaf number, leaf length, leaf width, canopy width, total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b, fresh weight and dry weight when compared to the other treatments. Nitrogen and potassium contents of lettuce received chemical fertilizer were not significantly different with 50, 75 and 100 % biogas effluent treatments, while lettuce that received chemical fertilizer showed higher phosphorus content than the other treatments.

It can be concluded that biogas effluent process can be used as a substitute for chemical fertilizers in kale cultivation. In case of lettuce, biogas effluent should be used in combination with chemical fertilizers.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Keywords: Biogas Effluent, Growth, Chinese Kale, Lettuce

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ดี โดยได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกันยา ประทุมยศ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.วัชรวิทย์ รัศมี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา เวียงสมุทร ที่ให้เกียรติเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ กรรมการและเลขานุการ อีกทั้งคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ปรากฏชื่อในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณครอบครัว เพื่อน ๆ น้อง ๆ ผู้ร่วมงานทุก ๆ ท่านเป็นอย่างสูง

ประโยชน์คุณค่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอน้อมนำคุณงามความดีให้แก่ บิดา มารดา ครูคณาจารย์ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

สาธิต ฉายกระจ่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญตารางภาคผนวก	(7)
สารบัญภาพ	(15)
สารบัญภาพภาคผนวก	(16)
บทนำ	1
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ความหมายของปุ๋ย	4
ปุ๋ยอินทรีย์	4
ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์	5
ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญ	5
ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน	8
ข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์	9
ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์	10
อุตสาหกรรมไก่ไข่	11
มูลไก่ไข่กับการผลิตก๊าซ	12
การปลูกทุเรียนในประเทศไทย	13
ก๊าซชีวภาพ	15
กระบวนการย่อยสลายของก๊าซชีวภาพ	15
ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพ	15
การใช้ประโยชน์	16
น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ	17
ลักษณะของน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	17
ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	18
ผักคะน้า	22
ถิ่นกำเนิดและการกระจายตัว	22
ความสำคัญของคะน้า	22

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 23
การจำแนกพันธุ์คะน้า 23
สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม 24
การเพาะกล้าและเตรียมดิน 25
การปลูก 25
การดูแลรักษา 26
การป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักคะน้า 27
การเก็บเกี่ยว 31
การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว 31
การเก็บรักษาผลผลิตสด 32
ผักกาดหอม 32
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 32
สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม 33
พันธุ์ 34
การเพาะกล้า 34
การเตรียมดิน 34
วิธีการปลูก 34
การให้น้ำ 36
การใส่ปุ๋ย 36
การป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักกาดหอม 37
การเก็บเกี่ยว 38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39
อุปกรณ์และวิธีการ 44
การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า 44

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วัสดุและอุปกรณ์ 44
วิธีการทดลอง 45
แผนผังการทดลอง 46
การเพาะเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า 46
การเตรียมวัสดุปลูก 46
การย้ายปลูก 46
การเตรียมสิ่งทดลอง 46
การทดลอง 47
การดูแลรักษา 48
การบันทึกข้อมูล 48
การวิเคราะห์ข้อมูล 49
สถานที่ทำการทดลอง 49
ระยะเวลาในการทดลอง 49
การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม 50
วัสดุและอุปกรณ์ 50
วิธีการทดลอง 51
แผนผังการทดลอง 52
การเพาะเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 52
การเตรียมวัสดุปลูก 52
การย้ายปลูก 52
การเตรียมสิ่งทดลอง 53
การทดลอง 53
การดูแลรักษา 53
การบันทึกข้อมูล 53
การวิเคราะห์ข้อมูล 54
สถานที่ทำการทดลอง 54
ระยะเวลาในการทดลอง 55

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลและการวิจารณ์	56
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	97
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)	105
ภาคผนวก ข ภาพภาคผนวก	141
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, ความเป็นกรด เป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC)	148
ประวัติย่อผู้วิจัย	156

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณปุ๋ยคอกที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย	6
2	ปริมาณการผลิตและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ชนิดต่าง ๆ กัน	7
3	ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ	12
4	อัตราส่วน C/N ของวัตถุดิบสารอินทรีย์	12
5	ผลผลิตทุเรียน	14
6	ส่วนประกอบมีเทนของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ	16
7	คุณสมบัติทางเคมีของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่	47
8	สมบัติทางเคมีของดินก่อนและวันสิ้นสุดการทดลอง	60
9	ความสูงของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	61
10	จำนวนใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	62
11	ความยาวใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	63
12	ความกว้างใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	64
13	เส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	65
14	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	66
15	น้ำหนักสดของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	67
16	น้ำหนักแห้งของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	68
17	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	69
18	ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	70
19	ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	71
20	ปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า	72
21	สมบัติทางเคมีของดินปลูกผักกาดหอมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	77
22	ความสูงของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด	78
23	จำนวนใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด	79

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
24	ความยาวใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	80
25	ความกว้างใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	81
26	ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมที่อายุต่าง 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	82
27	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	83
28	น้ำหนักสดของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	84
29	น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	85
30	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	86
31	ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	87
32	ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด.....	88
33	ปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม.....	89

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า pH ของดินปลูกผักคะน้า.....	106
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า EC ของดินปลูกผักคะน้า.....	106
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนของดินปลูกผักคะน้า.....	106
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสของดินปลูกผักคะน้า.....	107
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมของดินปลูกผักคะน้า.....	107
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด.....	107
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด.....	108
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด.....	108
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด.....	108
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด.....	109
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด.....	109
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด.....	109
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด.....	110
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด.....	110

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด..... 110
16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 111
17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด..... 111
18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด..... 111
19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด..... 112
20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด..... 112
21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 112
22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด..... 113
23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด..... 113
24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด..... 113
25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด..... 114
26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 114
27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด..... 114

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด 115

29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด 115

30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด 115

31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด 116

32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด 116

33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด 116

34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด 117

35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด 117

36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด 117

37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด 118

38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด 118

39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด 118

40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด 119

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 119

42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด..... 119

43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด..... 120

44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด..... 120

45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด..... 120

46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในผักคะน้า..... 121

47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้า..... 121

48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในผักคะน้า..... 121

49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า pH ในดินปลูกผักกาดหอม..... 122

50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า EC ในดินปลูกผักกาดหอม..... 122

51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในดินปลูกผักกาดหอม..... 122

52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในดินปลูกผักกาดหอม..... 123

53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในดินปลูกผักกาดหอม..... 123

54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 123

55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 124

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด 124

57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด 124

58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด 125

59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด 125

60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด 125

61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด 126

62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด 126

63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด 126

64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด 127

65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด 127

66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด 127

67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด 128

68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด 128

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 128

70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 129

71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 129

72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 129

73 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 130

74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด..... 130

75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 130

76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 131

77 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 131

78 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 131

79 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 132

80 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด..... 132

81 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 132

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก หน้า

82 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 133

83 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 133

84 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม อายุ 14 วัน วันหลังเพาะเมล็ด..... 133

85 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 134

86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด..... 134

87 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 134

88 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นองผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 135

89 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 135

90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 135

91 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 136

92 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด..... 136

93 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 136

94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 137

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

95 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 137

96 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด..... 137

97 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด..... 138

98 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด..... 138

99 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด..... 138

100 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด..... 139

101 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด..... 139

102 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในผักกาดหอม..... 139

103 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในผักกาดหอม..... 140

104 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในผักกาดหอม..... 140

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ทุเรียน : เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค ปี 2559	14
2	อาการของโรคเน่าคอดิน	27
3	อาการของโรคราน้ำค้างในใบคะน้า	28
4	อาการของโรคแผลวงกลมสีน้ำตาลไหม้	29
5	ระยะผีเสื้อของหนอนกระทู้ผัก (1), ระยะตัวหนอนกระทู้ผัก (2)	30
6	ระยะผีเสื้อของหนอนคืบกะหล่ำ (1), ระยะตัวหนอนคืบกะหล่ำ (2)	30

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก		หน้า
1	แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำหมักก๊าซชีวภาพวัดค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า EC	142
2	แสดงลักษณะของผักคะน้าอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด	142
3	แสดงลักษณะของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด	143
4	แสดงลักษณะของต้นผักคะน้าที่อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด	144
5	แสดงลักษณะของผักกาดหอมที่อายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด	145
6	แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด	145
7	แสดงลักษณะของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด	146
8	แสดงลักษณะของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด	147

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทนำ

ความเป็นมา

ผักเป็นสินค้าเกษตรอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญกับวิถีชีวิตการบริโภคของคนไทยในชีวิตประจำวัน และเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเกษตรกรไทย เนื่องจากการผลิตผักให้ผลตอบแทนเร็วกว่าพืชชนิดอื่น ระยะเวลาการเจริญเติบโตสั้น ซึ่งในปีหนึ่ง ๆ สามารถผลิตได้จำนวนหลายครั้ง ผักเป็นส่วนประกอบในอาหารแทบทุกชนิดช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ รวมทั้งช่วยเพิ่มสีสันและรสชาติในอาหาร ทำให้มีการบริโภคผักเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ผลผลิตที่ออกมาไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เกษตรกรผู้ผลิตจึงมีวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีต่าง ๆ ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตผัก เพื่อให้ใช้เวลาผลิตน้อยที่สุด ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง

ผักคะน้า และผักกาดหอม เป็นพืชผักที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยและปลูกได้ในดินทุกชนิด ปัญหาของการผลิตที่นอกเหนือจากปัญหาการตลาด คือ ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นสาเหตุให้เกษตรกรประสบกับสภาวะขาดทุน หนึ่งในต้นทุนที่มีการปรับราคาสูงขึ้นอย่างมากคือ ปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการผลิต เช่น เมื่อปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศมากถึง 5,415,020 ตัน คิดเป็นมูลค่า 66,103 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร. ออนไลน์. 2558) ด้วยเหตุนี้การหาสิ่งทดแทนปุ๋ยเคมีจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพราะเท่ากับเป็นการช่วยลดปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีและลดต้นทุนการผลิตได้เช่นกัน

การนำเอาผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์มักมีของเสียหรือสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตรเกิดขึ้น หากมีการนำเอาสิ่งเหลือใช้มาทำให้มีคุณค่าหรือนำไปใช้ประโยชน์ จะเป็นการช่วยลดปริมาณของเสียที่ต้องนำไปกำจัด การนำสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตรมาหมักร่วมกับมูลสัตว์เป็นวิธีหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันนี้การเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยที่มีการขยายตัวสูงขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดและการบริโภคเนื้อสัตว์ แต่การขยายตัวของกิจการเลี้ยงสัตว์ดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาตามมา คือมลพิษที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากมูลสัตว์และของเสียต่าง ๆ ที่ได้จากระบบฟาร์ม ไม่สามารถหาวิธีกำจัดของเสียเหล่านี้ได้ถูกต้องเหมาะสม ทำให้เกิดมลภาวะทั้งภายในฟาร์ม และชุมชนใกล้เคียงในเรื่องของกลิ่น แมลงวัน น้ำเสีย โรคภัยต่าง ๆ การส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์สร้างบ่อก๊าซชีวภาพ สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี นอกเหนือจากรักษาสภาพแวดล้อมแล้วยังได้ก๊าซชีวภาพมาเป็นแหล่งพลังงานในการหุงต้ม และให้แสงสว่างในครัวเรือนซึ่งจะช่วยให้ประหยัดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง

ในปี 2558 จังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่ปลูกทุเรียน 197,143 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่ให้ผลผลิตได้ 167,004 ไร่ มีปริมาณผลผลิตสูงถึง 234,514 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ออนไลน์. 2559 ก) ซึ่งทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีชื่อเสียงของประเทศไทย ด้วยรสชาติที่ดี มีกลิ่นหอม โดยทั่วไปนิยมรับประทานเนื้อสด หรือแปรรูป เช่น ทุเรียนกวน ทุเรียนทอด และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย เปลือกและเมล็ดทุเรียนคือเศษเหลือจากการรับประทานเนื้อสด และการนำมาแปรรูปของทุเรียนทุกครั้ง ในแต่ละปีมีผลผลิตทุเรียนออกสู่ตลาดปริมาณมากทำให้จำนวนเปลือกและเมล็ดทุเรียนมีจำนวนมากเช่นกัน ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ (Prathumyot and et al. 2016 : 1267 - 1275) ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกและเมล็ดทุเรียนในถังหมักแบบไร้ออกซิเจน พบว่าการหมักเปลือกและเมล็ดทุเรียนสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ และเมื่อกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพสิ้นสุดลง จะเหลือน้ำทิ้งจากการย่อยสลายของเปลือกและเมล็ดทุเรียนอยู่ภายในระบบถังหมัก ซึ่งมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการนำน้ำทิ้งจากถังหมักก๊าซชีวภาพมาทดลองใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า สามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืชได้ (ปฏิมา อู๋สูงเนิน และคณะ. 2557 : 537, พนมเทียน ทนคำดี, ศุภธิดา อ่ำทอง และนงคราญ พงศ์ตระกูล. 2556 : 92, มนัส กัมพุกุล และสมชัย จันทร์สว่าง. 2538 : 238 - 291) ดังนั้นการให้ความสำคัญกับการนำน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นปุ๋ย จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดการขาดดุลทางการค้าและลดการนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศได้

จากงานวิจัยของ Prathumyot and et al. (2016 : 1267 - 1275) ที่ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกและเมล็ดทุเรียนในถังหมักแบบไร้ออกซิเจน และรายงานผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าว่ามีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในน้ำทิ้ง ด้วยเหตุนี้การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกทดสอบประสิทธิภาพของน้ำทิ้งที่ได้จากการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้าและผักกาดหอม เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อการเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

3. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อการเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (2550 : 2) ฉบับที่ 2 ได้ให้คำจำกัดความของปุ๋ยไว้ว่า "ปุ๋ย" หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรียสังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

"ปุ๋ยเคมี" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี แต่ไม่รวมถึง ปูนขาว ดินมาร์ล ปูนปลาสเตอร์ ยิปซัม โดโลไมต์ และสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

"ปุ๋ยชีวภาพ" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพหรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์

"ปุ๋ยอินทรีย์" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

"ปุ๋ยอินทรีย์เคมี" หมายความว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอนโดยมีปริมาณอินทรียวัตถุตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

"ปุ๋ยเชิงเดี่ยว" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต หรือปุ๋ยโพแทช

"ปุ๋ยเชิงผสม" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ได้จากการผสมปุ๋ยเคมี ชนิดหรือประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ

"ปุ๋ยเชิงประกอบ" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมี และมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizers) หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ เศษเหลือสารอินทรีย์ต่าง ๆ เซลล์จุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์ จะเป็น

ประโยชน์เมื่อผ่านกระบวนย่อยสลาย โดยกระบวนการของจุลินทรีย์เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544 : 269 - 271)

ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

มุกดา สุขสวัสดิ์ (2544 : 269 - 271) ได้กล่าวถึงความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ไว้ดังนี้

1. อินทรียวัตถุที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน
   1.1 อินทรียวัตถุช่วยลดการทำให้ดินแน่นโดยเม็ดฝน
   1.2 อินทรียวัตถุช่วยเพิ่มช่องว่างและลดความหนาแน่นรวม
   1.3 อินทรียวัตถุช่วยป้องกันการระเหยของน้ำในดิน
   1.4 อินทรียวัตถุช่วยทำให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น
2. อินทรียวัตถุที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน
   2.1 เป็นแหล่งอาหารของพืช
   2.2 เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก
   2.3 ช่วยลดความรุนแรงของความเค็มในดิน
   2.4 ต้านทานการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดิน
3. อินทรียวัตถุกับสมบัติทางชีวภาพของดิน
   3.1 อินทรียวัตถุเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน
   3.2 อินทรียวัตถุช่วยควบคุมโรคพืชบางชนิดในดิน

ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด คำว่า Manure หมายถึงส่วนของอินทรียวัตถุที่กำลังเน่าเปื่อย ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่มูลสัตว์ต่าง ๆ (Animal Excrement) เศษของพืชปลูกและวัชพืชที่เน่าเปื่อยรวมทั้งวัสดุที่ได้จากอุจจาระของคน สำหรับ Manure ที่ได้จากมูลสัตว์นั้นเรียกว่าปุ๋ยคอก (Animal Manure) ส่วน Manure ที่ได้จากเศษของพืชปลูกและวัชพืชเรียกว่า ปุ๋ยหมัก (Compost) (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387)

1. ปุ๋ยคอก (Animal Manure) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วย อุจจาระ ปัสสาวะของสัตว์ต่าง ๆ เช่นโค กระบือ สุกร ม้า เป็ด ไก่ แพะ แกะ ค้างคาว และสัตว์อื่น ๆ ผสมกับเศษอาหารต่าง ๆ เข้าไปด้วย ในปุ๋ยคอกจึงมีจุลินทรีย์และอินทรีย์ต่าง ๆ มากมายมีทั้งพวกเป็นฮิวมัสแล้ว และส่วนของอาหารที่ยังสลายตัวไม่หมดมีทั้งส่วนที่เป็นเซลลูโลส ลิกนิน และสารอินทรีย์อื่น ๆ นอกจากนั้นยังพบว่ามีวิตามินและฮอร์โมนพืช เช่น กรดอะมิโน ไทอามีน (Thiamine) ไบโอติก (Biotin) และไพริด็อกซิน (Pyridoxine) ในประเทศไทยนอกจากการทำการเพาะปลูกพืชแล้วยังมีการเลี้ยงสัตว์ด้วย โดยเฉพาะการเลี้ยงสุกร วัว ควาย และไก่ จะมีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย

ทั่วทุกภาคของประเทศไทยซึ่งจากการเลี้ยงสัตว์ต่าง ๆ ดังกล่าวจำนวนมาก ทำให้ได้มูลสัตว์ในปริมาณมากด้วย ซึ่งมูลจากสัตว์ต่าง ๆ เหล่านั้นเมื่อนำมาผ่านกระบวนการหมักแล้ว จะได้ปุ๋ยคอกที่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตรได้เป็นอย่างดี (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387)

ตาราง 1 ปริมาณปุ๋ยคอกที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย

ชนิดสัตว์	ปริมาณปุ๋ยคอกที่ได้ต่อตัวต่อวัน (กิโลกรัม)	ปริมาณปุ๋ยคอกที่ได้ต่อปี (พันตัน)
โค	19	10,317
กระบือ	27	5,600
สุกร	2.7	4,596
เป็ด	0.03	4,019
ไก่	0.03	535

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545 : 51 - 69

ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่มีอยู่ในส่วนที่เป็นอุจจาระนั้นก่อนที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จำเป็นต้องรอให้จุลินทรีย์เข้าย่อยทำลายต่อไปจนถึงระยะหนึ่งก่อน สำหรับธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่อยู่ในปัสสาวะนั้น พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที สำหรับการเก็บรักษาปุ๋ยเพื่อไม่ให้ธาตุอาหารพืชเกิดการสูญหายไป เรามักใช้เศษหญ้า เศษฟาง แกลบหรือขี้เลื่อยผสมกับปุ๋ยคอก โดยใช้ฟาง 1 ส่วนและปุ๋ยคอก 4 ส่วน โดยปริมาตร ทั้งนี้เพื่อให้ฟางหรือขี้เลื่อยดูดซับเอาส่วนของปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ไว้ไม่ให้ไหลออกและสูญหายไป การเก็บรักษาถ้าเก็บไว้ในที่ ๆ มีอากาศน้อยเท่าใดก็ยิ่งดี หรืออีกนัยหนึ่งอย่าให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ทั้งนี้เพื่อลดอัตรากิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในปุ๋ยซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้ไนโตรเจนเกิดการสูญหายไปอย่างรวดเร็วด้วย ปุ๋ยคอกนี้หากไม่เก็บไว้เป็นอย่างดีแล้วการสูญหายของธาตุอาหารอาจจะเกิดขึ้นมาก (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387)

2. ปุ๋ยหมัก (Compost) หมายถึง การนำ (สิ่งต่าง ๆ) มารวมเข้าด้วยกัน ในแง่ของปุ๋ยก็หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาเศษอินทรียสารมากองสะสมกันเข้าแล้วปล่อยให้เน่าเปื่อยไปหลังจากที่อินทรียสารเหล่านี้เน่าเปื่อยจนถึงขั้นเป็นฮิวมัสแล้วก็นำมาใช้เป็นปุ๋ย การทำปุ๋ยหมักอาจทำได้โดยการนำเอาเศษพืชและหรือขยะมูลฝอยต่าง ๆ มากองเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นหนาประมาณ 6 นิ้ว

โดยระหว่างชั้นของเศษพืชโรยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีลงไป ถ้าเป็นปุ๋ยคอกโรยให้หนา 4 - 5 นิ้ว แต่ถ้าเป็นปุ๋ยเคมีควรใช้ปุ๋ย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตชนิดธรรมดา 0.70 กิโลกรัม และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) 2.5 กิโลกรัม สำหรับกองปุ๋ยที่มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 5 เมตร แต่ถ้ากองเล็กกว่านี้ก็ลดปริมาณปุ๋ยเคมีไปตามส่วน สำหรับชั้นบนของปุ๋ยควรคลุมด้วยดินหนาประมาณ 1 - 2 นิ้ว แล้วรักษาให้กองปุ๋ยชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา หลังจากนั้นประมาณ 4 สัปดาห์ก็กลับกองปุ๋ยและคลุกเคล้าให้เข้ากันดี และทำเช่นเดียวกันอีกครั้งหนึ่งหลังจากนั้นอีกประมาณ 1 เดือน ภายในระยะเวลา 3 - 4 เดือน กองปุ๋ยหมักก็จะพร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387)

ตาราง 2 ปริมาณการผลิตและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ชนิดต่าง ๆ กัน

ชนิดสัตว์	ปริมาณการผลิตต่อปี (ตัน)		ไนโตรเจน (%N)		ฟอสฟอรัส (%P)		โพแทสเซียม (%K)	
	อุจจาระ	ปัสสาวะ	อุจจาระ	ปัสสาวะ	อุจจาระ	ปัสสาวะ	อุจจาระ	ปัสสาวะ
ม้า	6.5	1.5	0.50	1.20	0.30			
โค	8.9	4.0	0.32	0.95	0.21	0.03	0.16	0.93
แกะ	0.46	0.27	0.65	1.68	0.46	0.12	0.44	1.00
หมู	1.10	0.64	0.60	0.30	0.46	0.12	0.04	0.100
ไก่งวง	0.17		1.31		0.71		0.49	
ไก่	0.07		1.48		0.96		0.47	

ที่มา : ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387

3. ปุ๋ยพืชสด (Green Manure) หมายถึง พืชสด ๆ ที่เราปลูกขึ้นในพื้นที่และหลังจากโตได้ขนาดก็ทำการไถกลบลงดิน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มอินทรียวัตถุหรือฮิวมัสให้แก่ดิน และในเวลาเดียวกันก็เป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินด้วย ชนิดพืชที่จะปลูกแล้วไถกลบนี้ถ้าจะให้ได้ผลดีควรใช้พืชตระกูลถั่ว ทั้งนี้เพราะพืชประเภทนี้สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศเอามาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นเมื่อไถกลบพืชลงดินและเกิดการเน่าเปื่อยไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในพืชก็จะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปที่พืชหลักที่ปลูกตามมาสามารถนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ พืชที่นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในประเทศไทย ได้แก่ ปอเทือง ถั่วลาย ถั่วเขียวเมล็ดเล็ก โสนชนิดต่าง ๆ ถั่วกระด้าง ฯลฯ (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 385 - 387)

ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ (2541 : 494 - 495) ได้อธิบายถึงสมบัติทางกายภาพของดินไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน (Soil Aggregation) ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น ฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งมีประจุลบเป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุ และมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน และสารเมือกที่ปลดปล่อยจากแบคทีเรีย จะส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน

2. ปุ๋ยหมักปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น และลดความหนาแน่นรวมดินลง การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง ทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากเพิ่มมากขึ้นด้วยตลอดจนสะดวกต่อการไถพรวน และลดการเกิดชั้นดานแข็งของดินได้ด้วย

3. ส่งเสริมให้เกิดความพรุนของผิวหน้าดิน ไม่เกิดสภาพผิวดินแข็ง ทำให้การซึมผ่านน้ำ และความสามารถในการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ลักษณะดังกล่าวมีผลทางอ้อมต่อการช่วยลดการเกิดการกร่อนดิน (Soil Erosion) ได้

2. สมบัติทางเคมีของดิน

ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ (2541 : 494 - 495) ได้อธิบายถึงสมบัติทางเคมีของดินไว้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้ว่าจะไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ก็ค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำมาจากวัสดุเศษพืชต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะเจริญเติบโต และเป็นแหล่งที่สำคัญของไนโตรเจน รวมถึงธาตุอาหารเสริมที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และอื่น ๆ

2. เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนค่อนข้างสูง มากกว่าดินเหนียวประมาณ 5 ถึง 10 เท่า จึงจะมีส่วนช่วยให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของแคตไอออนบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไป และพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในบางกรณี

3. ปุ๋ยหมักช่วยลดความเป็นพิษของการที่มีธาตุอาหารบางธาตุมากเกินไป เช่น การใช้ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถลดความเป็นพิษของอลูมินัมและแมงกานิส โดยช่วยดูดยึดธาตุอาหาร

ทั้ง 2 ไว้ ทำให้ปริมาณในสารละลายดินลดลง การใช้ปูนขาวร่วมกับปุ๋ยหมักจะลดความเป็นพิษของอลูมินัมและแมงกานีสได้ดีที่สุด

4. การใส่ปุ๋ยหมักในดินเป็นการช่วยเพิ่มความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (Buffer Capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

3. สมบัติทางชีวภาพของดิน

บัญชา รัตนีทู (2552 : 3 - 10) ได้อธิบายถึงสมบัติทางชีวภาพของดินไว้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยหมักลงดินเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุลินทรีย์พวกเฮทเทอร์โรโทรพ ทำให้จุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และพบว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน รวมทั้งกิจกรรมของพวกเชื้อราไมคอร์ไรซาบริเวณรากพืชด้วย

2. การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น เช่น อะโซโตแบคเตอร์ *(Azotobacter)* จะมีปริมาณมาก และยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้รากพืช ปุ๋ยหมักเป็นธาตุอาหารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อไตรโคเดอร์มา *(Trichoderma)* จึงมักพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักลงดินจะช่วยลดปริมาณของเชื้อโรคบางชนิดในดิน และทำให้พืชเกิดโรคน้อยลง นอกจากนี้แล้วจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญเติบโตอยู่ สามารถขับสารปฏิชีวนะ รวมทั้งสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้หลายชนิด เป็นการลดการระบาด และความรุนแรงของโรคพืชบางชนิดลงได้

3. การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิก และอะซิติก เป็นต้น กรดอินทรีย์บางชนิดจะถูกพืชนำไปใช้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4. การใส่ปุ๋ยหมักมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน จุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูของไส้เดือนฝอยสามารถเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งขับสารพวกอัลคาลอยด์ และกรดไขมันบางชนิดที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอย การใส่ปุ๋ยหมักจึงส่งผลให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยลดลง ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นคล้ายคลึงกันกับการลดลงของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว

ข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

นรีลักษณ์ ชูวรเวช (ม.ป.ป. : 4 - 6) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์ไว้ดังนี้

1. ข้อดีของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงดินหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์เป็น

แหล่งธาตุอาหารพืช ปุ๋ยอินทรีย์เป็นผลิตผลจากสิ่งมีชีวิตจึงมีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชหรือสัตว์ใช้ในการเจริญเติบโตค่อนข้างครบถ้วน เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกย่อยสลายธาตุอาหารต่าง ๆ เหล่านั้นก็จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารอันเกิดจากการชะล้าง นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีผลตกค้างอยู่ได้นาน พืชสามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีข้อดีดังนี้

2. ปุ๋ยอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี สารฮิวมัสในปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีประจุลบ ดูดยึดอนุภาคของธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกได้ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี

3. ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางชนิด เช่น อลูมิเนียม แมงกานีส และโซเดียม

4. ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างของดิน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

5. ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจนในดิน ซึ่งจะส่งเสริมให้ระบบรากในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินมีความชุ่มชื้น ลักษณะดังกล่าวจะลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

6. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดิน เป็นการช่วยเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ เพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นตัวย่อยสลายสารอินทรียวัตถุ ทำให้ธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมา

ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

1. ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารพืชน้อยกว่าปุ๋ยเคมีในน้ำหนักปุ๋ยที่เท่ากัน และถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงเห็นผลช้ากว่าปุ๋ยเคมี และการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลาที่พืชต้องการได้ยาก

2. การใช้ต้องใช้ปริมาณมากจึงจะให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืช มีปัญหาในเรื่องการขนส่ง เพราะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

3. ไม่สามารถปรับแต่งปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ผันแปรในช่วงที่แคบมากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ดังนั้น จึงไม่สามารถใช้ปรับสมดุลของธาตุอาหารในดินได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุตสาหกรรมไก่ไข่

ประเทศไทยผลิตไข่ไก่ได้มากที่สุดในเอเชีย เนื่องจากเป็นที่นิยมบริโภค ซึ่งในช่วง 5 ปี (พ.ศ. 2547 - 2551) การผลิตไข่ไก่ขยายตัวในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 8.90 ต่อปี เนื่องจากการเลี้ยงไก่ไข่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทั้งวิธีการเลี้ยงและขนาดฟาร์ม หลังภาวการณ์ระบาดของโรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) ในปี 2547 ได้มีการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงจากโรงเรือนระบบเปิดเป็นโรงเรือนระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิโดยระบบระเหยไอน้ำเย็น (Evaporative Cooling System หรือ EVAP) เพื่อให้ได้มาตรฐานฟาร์มตามที่กรมปศุสัตว์กำหนด สิริชัย แย้มแบน (2554 : 4 - 6) ได้ระบุว่าปัจจุบันผู้เลี้ยงไก่ไข่แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ผู้เลี้ยงรายย่อยอิสระ ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกสหกรณ์ผู้เลี้ยงไก่ไข่ 3 สหกรณ์ฯ ซึ่งมีรวมกันประมาณ 300 ราย

2. ผู้เลี้ยงไก่ไข่คอนแทร็กฟาร์มมิ่ง กลุ่มนี้แนวโน้มเพิ่มจำนวนขึ้น เพราะบริษัทใหญ่ขยายคอนแทร็กฟาร์มมิ่ง

3. กลุ่มผู้เลี้ยงรายใหญ่อิสระ ผู้เลี้ยงรายย่อยมักโดนพ่อค้าคนกลางเอารัดเอาเปรียบกดราคารับซื้อ

ปัจจุบันไข่นิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาวและหวานที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวันของคนไทยมากมาย แต่ผลิตภัณฑ์ไข่แปรรูปในระดับอุตสาหกรรมยังมีไม่มาก ส่วนใหญ่เป็นสินค้าวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหารอีกทอดหนึ่ง เช่น อุตสาหกรรมเบเกอรี่ อุตสาหกรรมกุ้งและไก่แปรรูป โรงแรม ภัตตาคาร

การเลี้ยงไก่ไข่เป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากความนิยมของผู้บริโภคที่เพิ่มสูงขึ้น ปัญหาที่สำคัญสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่คือ ของเสียที่เกิดขึ้น เช่น มูลไก่ไข่ และน้ำจากโรงเชือด หากปล่อยทิ้งไว้ของเสียเหล่านี้จะส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ก่อให้เกิดมลพิษด้านต่าง ๆ ดังนั้นปัจจุบันได้มีการนำมูลไก่ไข่มาใช้มากในด้านการเกษตร คือใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากปริมาณสารอาหารที่มีอยู่มาก ใช้ได้ทั้งแบบสด และแบบแห้ง โดยโรยหรือหว่านลงในบริเวณที่ต้องการ ซึ่งกลิ่นเหม็นอาจจะทำให้ผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้รับโดยตรง เพราะว่ามูลไก่ไข่มีปริมาณสารอาหารมาก โดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียในมูลไก่ไข่ ทำให้มีกลิ่นเหม็นเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หากมีการทำลายไนโตรเจนให้หมดไป ซึ่งทำให้หมดปัญหาเรื่องกลิ่นของแอมโมเนีย แต่ยังคงสารองค์ประกอบจำพวกฟอสเฟต และโปรแตสที่จำเป็นต่อพืชอยู่ เมื่อถูกน้ำฝนชะล้างและไหลลงสู่แม่น้ำหรือแหล่งน้ำผิวดิน จะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนลดลง เพราะฟอสฟอรัสและไนโตรเจนมีผลทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่าย มากเกินไป เมื่อสาหร่ายตายจะทำลายออกซิเจนที่อยู่ในน้ำ จุลินทรีย์ในน้ำขาดออกซิเจน เมื่อนำมูลไก่ไข่มาใช้เป็นเชื้อเพลิง

โดยการเผาจะได้ค่าความร้อน 1 ใน 3 ของถ่านหินในก๊าซเทอร์ไบน์ (18,000 - 20,000 kJ/kg Dry Ash Free) หรือเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์

มูลไก่ไข่กับการผลิตก๊าซ

มูลไก่ไข่มีศักยภาพที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ (ตาราง 3) ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน 50 - 70 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ และที่เหลือเป็นก๊าซอื่น ๆ

ปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง ที่มีผลต่อการสร้างก๊าซมีเทนคือ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน C/N ดังตาราง 4 ซึ่งอัตราส่วน C/N ในช่วง 20 - 30 ถูกพิจารณาว่าเหมาะสมต่อเงื่อนไขการหมักในสภาวะไม่ใช้อากาศดัง (ตาราง 4) ทั้งนี้เนื่องจากหากค่า C/N สูงเกินไป ไนโตรเจนจะถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทน เพื่อให้ได้โปรตีนที่ต้องการ ซึ่งจะไม่ทำปฏิกิริยาต่อกับคาร์บอนที่เหลือในวัตถุดิบ ทำให้อัตราการผลิตก๊าซต่ำ ในทางกลับกันหากค่า C/N ต่ำเกินไป ไนโตรเจนจะถูกปล่อยออกมา และสะสมในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มสูงขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างที่สูงกว่า 8.5 จะมีผลเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ที่สร้างมีเทน อัตราการผลิตก๊าซจึงต่ำเช่นกัน

ตาราง 3 ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของมูลสัตว์	ปริมาตรก๊าซชีวภาพ (m^3)
วัว ควาย	0.023-0.040
หมู	0.040-0.059
ไก่	0.065-0.116
มนุษย์	0.020-0.028

ที่มา : สิริชัย แย้มแบน. 2554 : 7 - 8

ตาราง 4 อัตราส่วน C/N ของวัตถุดิบสารอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วัตถุดิบ	อัตราส่วน C/N
มูลเป็ด	8
มูลคน	8
มูลไก่	10

ตาราง 4 (ต่อ)

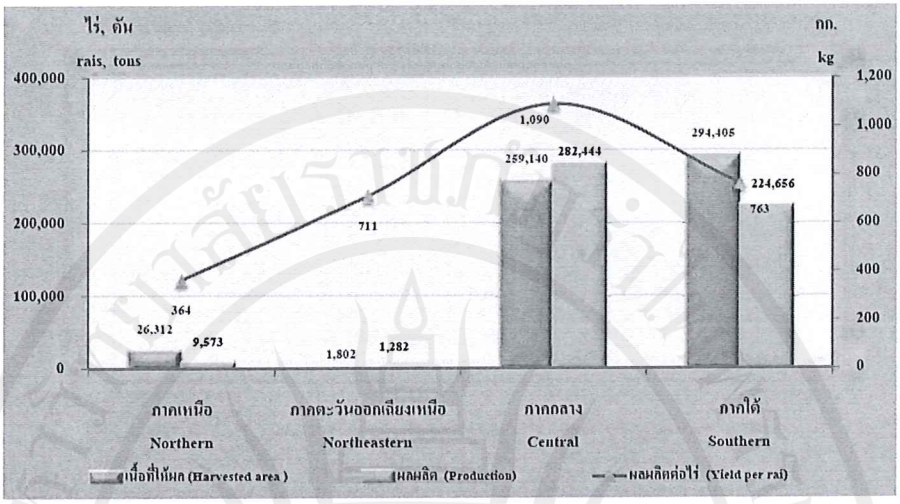
วัตถุดิบ	อัตราส่วน C/N
มูลแพะ	12
มูลสุกร	18
มูลแกะ	19
มูลวัว ควาย	24
ผักตบชวา	25
มูลช้าง	43
เปลือกข้าวโพด	60
ฟางข้าว	70
ฟางข้าวสาลี	90
ขี้เลื่อย	มากกว่า 200

ที่มา : สิริชัย แย้มแบน. 2554 : 7 - 8

การปลูกทุเรียนในประเทศไทย

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ถือว่าเป็นราชาแห่งผลไม้ไทยและเป็นผลไม้ที่มีปริมาณการส่งออกมากเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศ คิดเป็นมูลค่าการส่งออกนับร้อยล้านดอลลาร์ต่อปี พันธุ์ทุเรียนที่เกษตรกรปลูกในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์ เช่น หมอนทอง ชะนี ก้านยาว กบและกระดุม เป็นต้น แต่ทุเรียนพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดคือทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เพราะมีรสชาติอร่อย ลูกใหญ่และมีเนื้อมาก ที่สำคัญพันธุ์ทุเรียนที่สามารถส่งออกต่างประเทศในลักษณะทุเรียนสดและทุเรียนแช่แข็งจะเป็นทุเรียนพันธุ์หมอนทองเท่านั้น พื้นที่เพาะปลูกทุเรียนในประเทศไทยจะมีการเพาะปลูกกระจายอยู่ใน 26 จังหวัดในทุกภาคของประเทศแต่ภาคที่มีการปลูกมากที่สุดคือภาคกลางและภาคใต้ ดังตาราง 5 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ออนไลน์. 2559 ก)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 ทุเรียน : เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค ปี 2559
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ออนไลน์. 2559 ก

ตาราง 5 ผลผลิตทุเรียน

จังหวัด	ปริมาณผลผลิต (ตัน)		
	2557	2558	2559
จันทบุรี	242,686	234,514	187,790
ชุมพร	130,918	124,495	119,814
ระยอง	75,731	71,182	59,676
ตราด	29,784	31,922	29,904
ทั้งประเทศ	631,773	601,884	521,878

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ออนไลน์. 2559 ข

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ออนไลน์. 2551) ได้นำเสนอข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการบริโภคทุเรียนในประเทศและส่งออกดังนี้ การบริโภคทุเรียนจะเป็นการบริโภคในลักษณะทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง และผลิตภัณฑ์ทุเรียนแปรรูป คือ ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง โดยตลาดส่งออกที่สำคัญส่วนใหญ่จะเป็นตลาดในเอเชีย ได้แก่ ประเทศจีนแผ่นดินใหญ่ จีนฮ่องกง และอินโดนีเซีย เป็นต้น

ก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ (Biogas หรือ Digester Gas) หมายถึง ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน โดยทั่วไปจะหมายถึง ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมัก (Fermentation) ของอินทรียวัตถุ ซึ่งประกอบด้วย ปุ๋ยคอก โคลนจากน้ำเสีย ขยะประเภทของแข็งจากเมือง หรือของเสียชีวภาพจากอาหารสัตว์ภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน (Anaerobic) (สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. 2545 : 33 - 36)

กระบวนการย่อยสลายของก๊าซชีวภาพ

ชาญชัย ลิมปิยากร และยุวนันท์ สันติทวีฤกษ์ (2544 : 5 - 6) ได้แบ่งกระบวนการย่อยสลายของก๊าซชีวภาพเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. การสร้างกรด (Acid Formation)
2. การสร้างก๊าซมีเทน (Methane Gas Formation)

ในส่วนแรก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน จะเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน กรดอะมิโน และแอลกอฮอล์ ในส่วนที่สองจะเกิดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนียมขึ้น ส่วนสารข้นเหลว (Slurry) ที่ถูกย่อยจะมีปริมาณลดลง หากทั้งสองส่วนผสมกันได้ดีภายในถังย่อยสลายก็จะช่วยลดระยะเวลาในการย่อยสลายให้น้อยลง

อุณหภูมิภายในถังย่อยสลายจะเป็นตัวกำหนดชนิดของการย่อยสลายดังนี้

1. การย่อยแบบไซครอฟิลลิค (Psychrophilic Digestion) อุณหภูมิ 10 - 20 องศาเซลเซียส ระยะเวลากักเก็บมากกว่า 100 วัน

2. การย่อยสลายแบบเมโซฟิลลิค (Mesophilic Digestion) อุณหภูมิ 20 - 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลากักเก็บมากกว่า 20 วัน

3. การย่อยสลายแบบเธอร์โมฟิลลิค (Thrmophilic Digestion) อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลากักเก็บมากกว่า 8 วัน

ในโรงผลิตก๊าซชีวภาพอย่างง่ายจะไม่มีการย่อยสลายแบบเธอร์โมฟิลลิค เนื่องจากการย่อยสลายชนิดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิในถังย่อยสลายให้สูงถึง 50 - 60 องศาเซลเซียส ทำให้ความซับซ้อนของระบบเพิ่มขึ้น

ค่า pH ของสารข้นเหลว ภายในถังย่อยสลายจะเป็นตัวชี้ว่า กระบวนการย่อยสลายกำลังทำงานอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมหรือไม่ ถังย่อยสลายควรจะอยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง (pH = 7)

ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพ

วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร (2556 : 1 - 7) ได้ระบุว่าปริมาณและคุณภาพก๊าซชีวภาพที่ได้ จะขึ้นอยู่กับประเภท ลักษณะ สมบัติ และคุณภาพของอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการควบคุม

สภาพแวดล้อมและปัจจัยในการหมัก ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียในระบบ ปริมาณสารอินทรีย์ ระดับอุณหภูมิเดินระบบ ระยะเวลาเก็บกัก การผสมคลุกเคล้า ค่า pH และปริมาณสารยับยั้งแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพจะประกอบไปด้วยมีเทน (CH_4) ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (HS_2) ประกอบอยู่มากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีสารอื่น ๆ อีก ระยะเวลาการเก็บจะมีผลต่อส่วนประกอบมีเทน มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าส่วนประกอบมีเทนต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซชีวภาพจะติดไฟ ได้ไม่นาน ในการผลิตก๊าซชีวภาพที่อยู่ในช่วง 3 - 5 วันแรก จะยังไม่สามารถนำก๊าซชีวภาพมาใช้ได้ เนื่องจากมีส่วนประกอบของมีเทนต่ำ นอกจากนี้ อุณหภูมิในการย่อยสลายและชนิดของมูล จะมีผลต่อส่วนประกอบมีเทนด้วย ถ้าอุณหภูมิในการย่อยสลายต่ำจะได้ส่วนประกอบมีเทนสูง แต่ก๊าซที่ผลิตได้มีปริมาณน้อย ส่วนมูลมีผลต่อส่วนประกอบมีเทน ดังตาราง 6

ตาราง 6 ส่วนประกอบมีเทนของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของมูล	ส่วนประกอบของมีเทน (เปอร์เซ็นต์)
มูลวัวมูลควาย	65
มูลสัตว์ปีก (เป็ด, ไก่, ห่าน)	60
มูลสุกร	67
ฟาง	59
หญ้า	70
ใบไม้	58
ขยะจากครัว	50
สาหร่าย	63
ผักตบชวา	52

ที่มา : วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร. 2556 : 1 - 7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การใช้ประโยชน์

1. ด้านพลังงาน ก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ก๊าซชีวภาพมีค่าความร้อนประมาณ 21 - 25 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ โดยหากมีระบบขนาดใหญ่ก๊าซชีวภาพที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า/ความร้อนโดยใช้เครื่องยนต์ก๊าซ (Gas

Engine) กังหันก๊าซ (Gas Turbine) หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรมแต่หากระบบมีขนากเล็กก็อาจนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์ดัดแปลงหรือใช้ผลิตความร้อนสำหรับฟาร์มปศุสัตว์ต่างๆ ส่วนระบบที่มีขนาดเล็กมากก๊าซชีวภาพที่ได้สามารถนำมาใช้สำหรับตะเกียงก๊าซ (Biogas Lamp) หรือเตาหุงต้มก็ได้ (วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร. 2556 : 1 - 7)

2. ด้านปุ๋ย ในการหมักก๊าซชีวภาพจำเป็นต้องระบายตะกอนออกจากถังหมักเพื่อรักษาปริมาตรบรรจุภายในบ่อหมักให้สามารถรองรับอินทรียวัตถุที่ป้อนเข้าสู่บ่อหมักในแต่ละวันให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ กากตะกอนที่ระบายออกมาจากบ่อหมักมีองค์ประกอบสำคัญคือฮิวมัส (Humus) ซึ่งเป็นอินทรียวัตถุคงสภาพและยากต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืชทำให้ดินร่วนซุยช่วยส่งเสริมการทำงานของรากพืชในการชอนไชดูดน้ำดูดอาหารและช่วยป้องกันการพังทลายของหน้าดินดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำกากตะกอนจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเพาะปลูกพืช (วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร. 2556 : 1 - 7)

ของเสียที่ผ่านกระบวนการหมัก จะมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ดี และมีสภาพความเป็นกลางกลิ่นไม่เหม็น สามารถให้ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ตลอดจนอินทรียวัตถุเหมาะสำหรับบำรุงดินเพื่อการเพาะปลูกอย่างยิ่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 10)

3. ด้านสิ่งแวดล้อม

3.1 ลดปัญหาของกลิ่นและก๊าซพิษ ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนผู้อยู่อาศัยบริเวณข้างเคียง

3.2 ลดปัญหาการเกิดโรค ไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ หรือแพร่พันธุ์เชื้อโรค และสัตว์นำโรค

3.3 ลดปัญหาเรื่องคุณภาพในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่เป็นต้นเหตุทำให้แหล่งน้ำสาธารณะเน่าเสีย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ม.ป.ป. : 10)

น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ

น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ จัดเป็นน้ำเสียประเภทหนึ่งที่เกิดจากการเกษตรกรรม เช่น การเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์โดยมี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารพิษต่าง ๆ ปริมาณสูงในน้ำเสีย (กรมควบคุมมลพิษ. 2542 : 31 - 52; อ้างถึงใน จินตรา นาครักษ์. 2549 : 3)

ลักษณะของน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

วนิดา โนบรรเทา. 2544 : 35 - 42; อ้างถึงใน จินตรา นาครักษ์ (2549 : 6 - 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชไว้ดังนี้

1. สารละลายน้ำ โดยเฉพาะสารอนินทรีย์จะทำให้น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพมีความเค็ม และความเค็มมีผลในการลดความสามารถที่จะดูดน้ำของพืชทำให้พืชสร้างผลผลิตได้น้อยลง การใช้น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อการปลูกพืชจึงต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมกับพืช และดิน

2. สารอินทรีย์ น้ำที่มีสารอินทรีย์แขวนลอยปะปนอยู่สูงโดยเฉพาะประเภทที่ง่ายต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ เมื่อใช้กับดินในสภาพที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดการอุดตันของช่องว่างในดินมีผลทำให้น้ำ และอากาศซึมผ่านได้ลำบาก และทำให้รากพืชดูดไปใช้ได้ยากขึ้น ถ้าให้สารอินทรีย์แก่ดินในระดับที่พอเหมาะจะเป็นแหล่งสำคัญที่ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างช้า ๆ และเมื่อถูกย่อยสลายเป็น ชิ้นเล็กชิ้นน้อยจะกลายเป็นสารปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ในรูปสารฮิวมัส ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีขึ้น

3. ความเป็นกรดเป็นด่าง ของน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพควรมีค่าที่เหมาะสมกับชนิดของดิน และพืช

4. ธาตุอาหารพืช ธาตุอาหารพืชจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้น ธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เมื่อใส่ลงดินจะมีกลไกหลายประการก่อนที่พืชจะดูดไปใช้ได้หรือเกิดการสูญเสียไป การจัดการให้พืชดูดเอาไปใช้อย่างพอเพียงจะช่วยให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

การที่พืชจะสร้างผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ดอกผล หรือเมล็ดได้นั้น ได้มีปัจจัยหลายอย่างเข้าร่วมกันกระทำแบบสืบเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่งจึงเกิดผล โดย ถวิล ครุฑกุล (2540 : 1 - 7) ได้อธิบายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1. พันธุกรรม (Gene) พันธุกรรมเป็นหน่วยขนาดเล็กมากที่สุดสำคัญที่สุดของจุดชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เป็นหน่วยที่สืบช่วงจากพ่อแม่ไปสู่ลูก ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่มีชีวิตที่ปรากฏออกมาให้เห็น เช่น ควบคุมให้มีรูปร่าง (ความสูง ทรงใบ ทรงปล้องตา ฯลฯ) คุณภาพ (ความหวาน ความสามารถในการใช้อาหารแร่ธาตุ ฯลฯ) แต่บางครั้งก็ไม่มีอำนาจมากพอที่จะบังคับให้แสดงลักษณะออกมาให้ปรากฏ แต่พันธุกรรมนี้จะยังแฝงอยู่ในสิ่งนั้นและสืบพันธุ์ส่งช่วงต่อไปได้ หรือบางครั้งต้องรอโอกาสที่เหมาะสมจึงจะแสดงออกมา เช่น ต้องรอจนพืชอ่อนแอเป็นต้นว่ากรณีของอ้อยตอปี 2 - 3 หรืออ้อยปลูกที่ใช้พันธุ์ ซึ่งผ่านการขยายพันธุ์มาหลายช่วงแล้ว ลักษณะที่ไม่ดีบางประการจะโผล่ออกมาให้เห็นพันธุกรรมที่แฝงอยู่ในพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์มีหลายตัว และแตกต่างกันไปบางตัวก็ควบคุมให้ได้ผลผลิตสูง ให้ทนแล้ง ให้มีความหวานสูง ให้มีทรงใบดี และการทิ้งใบเร็ว บ้างก็เป็นลักษณะเลว เช่น ต้นเล็กแคระแกรน อ่อนแอไม่ต้านทานโรค ฯลฯ

โดยสรุปแล้วพอกล่าวได้ว่า พันธุกรรมที่แฝงมาในพันธ์พืชเป็นสิ่งที่ควบคุมพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์มีลักษณะดีเลวต่าง ๆ กัน โดยพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดขอบเขตความสามารถสูงสุดของพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ (ขอบเขตสูงสุดนี้อาจปรากฏออกมาแล้วหรือยังแฝงอยู่ทั้งนี้สุดแต่กำลังของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมอื่นที่เกี่ยวพันด้วยจะเอื้ออำนวย) ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของนักผสมพันธุ์พืชที่จะต้องรวบรวมพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะดีที่พึงประสงค์ไปไว้ในพันธุ์ดีแล้วแนะนำให้ใช้พันธุ์พืชนั้น ๆ ต่อไป การเลือกใช้พันธุ์ที่ดีมีพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะดีและพึงประสงค์ ประกอบกับการจัดการให้สภาพแวดล้อมอื่น ๆ เหมาะสมด้วยย่อมมีผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้น การเลือกใช้พันธุ์ที่ดีจึงเป็นทางลัดในการเพาะปลูก เพราะมีโอกาสที่ดีที่จะได้ผลผลิตสูงอย่างทันทีทันควัน

2. พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลักของสิ่งมีชีวิตทั่วไป โดยเฉพาะพวกพืชที่มีสารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) แสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงหลายขนาดช่วงคลื่น ทั้งที่มองไม่เห็นและที่มองเห็น เฉพาะแสงสีขาวประกอบด้วยคลื่นแสงสีต่าง ๆ เช่น ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง คลื่นแสงสีน้ำเงินและสีแดงเป็นคลื่นแสงที่สารสีเขียวของพืชดูดซับไว้ได้มาก และมีบทบาทสำคัญยิ่งในการใช้พลังงานในการสังเคราะห์แป้ง - น้ำตาลจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำที่ใบพืช มีปริมาณของพลังงานแสงที่พืชได้รับขึ้นอยู่กับความมากน้อยของแสงอาทิตย์ มุมที่แสงตกกระทบลักษณะการตั้งและการหันหน้าเข้าหาแสงของใบ ยามเที่ยงวันย่อมมีแสงจ้ามากกว่ายามเช้าตรู่หรือยามพระอาทิตย์ตกดิน วันที่ไม่มีเมฆหมอกดีกว่าวันครึ้มฝน วันยาวย่อมดีกว่าวันสั้น และใบพืชที่ตั้งทำมุม 30 - 45 องศากับต้นย่อมดีกว่าใบใหญ่แบนทำมุมฉากกับต้นพืช โดยทั่วไปพอกล่าวได้ว่าตามสภาพฟ้าอากาศของประเทศไทยมีพลังงานจากแสงอาทิตย์พอเพียงกับความต้องการของพืชตลอดปี (ถ้าหากไม่ปลูกถี่หรือมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากจนเกินไปหรือปลูกในที่ร่ม)

3. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่กิจกรรมเพื่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตดำเนินเป็นปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 15 ถึง 35 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 หรือสูงกว่า 35 องศา กิจกรรมเพื่อดำรงชีพต่าง ๆ ผิดปกติ มีผลทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ เช่น อุณหภูมิสูง อัตราการหายใจเร็วขึ้นเผาผลาญแป้งน้ำตาลมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตลดต่ำลง ตามสภาพอุณหภูมิอากาศของประเทศไทยไม่มีปัญหาของอุณหภูมิสูง หรือต่ำเกินไปจนเป็นผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ยกเว้นบางบริเวณในฤดูหนาวที่อุณหภูมิลดต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เคยมีรายงานว่าใบอ่อนพืชมีลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวกเนื่องจากน้ำในใบเป็นเกร็ดน้ำแข็งทิ่มแทงผนังเซลล์แตกใบตายไป

4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเป็นวัตถุดิบร่วมกับน้ำในขบวนการสังเคราะห์แสงโดยเกิดขึ้นที่ใบ เมื่อใบสร้างแป้ง - น้ำตาลแล้วส่งต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชตามที่พืชต้องการในรายงานการทดลองพิเศษที่บังคับให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า

ที่มีอยู่ในอากาศ มีผลทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มมากกว่าเดิมได้ แต่ตามสภาวะของธรรมชาติไม่มีทางปฏิบัติได้อย่างไรก็ตาม ผลของงานทดลองนี้ก็ยืนยันว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควบคุมผลผลิตพืชได้ ถ้าหากขาดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พืชย่อมไม่สามารถสร้างแป้ง - น้ำตาลได้อย่างเพียงพอ ความเป็นจริงแล้วในอากาศมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างคงตัวและมีปริมาณมาก ในวงจรของคาร์บอนพบว่ามีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอย่างมากมายในน้ำทะเล อย่างไม่มีวันหมดสิ้น ประกอบกับมีการหมุนเวียนของอากาศเหนือผิวโลกตลอดเวลาย่อมมีการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้พืชได้อย่างเพียงพอตลอดเวลา แม้ว่าบางส่วน (ส่วนน้อย น้อยกว่า 5% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนผิวโลก) จะถูกพืชดูดไปใช้สร้างแป้ง - น้ำตาลสะสมในต้นไม้ก็ตาม แต่ก็จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำทะเลออกมาทดแทน ดังนั้นปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจึงไม่ใช่ปัจจัยที่ควบคุมผลผลิตของพืชไม่ว่าจะปลูกที่ใดในโลก (แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศในดินถ้ามีมากเกินไปก็หยุดชะงักการเจริญเติบโตของพืชได้)

5. ก๊าซออกซิเจน สิ่งมีชีวิตส่วนมากจำต้องใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ สำหรับพืชโดยเฉพาะส่วนที่อยู่ในอากาศหรือในดินล้วนต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจทั้งนั้น พืชประกอบด้วย หน่วยเล็กที่เรียกว่าเซลล์มากมายและแยกเป็นอิสระจากกันในการหายใจ ส่วนของพืชที่อยู่ในอากาศย่อมไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการขาดก๊าซออกซิเจนในการหายใจ เพราะในอากาศมีก๊าซออกซิเจนมากกว่า 20% โดยปริมาตรอยู่แล้ว แต่ส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดิน โดยเฉพาะรากที่ยังมีชีวิตอยู่จำเป็นต้องมีก๊าซออกซิเจนสำหรับหายใจ (ยกเว้นพืชอื่นบางชนิด เช่น ข้าว ซึ่งมีท่ออากาศจากข้อต่อแผ่นใบกลับกาบใบต่อลงไปถึงราก พืชน้ำทั่วไปก็มีท่ออากาศเช่นนี้ รากของพืชน้ำย่อมไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องนี้ แต่พืชบกทั้งหลายไม่มีท่ออากาศจากใบต่อเชื่อมถึงปลายราก) ดังนั้นรากของพืชเหล่านี้โดยเฉพาะเซลล์ที่ปลายรากต้องได้ก๊าซออกซิเจนจากอากาศในดินเพื่อการหายใจ ถ้าหากปริมาตรของก๊าซออกซิเจนในอากาศในดินมีไม่เพียงพอ ย่อมกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของราก เช่น อาจหยุดชะงักการเจริญเติบโต หรือหยุดการยืดขยายออกไป หรือถ้าขาดก๊าซออกซิเจนเป็นเวลานานรากอาจตายได้ การยืดขยายของรากมีผลต่อการหาน้ำและอาหารแร่ธาตุ ซึ่งจะส่งผลสะท้อนถึงการเจริญเติบโตของต้นพืชโดยส่วนรวมต่อไปด้วย ดังนั้นก๊าซออกซิเจนของอากาศในดินจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการควบคุมผลผลิตของพืชดังจะเห็นได้ชัดในดินอัดแน่นหรือเป็นแผ่นผิวดินแข็งไม่มีช่องให้อากาศถ่ายเทได้ พืชจะให้ผลผลิตต่ำเสมอหรือถ้าน้ำท่วมโคนพืชสูงกว่าผิวดินนาน 3 - 7 วัน พืชจะตาย (แต่ถ้าพืชบางชนิดที่สามารถสร้างรากอากาศได้ เช่น ต้นไทร อ้อยที่มีรากอากาศเหนือผิวน้ำพืชนั้นจะไม่ตาย แต่ผลผลิตก็ต่ำมากเพราะขาดอาหารแร่ธาตุจากดิน)

6. น้ำ น้ำเป็นวัตถุดิบร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แป้ง - น้ำตาล โดยทั่วไปแล้ว เพียงประมาณ 5% ของน้ำที่ผ่านเข้าไปในพืชถูกใช้ในการสร้างแป้ง - น้ำตาล

และสารอื่น ๆ (หรือน้ำหนักแห้ง) และเป็นน้ำเหลวอยู่ในพืช น้ำอีกกว่า 90% เป็นน้ำที่คลายออกทางใบ น้ำในพืชทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ทำให้เซลล์เต่งตัวเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แป้ง - น้ำตาล ช่วยในการขนย้ายแป้ง - น้ำตาลและสารต่าง ๆ ที่พืชผลิตขึ้นไปส่งยังที่เก็บต่าง ๆ หรือเป็นตัวเจือจาง ทำให้สิ่งอื่น ๆ ทำงานได้ตามปกติ เช่น น้ำในโปรโตพลาสม์ (Protoplasm) ทำให้โปรโตพลาสม์ทำงานคล่องไม่แข็งเกาะกันอยู่นิ่ง น้ำฝนที่ตกมาแม้จะถูกใบพืช แต่พืชใช้น้ำเช่นนี้ได้น้อยมากเพราะน้ำเข้าสู่พืชได้เพียงเล็กน้อย น้ำที่เข้าสู่พืชส่วนใหญ่ (กว่า 98%) มาจากน้ำในดินที่รากดูดเข้ามา ปริมาณน้ำที่พืชต้องการเพื่อการดำรงชีพอาจมากกว่า 500 - 1,000 เท่าของน้ำหนักแห้งของพืช เมื่อเฉลี่ยตลอดอายุของพืช อนุมานจากข้อมูลนี้ประกอบกับลักษณะการเจริญเติบโตการสะสมน้ำหนักแห้งโดยเพิ่มรายวันจากต้นกล้าเล็ก ๆ จนเป็นต้นโตแล้ว ดินจะต้องมีน้ำให้พืชใช้อย่างเพียงพอกับการคายน้ำทางใบตลอดเวลา และปริมาณน้ำเพิ่มอีกเล็กน้อย (5%) เพื่อใช้ในการสร้างสมน้ำหนักแห้ง และเพื่อทำหน้าที่หล่อเลี้ยงส่วนที่ต้องการน้ำของพืช อัตราการคายน้ำของพืชต้นเล็กอาจเป็นเพียง 0.1 มิลลิเมตรต่อวัน แต่พอพืชโตอัตราการคายน้ำ อาจเพิ่มมากเป็น 10 มิลลิเมตรต่อวัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการที่ดินมีน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตทันที เพราะไม่มีน้ำไปทำหน้าที่ต่าง ๆในพืช โดยเฉพาะการเต่งตัวของเซลล์ (เพื่อรักษารูปร่าง) และการควบคุมอุณหภูมิภายในต้นพืช ทำให้ขบวนการสังเคราะห์สารต่าง ๆ หยุดชะงักหมด และเป็นปัญหาที่แก้ไม่ตกของการเพาะปลูกในทุกแห่ง (ยกเว้นในเขตชลประทานที่มีการปล่อยน้ำ ให้น้ำอย่างเพียงพอตลอดเวลา) น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมผลผลิตของพืชที่ปลูกในเขตที่ไม่มีน้ำชลประทาน หรือแหล่งน้ำอื่นเพื่อช่วย น้ำฝนอย่างเดียวไม่อยู่ในสภาพที่จะสามารถให้น้ำแก่พืชที่ปลูกในฤดูฝนอย่างเพียงพอตลอดเวลาที่พืชเจริญเติบโตได้ตามธรรมชาติ ในวันที่ฝนตกหนักอาจได้น้ำมากเกินไป แต่ถ้าฝนทิ้งช่วง (ไม่ตกลงมาอีก) 10 - 20 วัน (ยิ่งถ้าปลูกในกระถางยิ่งเร็วมาก อาจเป็นเพียง 1 - 2 วันเท่านั้น) น้ำในดินมักมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้พืชเหี่ยวและชะงักการเจริญเติบโตได้ หรืออาจรุนแรงถึงพืชต้องตายได้

7. อาหารแร่ธาตุของพืช ถ้าเป็นอาหารแร่ธาตุของพืชที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของพืชมี 16 ธาตุ คือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ได้จากน้ำและอากาศซึ่งโดยทั่วไปเกินพอ (แต่น้ำอาจมีปัญหาดังกล่าวแล้วในเรื่องน้ำ) นอกจากนั้น คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน ส่วนมากได้มาจากดิน โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดินมีไม่ค่อยเพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มให้ในรูปของปุ๋ยต่าง ๆ เสมอ

8. ที่สำหรับหยั่งรากยึดให้ลำต้นตั้งอยู่ได้ พืชที่ล้มเอียงไม่ตั้งตรงมีลักษณะของการแตกกิ่งก้าน และการเจริญเติบโตของส่วนยอดเลวกว่าพืชที่ตั้งตรงเสมอเพราะการรับแสงไม่ทั่วถึง

จึงกระทบถึงการสร้างแป้ง - น้ำตาลของพืช ดังนั้น การที่มีของบางอย่างให้พืชหยั่งรากและยึดพยุงให้ต้นพืชตั้งตรงย่อมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

9. ความปราศจากศัตรูรบกวน พืชที่ถูกศัตรูเช่นโรคแมลงหรือสัตว์อื่นทำลาย และวัชพืชแย่งแสง น้ำ อาหารแร่ธาตุ พืชที่อยู่ในลักษณะเช่นนี้ย่อมมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ผลผลิต (อาจรวมถึงคุณภาพ เช่น ความหวาน) ลดลงได้ ปริมาณการสูญเสียของผลผลิตขึ้นอยู่กับความมากน้อยของการระบาด และความรุนแรงในการทำลายของศัตรูเหล่านี้ พืชที่ปราศจากศัตรูพืชรบกวนย่อมได้ผลผลิตตามที่ปัจจัยอื่น ๆ ควบคุมไว้

ผักคะน้า

คะน้ามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* และมีชื่อสามัญว่า Chinese Kale, Kailan, Chinese Broccoli, Kailaan, Gai Lan อยู่ในวงศ์ Cruciferaceae (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

ถิ่นกำเนิดและการกระจายตัว

ถิ่นกำเนิด คะน้ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย ปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ฮ่องกง ไต้หวัน มาเลเซียและประเทศไทย อยู่ในเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนกึ่งหนาว ละติจูดระหว่างเส้นรุ้ง 45 องศาเหนือ ถึง 30 องศาใต้ โดยการกระจายตัวและการปรับตัว ผักคะน้าสามารถปลูกได้ทุกฤดู และทั่วทุกภาคของประเทศ ประเทศไทยสามารถปลูกคะน้าได้ตลอดทั้งปี แต่ช่วงเวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 45 - 55 วัน เป็นผักที่มีอายุ 2 ปี แต่ส่วนใหญ่ปลูกเป็นพืชปีเดียว ปลูกได้ดีในพื้นที่มีอุณหภูมิเหมาะสม ระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส มีความทนทานต่อระดับความเค็มของดินสูง ทนทานต่อความเป็นกรดในดินได้ปานกลาง เป็นผักประเภทรากตื้น จึงปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแสงแดดเต็มที่ตลอดทั้งวัน และความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

ความสำคัญของคะน้า

ไฉน ยอดเพชร (2542 : 77 - 84) ได้อธิบายถึงความสำคัญไว้ดังนี้

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปัจจุบันคะน้าเป็นพืชผักพื้นเมืองที่สำคัญของไทย เพราะปลูกง่าย ปลูกได้ตลอดปี ประชาชนนิยมบริโภค เนื่องจากมีรสชาติอร่อย ราคาถูก ปริมาณมูลค่าที่ผักคะน้าจำหน่ายในท้องถิ่นและตลาดกลางในแต่ละวัน และแต่ละเดือนเป็นมูลค่ามหาศาล อาจกล่าวได้ว่าประชาชนไทยใช้คะน้าประกอบอาหารสำหรับบริโภคเป็นเงินวันละหลายล้านบาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ความสำคัญทางคุณค่าทางอาหาร คะน้าเป็นพืชผักที่มีสีเขียว จึงเป็นพืชผักที่มีวิตามินเอ และวิตามินซีสูง และนอกจากนี้คะน้ายังมีสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แร่ธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัส สูงอีกด้วย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 1 - 10) ได้อธิบายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักคะน้าไว้ดังนี้

ราก : รากคะน้าเป็นระบบรากแก้ว อยู่ในระดับตื้น มีความลึก 18 - 24 นิ้ว ส่วนที่ใหญ่สุดของรากแล้วประมาณ 1.50 เซนติเมตร มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้วมาก โดยรากแขนงแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน

ลำต้น : ลำต้นเป็นลำต้นเดี่ยวอวบ ส่วนกลางป่องใหญ่ ขนาดลำต้นสูงเฉลี่ย 33.40 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด 3.00 เซนติเมตร น้ำหนักต่อต้นเฉลี่ย 150 กรัม

ใบ : พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย พันธุ์ใบแหลมเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียบ ปลายใบแหลมตั้งชี้ขึ้น ก้านใบบาง ช่วงข้อยาว มีน้ำหนักส่วนที่เป็นลำต้นและก้านมากกว่า จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 9 ใบ

เมล็ด : เมล็ดค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ผิวเมล็ดเรียบ น้ำหนัก 1 กรัม มีเมล็ดประมาณ 200 - 300 เมล็ด

การจำแนกพันธุ์คะน้า

คะน้าเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นสูงประมาณ 30 เซนติเมตร มีข้อตามลำต้น มีใบแบบธรรมดา (Simple Leaf) มีการจัดเรียงใบแบบสลับ (Altemate) ลักษณะใบแบบ (Obevate) มีดอกสมบูรณ์เพศ มีช่อดอกแบบ (Raceme) เกษม พันลึก (2524 : 96) กล่าวว่า คะน้าอาจแบ่งออกเป็น 7 สายพันธุ์ คือ

1. ไป่ฮวาไก่หลัน (Paak Fa Kaai Laan) มีลักษณะดอกสีขาว
2. หงฮวาไก่หลัน (Hong Fa Kaai Laan) มีลักษณะดอกสีแดง
3. ซุยอิบไก่หลัน (Tsau ip Kaai Laan) มีลักษณะดอกใบย่น
4. ไป่ฮวาไก่หลัน (Paak Fa Kaai Laan) มีลักษณะดอกสีขาว ปล้องยาว ใบน้อย
5. เอินเอิบไป่ฮาว (Uen ip Paak Fa) มีลักษณะดอกขาว ใบกลมอายุ 80 วันหลังหยอดเมล็ด
6. เอินเอิบวองฮวา (Uen ip Paak Fa) มีลักษณะดอกเหลืองใบกลม อายุเก็บเกี่ยว 40 - 45 วันหลังย้ายปลูก
7. ซิมอิบไป่ฮวา (Tsim ip Paak Fa) มีลักษณะดอกขาว ปลายใบเหลม อายุเก็บเกี่ยว 70 - 80 วัน หลังจากหยอดเมล็ด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 1 - 10) ได้ระบุว่าจากจำนวนคะน้าทั้ง 7 พันธุ์ ดังกล่าวนั้น จำนวน 3 สายพันธุ์แรก นิยมปลูกในฮ่องกง นอกนั้นนิยมปลูกในไต้หวัน สำหรับพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์คะน้าดอกขาว โดยสั่งเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 พันธุ์ด้วยกันคือ

1. พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายแหลมมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 พันธุ์บางบัวทอง 35 เป็นต้น

2. พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่างผิวใบเรียบ ได้แก่ พันธุ์ P.L 20 คะน้าไอริส 012 คะน้าเบอร์ 066 เป็นต้น

3. พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลม แต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่า ปล้องยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม่โจ้ 1 คะน้ายอดไต้หวัน เป็นต้น พันธุ์แม่โจ้ 1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความนิยมของผู้บริโภคลำต้นเดี่ยวอวบให้ผลผลิตสูงทุกภาคตลอดปี ผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นจะนิยมบริโภคพันธุ์คะน้าที่ไม่เหมือนกัน จึงควรเลือกปลูกพันธุ์ตามความต้องการของตลาดในท้องถิ่นนั้น บางท้องถิ่นอาจจะนิยมบริโภคคะน้าใบ บางท้องถิ่นนิยมบริโภคคะน้ายอด การเลือกซื้อเมล็ดพันธุ์คะน้าโดยทั่วไปเกษตรจะซื้อกันจากร้านค้าย่อย หรือซื้อจากพ่อค้าท้องถิ่นที่รับซื้อผลผลิตพืชผักของเกษตรกร

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม

1. สภาพดินปลูก คะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแถบทุกชนิด แต่ดินที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ ดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี ความชื้นสูง pH ที่เหมาะสมประมาณ 6.0 - 7.50 (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 16)

2. ความต้องการอุณหภูมิ ปกติคะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดี ในช่วงอุณหภูมิ 18 - 24 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการหายใจ และการสังเคราะห์อาหารของคะน้า แต่คะน้ามีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง และให้ผลผลิตที่น่าพอใจในสภาพภูมิมิอากาศสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อได้เปรียบกะหล่ำพวกอื่น ๆ ตรงที่ไม่ต้องผ่านการห่อปลีหรือออกดอกก่อนเก็บเกี่ยว (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 16)

3. ความต้องการความชื้นในดิน คะน้าเป็นพืชผักที่มีอายุสั้นเจริญเติบโตเร็ว ใช้ต้น ใบและก้าน ในการบริโภค ดังนั้นเพื่อให้คะน้ามีคุณภาพดี ต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ความชื้นในดินที่คะน้าต้องการประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าขาดน้ำคะน้าจะชะงักการเจริญเติบโต มีเส้นใยมาก รสชาติไม่อร่อย (ไฉน ยอดเพชร. 2542 : 77 - 84)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การเพาะกล้าและเตรียมดิน

1. การเพาะกล้า แปลงเพาะกล้าควรมีขนาดกว้าง 1 เมตร ส่วนความยาวตามความเหมาะสม การเตรียมดินควรไถพรวนดินอย่างดี ตากดินไว้ประมาณ 5 - 7 วัน ย่อยหน้าดินให้ละเอียด แล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว คลุกเคล้าให้เข้ากับดินให้ทั่ว จากนั้นจึงหว่านเมล็ดให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลง กลบเมล็ดด้วยดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้วให้หนาประมาณ 0.6 - 1.0 เซนติเมตร คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งบาง ๆ รดน้ำให้ชุ่มด้วยบัวฝอยละเอียด ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน ดูแลต้นกล้าโดยถอนต้นอ่อนแอหรือเบียดกันแน่นทิ้งไป เพื่อให้ต้นกล้าที่เหลือแข็งแรงสมบูรณ์ ดูแลป้องกันโรคแมลงที่เกิดขึ้น เมื่อกล้ามีอายุประมาณ 25 - 30 วัน จึงทำการย้ายไปปลูกในแปลงปลูก (ประสิทธิ์ กาบจันทร์. 2557 : 4)

2. ระบบปลูกและระยะปลูก การปลูกคะน้านิยมปลูกแบบหว่านกระจายทั่วแปลงมากที่สุด และแบบเป็นแถว การหว่านเมล็ดกระจายทั่วแปลงเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดใหญ่เป็นการค้า เช่น แปลงยกร่องแบบภาคกลางที่นิยมเตรียมดินโดยใช้แรงงานเครื่องจักรและให้น้ำแบบลากเรือพ่นรด ส่วนการปลูกแบบแถวเหมาะสำหรับแปลงปลูกขนาดเล็กหรือผักสวนครัว เตรียมดินโดยการใช้แรงงานคนและให้น้ำแบบใช้บัวรดน้ำหรือลากสายยางติดฝักบัวพ่นรด สำหรับระยะที่ปลูกที่เหมาะสมโดยหลังจากถอนแยกจัดระยะครั้งสุดท้าย ควรให้มีระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 20 x 20 เซนติเมตร (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

3. การเตรียมดิน เนื่องจากคะน้าเป็นผักรากตื้นจึงควรขุดดินให้ลึกประมาณ 15 - 20 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7 - 10 วัน และนำปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วมาใส่คลุกเคล้าให้เข้ากับดิน ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงสภาพทางกายภาพและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ย่อยหน้าดินให้มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะการปลูกแบบหว่านโดยตรงลงในแปลง เพื่อไม่ให้เมล็ดตกลึกลงไปในดินเพราะจะไม่งอกหรืองอกยาก ถ้าดินเป็นกรดควรใส่ปูนขาวเพื่อปรับปรุงดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

การปลูก

หลังจากเตรียมดินโดยย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้ว นิยมหว่านเมล็ดบนแปลงปลูกโดยตรงมากกว่าการย้ายกล้า หว่านเมล็ดให้กระจายทั่วผิวแปลง ให้เมล็ดห่างกันประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร ใช้ดินผสมหรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีแล้วหว่านกลบเมล็ดให้หนา ประมาณ 0.6 - 1.0 เซนติเมตร เพื่อเก็บรักษาความชื้นให้เมล็ดและป้องกันเมล็ดถูกน้ำกระแทกกระจาย คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งสะอาดบาง ๆ รดน้ำให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ ต้นกล้าจะงอกภายใน 7 วัน หลังจากคะน้างอกแล้วประมาณ 20 วัน หรือต้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ให้เริ่มทำการถอนแยกครั้งแรก โดยเลือก

ถอนต้นที่ไม่สมบูรณ์ออก ให้เหลือระยะห่างต้นไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งต้นอ่อนของคะน้าในวัยนี้เมื่อเด็ดรากออกแล้วสามารถนำไปขายได้ และเมื่อคะน้ามีอายุได้ประมาณ 30 วัน จึงทำการถอนแยกครั้งที่ 2 โดยให้เหลือระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และต้นคะน้าที่ถอนแยกออกมาในวัยนี้ตัดรากออกแล้วส่งขายตลาดเป็นยอดผักได้เช่นกัน ซึ่งผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นยอดผักเพราะอ่อนและอร่อย ในการถอนแยกคะน้าแต่ละครั้งควรทำการกำจัดวัชพืชไปในตัวด้วย โดยใช้แรงงานคนในการถอนและตัดรากนำไปขายซึ่งสามารถทำให้เกษตรมีรายได้เพิ่มขึ้น การปลูกคะน้าในแต่ละฤดูปลูกสามารถขายได้ 3 ครั้ง คือ เมื่อถอนแยกครั้งแรก ถอนแยกครั้งที่ 2 และตอนตัดต้นขาย (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10; ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 17 ; กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2531 : 37)

การดูแลรักษา

1. การใส่ปุ๋ย เนื่องจากคะน้าเป็นผักกินใบและลำต้นจึงควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง สัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใช้คือ N:P:K เท่ากับ 2:1:1 เช่นปุ๋ยสูตร 20 - 11 - 11 ในอัตราประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละเท่า ๆ กัน คือ ใส่หลังจากถอนแยกครั้งแรก และหลังถอนแยกครั้งที่สอง แต่ถ้าเป็นการปลูกด้วยต้นกล้า การใส่ปุ๋ยเพียง 2 ครั้งก็พอคือ ครั้งที่หนึ่งของปุ๋ยใส่ก่อนปลูกเป็นปุ๋ยรองก้นหลุมส่วนอีกครั้งหนึ่งใส่ในระยะ 20 - 25 วันหลังจากย้ายปลูก อนึ่ง ในการใส่ปุ๋ยครั้งที่สองจากการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงนั้น อาจใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแทนปุ๋ยสูตรก็ได้เช่นยูเรีย อัตรา 20 - 30 กิโลกรัมต่อไร่ ก็ได้ผลดี การใช้ปุ๋ยยูเรียจะใช้โรยระหว่างแถว แล้วพรวนดินกลบหรือผสมกับน้ำอัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นก็ได้ (ไฉน ยอดเพชร. 2542 : 77 - 84) อย่างไรก็ตามหากสังเกตว่าผักที่ปลูกไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควร อาจใส่ปุ๋ยบำรุงเพิ่มเติม เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต โดยให้ทางรากหรือละลายน้ำในอัตราประมาณ 3 - 4 ช้อนแกง ต่อน้ำ 1 ปี๊บ ฉีดพ่นทางใบ (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

2. การให้น้ำ คะน้าเป็นพืชที่ต้องการน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอเพราะต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการปลูกคะน้าถึงต้องปลูกในแหล่งที่มีน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก หากคะน้าขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตและคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เมล็ดเริ่มงอกยิ่งขาดน้ำไม่ได้เลย วิธีการให้น้ำคะน้าโดยการฉีดฝอยฉีดให้ทั่วและชุ่มให้น้ำคะน้าวันละ 2 เวลาคือ เช้าและเย็น (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10 ; กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2531 : 37)

การป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักคะน้า

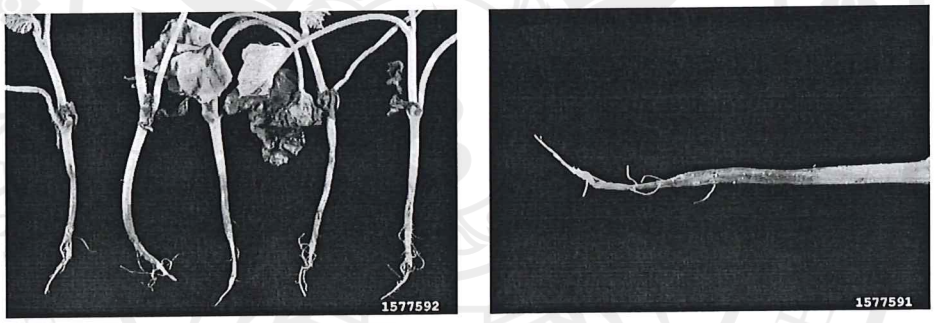
สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 1 - 10) ได้กล่าวถึงการป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักคะน้า ดังนี้

1. โรคพืชที่สำคัญ

1.1 โรคเน่าคอดิน (Damping Off)

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

ลักษณะอาการ ต้นกล้าจะเกิดการเป็นแผลช้ำที่โคนต้นระดับดิน เนื้อเยื่อตรงแผลเน่าและแห้งไปอย่างรวดเร็ว ถ้าถูกแสงแดดทำให้ต้นกล้าหักพับ ต้นเหี่ยวแห้งตายในเวลารวดเร็ว บริเวณที่เป็นโรคจะค่อย ๆ ขยายกว้างออกเป็นวงกลม ต้นกล้าจากค่อย ๆ เหี่ยวตาย ช่วงเวลาระบาดเป็นโรคที่เกิดขึ้นเฉพาะในแปลงต้นกล้าเท่านั้น เนื่องจากการหว่านเมล็ดที่แน่นทึบ อับลมและต้นเบียดกันมาก และหากสภาพอากาศมีความชื้นสูงทำให้มีการระบาดยิ่งขึ้น ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 อาการของโรคเน่าคอดิน

ที่มา : Gerald Holmes. Online. n.d. a

การป้องกันกำจัด

1. การเตรียมแปลงเพาะ ควรย่อยดินให้ละเอียดและให้ถูกแสงแดดจัด นานพอสมควรก่อนหว่านเมล็ด

2. ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราคลุกเมล็ดก่อนปลูก เช่น ไธแรม มาเน็บ 2 - 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม

3. ไม่หว่านเมล็ดคะน้าให้แน่นเกินไป

4. ไม่ควรรดน้ำในแปลงกล้ามากเกินไป แปลงกล้าควรมีการระบายน้ำได้ดี

5. ถ้าโรคระบาดในแปลงกล้าควรราดดินด้วย พีซีเอ็มบี หรือโพรพาโมคาร์บ

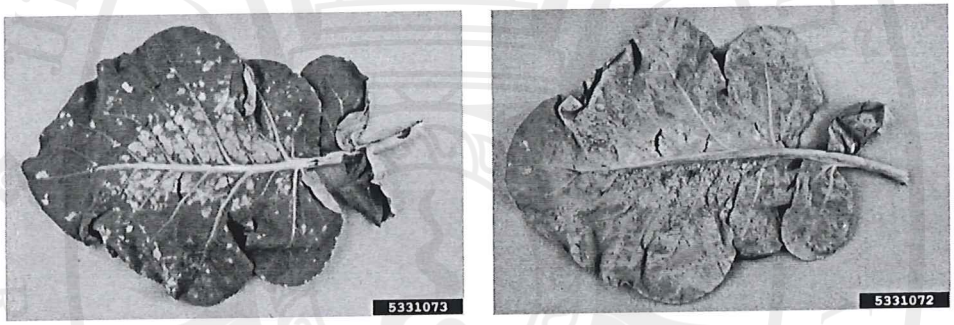
6. ใช้เชื้อไตรโคเดอร์ม่า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.2 โรคราน้ำค้าง

สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica*

ลักษณะอาการ ใบเป็นจุดสีดำอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ด้านใต้ใบ ตรงจุดเหล่านี้จะมีราสีขาวอมเทาอ่อน คล้ายผงแป้งขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ กระจายทั่วไป ใบที่อยู่ตอนล่าง ๆ จะมีแผลเกิดก่อนแล้วลุกลามขึ้นไปยังใบที่อยู่สูงกว่า ใบที่มีเชื้อราขึ้นเป็นกลุ่มกระจายเต็มใบจะมีลักษณะเหลืองและใบจะร่วงหรือแห้ง ในเวลาที่อากาศไม่ชื้นจะไม่พบผงแป้งและแผลแห้งเป็นสีเทาดำ โรคนี้ระบาดได้ทั้งระยะต้นกล้าจนเจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งจะทำความเสียหายใบ โรคนี้ไม่ทำให้ต้นคะน้าตาย แต่ทำให้น้ำหนักลดลง เพราะต้องตัดใบที่เป็นโรคทิ้ง ทำให้ได้น้ำหนักน้อยลง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 อาการของโรคราน้ำค้างในใบคะน้า

ที่มา : Virginia Tech Learning Resources Center. Online. n.d.

การป้องกันกำจัด

1. ในฤดูหนาวแช่เมล็ดในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช เมตาแลกซิล ก่อนปลูก

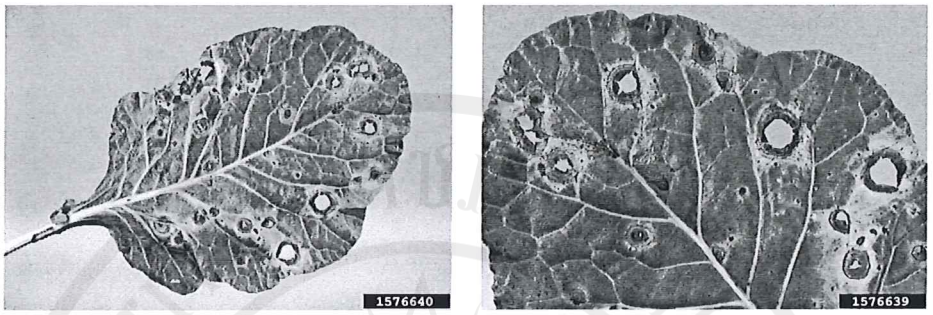
2. เมื่อมีอาการระบาดของโรคในแปลงปลูก พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช เมตาแลกซิล + แมนโคเซบ โพรพิเนบ + ไซม๊อกซานิล อ๊อกซาไดซิล + แมนโคเซบ ตามอัตราที่ระบุไว้บนฉลาก

1.3 โรคแผลวงกลมสีน้ำตาลไหม้

สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา *Alternaria* sp.

ลักษณะอาการ ใบที่เป็นโรคจะมีวงกลมสีน้ำตาลซ้อนกันหลายชั้น เนื้อเยื่อรอบ ๆ แผลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ขนาดของแผลมีทั้งใหญ่และเล็ก บนแผลมักจะมีเชื้อราขึ้นบาง ๆ มองเห็นเป็นผงสีดำเนื้อเยื่อบุ๋มลงไปเล็กน้อย ใบแก่ที่อยู่ตอนล่างของลำต้นจะเป็นโรคนี้มาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 4 อาการของโรคแผลวงกลมสีน้ำตาลไหม้
ที่มา : Gerald Holmes. Online. n.d. b

การป้องกันกำจัด การฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดเชื้อราอยู่เสมอจะช่วยป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดนี้และเชื้อราโรคอื่น ๆ ด้วย สารเคมีกำจัดเชื้อราเกือบทุกชนิดให้ผลดียกเว้น เบนโมนิล หรือเบนเลท และกำมะถันที่ไม่ให้ผลแต่อย่างใด

2. แมลงศัตรูที่สำคัญ

2.1 หนอนกระทู้ผัก (Common Cutworm) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Spodoptera litura* ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน เมื่อกางปีกกว้างประมาณ 3 เซนติเมตร ลำตัวยาว 1.5 เซนติเมตร ปีกคู่หน้ามีจุดสีน้ำตาลเข้ม มีลวดลายเต็มปีก ส่วนปีกคู่หลังสีขาวและบาง ลำตัวมีขนสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ตัวเมียวางไข่ได้ประมาณ 200 - 300 ฟอง โดยมีขนสีน้ำตาลปกคลุมไข่ไว้ ไข่ใหม่ ๆ จะมีสีขาวนวลและจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำเมื่อใกล้ฟักออกเป็นตัวหนอนจะมีอายุประมาณ 3 - 7 วัน ตัวหนอนเมื่อออกจากไข่ใหม่ ๆ จะมีสีเขียวอ่อนหรือสีนวลรวมกันเป็นกลุ่มตรงที่ฟักไข่ออกนั้น หนอนส่วนมากจะออกหากินในเวลากลางคืน ระยะตัวหนอน ใช้เวลาประมาณ 15 - 20 วัน จากนั้นจะเข้าดักแด้ตามใต้ผิวดิน ดักแด้มีสีน้ำตาลดำ ยาวประมาณ 1.50 - 1.80 เซนติเมตร ระยะดักแด้ ใช้เวลาประมาณ 7 - 10 วัน จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย

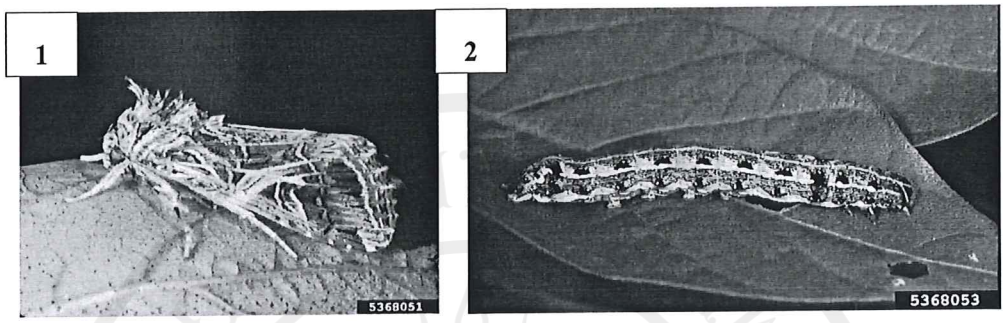
ลักษณะการทำลาย หนอนจะกัดกินใบและก้านใบของคะน้า มักจะเข้าทำลายเป็นหย่อม ๆ ตามจุดที่ผีเสื้อวางไข่ หนอนชนิดนี้สังเกตได้ง่ายคือ ลำตัวอ้วนป้อม ผิวหนังเรียบคล้ายหนอนกระทู้หอมมีสีสันต่าง ๆ กัน มีแถบสีขาวข้างลำตัว เมื่อโตเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การป้องกันกำจัด

1. ติดตามสำรวจดูสวนผักอย่างสม่ำเสมอ ถ้าพบเห็นลักษณะการทำลายของหนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ ให้เก็บทำลาย

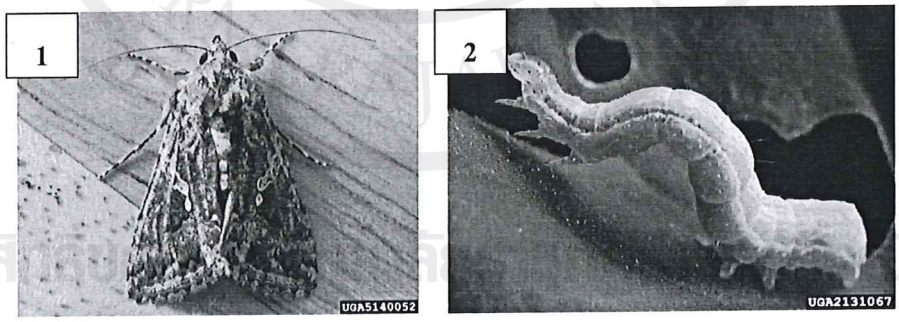
2. ถ้าหนอนกระจายออกไปกัดกินใบพืชมากแล้ว ให้พ่นด้วย ไตรอะโซฟอส 40% อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือไซฮาโลทริน 25% อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร



ภาพประกอบ 5 ระยะผีเสื้อของหนอนกระทู้ผัก (1), ระยะตัวหนอนกระทู้ผัก (2)
ที่มา : Merle Shepard, Gerald R.Carner, and P.A.C Ooi. Online. n.d.

2.1 หนอนคืบกะหล่ำ (Cabbage Looper) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Trichoplusia ni Hubber* ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดกลาง กางปีกเต็มที่ยาว 3 เซนติเมตร สีเทาดำ กลางปีกคู่หน้ามีจุดสีขาวข้างละ 1 จุด แม่ผีเสื้อจะวางไข่ขาวนวลใต้ใบเม็ดกลมเล็ก ๆ ไข่จะถูกวางเดี่ยว ๆ ทั่วไป ไข่มีอายุ 3 วันจึงฟักออกเป็นตัวหนอน หนอนที่มีขนาดเล็กจะแทะผิวใบด้านล่าง หนอนในระยะนี้มีสีใสต่อมามีสีเข้มขึ้น เมื่อโตเต็มที่มีสีซีดลง มีสีขาวพาดยาว นอนเมื่อโตเต็มที่ยาว 4 เซนติเมตร อายุหนอนประมาณ 2 สัปดาห์ จึงเข้าดักแด้ ดักแด้จะอยู่ใต้ใบคุมด้วยใยบาง ๆ สีขาว ดักแด้ในระยะแรกจะมีสีเขียวอ่อน ต่อมาบางส่วนเป็นสีน้ำตาล มีขนาดยาวเกือบ 2 เซนติเมตร อายุดักแด้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงเข้าระยะตัวเต็มวัย ซึ่งตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 สัปดาห์

ลักษณะการทำลาย หนอนคืบกะหล่ำเป็นหนอนที่กินมาก เข้าทำลายคะน้าในระยะที่เป็นตัวหนอน โดยจะกัดกินเนื้อใบจนขาดและมักจะเหลือเส้นใบไว้ หนอนชนิดนี้เมื่อเกิดระบาดแล้วจะแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วมาก



ภาพประกอบ 6 ระยะผีเสื้อของหนอนคืบกะหล่ำ (1), ระยะตัวหนอนคืบกะหล่ำ (2)
ที่มา : (1) Keith Naylor. Online. n.d. (2) David Cappaert. Online. n.d.

การป้องกันกำจัด

1. ศัตรูธรรมชาติได้แก่แตนเบียน 3 ชนิด คือ *Apanteles* sp., *Trichogramma* sp., *Brachymeria* sp.

2. ใช้เชื้อ *Bacillus thuringiensis* ฉีดพ่นชนิดน้ำในอัตรา 60 - 100 มิลลิลิตร หรือชนิดผงในอัตรา 40 - 80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

3. ใช้สารฆ่าแมลง อะบาเม็กติน (Abamectin) เช่น เวอร์ทิเม็ค (Vertimmec) 1.8% หรือคลอร์ฟีนาเพอร์ (Chiorfenapyr) เช่น แรมเฟจ (Rampage) 10% อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

การเก็บเกี่ยว

คะน้าที่ปลูกในประเทศไทยเก็บเกี่ยวประมาณ 45 - 55 วัน หลังจากปลูก ซึ่งเป็นระยะที่คะน้าโตเต็มที่ คะน้าอายุ 45 วันเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่คะน้าที่มีอายุ 50 - 55 วัน เป็นระยะที่เก็บเกี่ยวได้น้ำหนักมากกว่า โดยใช้มีดตัดให้ชิดโคนต้น การตัดจะตัดเป็นหน้ากระดาน เมื่อตัดแล้วบางแห่งมัดด้วยเชือกกล้วยมัดละ 5 กิโลกรัม บางแห่งก็บรรจุเข่งโดยไม่ได้มัด ทั้งนี้แล้วแต่ความสะดวกในการขนส่งและของผู้ซื้อ สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 1 - 10) อธิบายถึงการเก็บเกี่ยวคะน้าให้ได้คุณภาพ ความสด รสดีและสะอาดนั้นควรปฏิบัติดังนี้

1. เก็บผักในเวลาเช้าดีกว่าเวลาบ่าย
2. ควรใช้มีดเล็ก ๆ ตัด อย่าเก็บหรือเด็ดด้วยมือ
3. อย่าปล่อยให้ผักแก่เกินไป
4. ผักที่แสดงอาการไม่ปกติควรรีบเก็บเสียก่อน
5. เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วควรรีบนำเข้าร่มในที่อากาศปลอดโปร่งและเย็น
6. ภาชนะที่ใช้บรรจุผักคะน้าควรล้างให้สะอาด

การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว

สุนิสา ประไพตระกูล (2551 : 1 - 10) ได้อธิบายถึงการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวว่า การสูญเสียของผลผลิตคะน้ามีสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่มีอากาศร้อนซึ่งเป็นสาเหตุให้ผักกินใบเสียหายมากในอุณหภูมิสูงและมีอัตราการระเหยน้ำสูง เนื่องจากมีการหายใจเพิ่มขึ้น และมีการสูญเสียน้ำหนักง่าย นอกจากนี้อาจบอบช้ำ ฉีกขาดเป็นแผลจากการเก็บเกี่ยว การขนย้ายไม่ดี ทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย การสูญเสียเหล่านี้สามารถลดลงได้ถ้ามีการปฏิบัติอย่างถูกต้องทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปคะน้าที่เก็บเกี่ยวแล้วควรขนย้ายไปยังที่ร่มหรือโรงบรรจุคัดเลือกผัก (Pack House) เพื่อทำการล้างตัดแต่ง คัดขนาด และบรรจุ ขั้นตอนในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวคะน้า มีดังนี้

1. การตัดแต่ง ตัดแต่งสวนที่เน่าเสียและผิดปกติทิ้งเพื่อให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี และเป็นการตรวจสอบคุณภาพก่อนการบรรจุ การตัดแต่งส่วนที่ไม่ดีหรือเน่าเสียทิ้งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ลดการเสียหายที่จะขยายเพิ่มขึ้นจากส่วนที่เน่าเสียอยู่เดิม

2. การคัดขนาดและคุณภาพหรือคัดเกรด หลังการตัดแต่งทำความสะอาดแล้วควรมีการคัดขนาดและคุณภาพด้วย เพื่อให้สามารถแยกการบรรจุได้อย่างเหมาะสม และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับคะน้าเมื่อมีการจำหน่าย มากกว่าการขายคละเกรด

3. การบรรจุ โดยทั่วไปนิยมใช้เข่งแบบต่าง ๆ บรรจุขนย้ายผัก เนื่องจากสะดวก หาง่าย ราคาถูก แต่มีข้อเสียที่ทำให้ผักช้ำ เน่าเสียได้ง่าย ปัจจุบันมีการใช้ถุงพลาสติกเจาะรู ตะกร้าพลาสติก เพื่อบรรจุขนย้ายผักที่ได้คัดเลือกขนาด และคุณภาพเพื่อการส่งออกและตามตลาดขายส่งต่าง ๆ

4. การขนย้ายและการเก็บรักษา ควรขนย้ายและเก็บรักษาด้วยความระมัดระวัง เพื่อรักษาคุณภาพไว้ให้ดีที่สุด ตั้งแต่ช่วงขนย้ายผักออกจากแปลงสู่โรงคัด บรรจุ และขนส่งสู่ท้องตลาด เพราะการเกิดรอยช้ำฉีกขาดจะเพิ่มอัตราการหายใจและเชื้อโรคทำลายได้ง่ายขึ้น การขนย้ายผักและการเก็บรักษาถ้ามีการใช้รถห้องเย็นจะทำให้รักษาคุณภาพผักให้ยาวนานขึ้น ควรเก็บรักษาในห้องเย็นเสมอ แต่การลงทุนสูง จึงอาจพิจารณาตามความเหมาะสม

การเก็บรักษาผลผลิตสด

คะน้าซึ่งเป็นผักกินใบจะมีอัตราการหายใจสูงหลังการเก็บเกี่ยว จะเสื่อมสภาพโดยรวดเร็วภายใน 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส หรือ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส หรือ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส การลดความร้อนของคะน้าหลังการเก็บเกี่ยว ควรขนย้ายและเก็บรักษาผลผลิตในห้องเย็นจะทำให้คะน้ามีอายุการจำหน่ายยาวนานขึ้น โดยหากเก็บรักษาคะน้าที่อุณหภูมิ 0 - 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพันธ์ ร้อยละ 90 - 95 จะสามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 10 - 14 วัน (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 : 1 - 10)

ผักกาดหอม

ผักกาดหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* และชื่อสามัญว่า Lettuce อยู่ในวงศ์ Asteraceae และตระกูล Compositae (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง. 2546 : 1)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง (2546 : 1) ได้อธิบายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดหอมไว้ดังนี้

ราก : รากของผักกาดหอมเป็นระบบรากแก้ว มีรากแก้วที่แข็งแรง อวบอ้วน และเจริญอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มี ความชื้นเพียงพอ รากแก้วสามารถหยั่งลึก

ลงไปในดินได้ถึง 5 ฟุต หรือมากกว่า แต่รากแก้วจะเสียหายในขณะที่ย้ายปลูก ดังนั้นรากที่เหลือจะเป็นรากแขนง ซึ่งแผ่กระจายอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1 - 2 ฟุต โดยปริมาณของรากจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น ไม่ค่อยแพร่กว้างออกไปมากนัก อย่างไรก็ตามการย้ายปลูกนั้นมีผลดีในการช่วยให้ผักกาดหอมประเภทหัวห่อหัวได้ดีขึ้น

ลำต้น : ลำต้นของผักกาดหอมในระยะแรกมักจะมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากใบมักจะปกคลุมไว้ จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อระยะแทงช่อดอก ลักษณะลำต้นผักกาดหอม จะตั้งตรงสูงชะลูดขึ้นจนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ลำต้นมีลักษณะอวบอ้วน ถ้าปลูกในที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก ๆ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 2 นิ้ว ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อสั้น แต่ละข้อจะเป็นที่เกิดของใบ

ใบ : ใบแตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงหรือน้ำตาลปนอยู่ ทำให้มีสีแดง บรอนซ์หรือน้ำตาลปนเขียว พันธุ์ที่ห่อเป็นหัวจะมีใบหนา เนื้อใบอ่อนนุ่ม ใบ จะห่อหัวอัดกันแน่นคล้ายกะหล่ำปลี ใบที่ห่ออยู่ข้างในจะเป็นมัน บางชนิดมีใบม้วนงอเปราะมีเส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบผักกาดหอมจะแตกต่างกันตามชนิด

ดอกและการออกดอก : ดอกผักกาดหอมมีลักษณะเป็นช่อแบบที่เรียกว่า Panicle ประกอบด้วยกลุ่มของดอกที่อยู่เป็นกระจุกตรงยอดแต่ละกระจุก ประกอบด้วยดอกย่อย 15 - 25 ดอก หรือมากกว่า ก้านช่อดอกจะยาวประมาณ 2 ฟุต ช่อดอกอันแรกจะเกิดที่ยอดก่อน จากนั้นจะเกิดช่อดอกข้างตรงมุมใบขึ้นภายหลัง ช่อดอกที่เกิดจากส่วนยอดโดยตรงจะมีอายุมากที่สุด ส่วนช่อดอกอื่น ๆ จะมีอายุรองลงมา ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลือง ตรงโคนเชื่อมติดกัน รังไข่มี 1 ห้อง เกสรตัวเมียมี 1 อัน มีลักษณะเป็น 2 แฉก เกสรตัวผู้ 5 อัน รวมกันเป็นยอดยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้

เมล็ด : เมล็ดผักกาดหอมเป็นชนิดเมล็ดเดียว (achene) ซึ่งเจริญมาจากรังไข่อันเดียว เมล็ดจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เปลือกเมล็ดจะไม่แตกเมื่อเมล็ดแห้ง เมล็ดของผักกาดหอมมีลักษณะแบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็ก ๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีสีเทาปนครีม ความยาวของเมล็ดประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผักกาดหอมสามารถเจริญเติบโตได้ในดินแบบทุกชนิด แต่สามารถปลูกผักกาดหอมได้ดีในดินร่วน ซึ่งมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 6.0 - 7.0 มีความชื้นในดินพอสมควรพื้นที่ควรให้ได้รับแสงแดดเต็มที่ตลอดทั้งวัน เพราะผักกาดหอมต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น ส่วนระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมนั้นถ้าเป็นผักกาดหอมใบจะอยู่ระหว่าง 21 - 26.6 องศาเซลเซียส

แต่ผักกาดหอมห่อหัวจะอยู่ระหว่าง 15.5 - 21 องศาเซลเซียส หากปลูกในสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไป จะทำให้ผักกาดหอมมีรสขมและแทงช่อออกเร็ว แต่อย่างไรก็ตามผักกาดหอมใบสามารถปลูกได้ตลอดปี (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 121)

พันธุ์

พันธุ์ผักกาดหอมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามลักษณะรูปร่าง โดย ชำนาญ เขียวอำไพ (2557 : 119 - 120) ได้ระบุว่าพันธุ์ผักกาดหอมที่นิยมปลูกในเมืองไทยมีเพียง 2 ประเภท คือ

1. ผักกาดหอมใบ เป็นผัดกาดหอมที่นิยมปลูกและบริโภคกันทั่วไปในประเทศไทย ลักษณะใบกว้างและหยิกเป็นคลื่น สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนถึงสีแดง แต่จะพบเห็นใบสีเขียวอ่อนมากกว่า ลักษณะต้นเป็นพุ่มเตี้ย ผักกาดหอมใบจะทนต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าประเภทอื่น ๆ สามารถปลูกได้ตลอกปี แต่จะปลูกได้ดีในช่วงเดือนตุลาคม - เมษายน อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 21 - 26.6 องศาเซลเซียส พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่

1.1 พันแกรนด์ แรปปิด (Grand Rapig) ใบมีสีเขียวอ่อน ใบม้วน และหยัก อัดกันแน่น ต้นใหญ่ เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด

1.2 พันธุ์แบล็ก ซีดเดด ซัมพ์สัน (Black Seeded Simpson) เมล็ดมีสีดำต้นใหญ่ ใบหยักฝอยยู่ยี่ อัดกันแน่นมาก

2. ผักกาดหอมห่อหัว หรือที่เรียกว่าผักกาดแก้ว เป็นผักกาดหอมที่ใบห่อเป็นหัว ใบมีลักษณะบางกรอบ ขอบใบหยักไม่เรียบ ต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตระหว่าง 15.5 - 21 องศาเซลเซียส ปลูกได้ในระหว่างเดือนตุลาคม - มกราคม แต่จะปลูกได้ดีในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม ผักกาดหอมห่อหัวมีหลายพันธุ์ได้แก่

2.1 พันธุ์เกรทเลท 659 (Great Lake 659 TARII) เป็นพันธุ์หนักปานกลาง ไปมีสีเขียวเข้ม เป็นหยัก เป็นพันธุ์ที่ไม่ค่อยมีปัญหาใบไหม้

2.2 พันธุ์เกรทเลท 366 Great Lake 366 TARII) เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบา หัวห่อกลม ใบมีสีเขียว รอบนอกใบหยัก มีความต้านทานต่อโรค ใบแห้ง

2.3 พันธุ์ซัมเมอร์เลค (Summer Lake) เป็นพันธุ์เบา หัวห่อกลม สีเขียวอ่อน ใบหยัก

การเพาะกล้า

การเพาะกล้านั้นจะทำเฉพาะในกรณีที่ปลูกผักกาดหอมห่อหัว ส่วนการปลูกผักกาดหอมใบไม่ต้องทำการเพาะกล้า ทำการหว่านเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงได้เลย การเตรียมแปลงปลูกเพาะกล้าโดยขุดหรือไถพลิกดินให้ลึกประมาณ 10 - 15 เซนติเมตร แล้วตากดินไว้ประมาณ 5 - 7 วัน ยกแปลงปลูกแล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักลงในดิน พรวนย่อยหน้าดินให้ละเอียดแล้วทำการโรยเมล็ดลงเพาะ ถ้าต้องการปลูกผักกาดหอมห่อหัว 1 ไร่ ควรเตรียมแปลงเพาะกล้าขนาดประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.0 - 2.5 ตารางเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 50 กรัม หลังจากเตรียมแปลงเพาะกล้าแล้วให้หว่านเมล็ดลงบนแปลงให้กระจายทั่วแปลง แล้วใช้ดินที่ผสมกับปุ๋ยคอกโรยทับบาง ๆ คลุกด้วยฟางข้าวหรือหญ้าแห้ง รดน้ำให้ชุ่ม หรืออาจใช้วิธีโรยเมล็ดเป็นแถวโดยแต่ละแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ดูแลรักษาจนกระทั่งต้นกล้ามีใบจริง 2 - 3 ใบ ให้ทำการถอนแยกต้นกล้าออกบ้าง เพื่อไม่ให้เบียดกันแน่นเกินไป เพราะอาจทำให้ต้นกล้าเกิดโรคโคนเน่าและต้นกล้าอ่อนแอได้ เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 25 - 30 วัน หรือมีใบจริง 3 - 4 ใบ จึงทำการย้ายกล้าลงปลูกในแปลง (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 121)

การเตรียมดิน

การเตรียมดินสำหรับปลูกผักกาดหอมใบซึ่งเป็นการเตรียมดินเพื่อหว่านเมล็ดโดยตรง และการเตรียมดินสำหรับปลูกผักกาดหอมห่อหัวจากการเพาะกล้ามาแล้วนั้น ควรไถพลิกดินลึกประมาณ 20 เซนติเมตรตากดินไว้ประมาณ 7 - 10 วัน ยกแปลงปลูกให้ได้ขนาดตามต้องการ ถ้าดินเป็นกรดจัดควรใส่ปูนขาวเพื่อปรับระดับ pH ของดินให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วประมาณ 2 - 3 ตันต่อไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากับดิน แล้วพรวนย่อยหน้าดินให้ละเอียดพร้อมที่จะทำการวานเมล็ดหรือนำต้นกล้ามา (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 122)

วิธีการปลูก

ผักกาดหอมสามารถปลูกได้ทั้งวิธีการหว่านเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงและการย้ายกล้ามาปลูก มีทั้งการปลูกแบบแถวเดียวและแบบแถวคู่ ซึ่งชำนาญ เขียวอำไพ (2557 : 122 - 123) ได้อธิบายวิธีการปลูกดังนี้

1. การปลูกโดยการหว่านเมล็ด เป็นวิธีการปลูกที่นิยมใช้กับผักกาดหอมใบ โดยการหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งผิวแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หรือหยอดเมล็ดลงในแปลงเป็นแถวก็ได้ แต่ก่อนหว่านเมล็ดควรคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา เช่น แคปแทนหรือไธแรม เพื่อป้องกันโรคเน่าคอดิน หลังจากหว่านเมล็ดแล้วให้ใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วหว่านกลบหนาประมาณ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร แล้วคลุมดินด้วยหญ้าแห้งหรือฟางแห้งสะอาดบาง ๆ รดน้ำด้วยบัวฝอยละเอียด การหว่านในพื้นที่ 1 ไร่จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 1 - 2 ลิตร แต่ถ้าใช้วิธีหยอดเมล็ดเป็นแถวโดยให้มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 20 เซนติเมตร จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 100 - 160 กรัมต่อไร่ เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 2 - 3 ใบให้ถอนแยกต้นที่อ่อนแอทิ้งและจัดระยะระหว่างต้นให้พอเหมาะ หากแน่นทึบเกินไปต้นกล้าจะตายง่าย และควรทำการถอนแยกครั้งสุดท้ายเมื่ออายุได้ 3 สัปดาห์ พร้อมกับจัดระยะระหว่างต้น 20 × 20 เซนติเมตร หรือ 20 × 30 เซนติเมตร

2. การปลูกโดยการย้ายกล้าปลูก การปลูกด้วยวิธีนี้นิยมใช้กับผักกาดหอมห่อหัว เป็นการปลูกโดยทำการเพาะกล้าในแปลงเพาะเสียก่อนเมื่อต้นกล้ามีอายุ 25 - 30 วันหรือมีใบจริง 3 - 4 ใบ

จึงทำการย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลงปลูก โดยเลือกเฉพาะต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์ไปปลูก ระยะระหว่างต้นกล้าและระหว่างแถวที่เหมาะสมคือ 40 × 40 เซนติเมตร ก่อนย้ายกล้าประมาณ 2 - 3 วัน ควรงดให้น้ำ เพื่อให้กล้าแกร่ง ไม่เปราะง่าย ควรย้ายกล้าในช่วงบ่ายถึงเย็นหรือช่วงที่อากาศมืดครึ้ม ก่อนทำการย้ายต้นกล้าจากแปลงเพาะประมาณ 30 นาทีให้รดน้ำต้นกล้าพอดินเปียกเพื่อให้ง่ายต่อการถอน การย้ายต้นกล้าควรทำด้วยความระมัดระวัง เพราะต้นกล้าบอบช้ำง่าย การถอนไม่ควรใช้วิธีจับต้นดึงขึ้น ทางที่ดีควรหาแผ่นไม้บางบางหรือเสียงเล็ก ๆ แทงลงไปในดิน แล้วงัดขึ้นมาให้ดินเป็นก้อนติดกับต้นกล้าให้มากที่สุด แล้วรีบนำไปปลูกโดยเร็ว วิธีการปลูกโดยใช้มือจับใบเลี้ยงคู่แรกใบใดไปหนึ่งแล้วหย่อนโคนลงไปในหลุม แล้วใช้ดินกลบและกดดินบริเวณโคนต้นเบา ๆ จากนั้นใช้บัวฝอยละเอียดรดน้ำรอบ ๆ ต้น คลุกดินโคนต้นด้วยฟางหรือย่าแห้งสะอาดบาง ๆ เพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน เมื่อปลูกเสร็จแล้วควรทำร่มบังแดดให้ในวันรุ่งขึ้น ปิดบังแดดไว้ประมาณ 3 - 4 วัน จึงเอาออก เพื่อช่วยให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็วขึ้น

การให้น้ำ

เนื่องจากผักกาดหอมเป็นผักรากตื้นจึงไม่สามารถดูดน้ำในระดับลึกได้ จึงควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยในระยะ 2 สัปดาห์แรกหลังจากย้ายปลูกควรให้น้ำทุกวันในตอนเช้าและเย็น โดยใช้บัวฝอยละเอียดรดรอบ ๆโคนต้น ไม่รดจนแฉะเกินไป และในสัปดาห์ต่อมาให้น้ำแบบวันเว้นวัน สำหรับผักกาดหอมใบควรจะมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ เนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ส่วนผักกาดหอมห่อหัวนั้นควรสังเกตจากสภาพความชื้นในดินเป็นสำคัญ แต่ในระยะที่กำลังห่อหัวอยู่ไม่ควรให้น้ำไปถูกหัว เพราะอาจทำให้เกิดโรคเน่าเละได้ (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 123)

การใส่ปุ๋ย

เมื่อผักกาดหอมอายุได้ 15 - 20 วันใช้ปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 สำหรับพวกพันธุ์ใบ และใช้ปุ๋ยสูตร 13 - 13 - 21 สำหรับพันธุ์ห่อหัว ในอัตราประมาณ 30 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห้งด้วย และควรให้ปุ๋ยเร่งพวกไนโตรเจน เช่น ยูเรีย ในอัตรา 10 - 20 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ใบเพื่อเร่งการเจริญเติบโตในระยะแรก เมื่อผักกาดหอมอายุได้ 7 วัน รดวันเว้นวันเพื่อเร่งการเจริญเติบโตในระยะแรก ผักกาดหอมต้องการธาตุโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจน โพแทสเซียมจะทำให้ใบผักกาดหอมบางและไม่มีรอยจุดบนใบ ผักกาดหอมที่ได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้ใบมีสีเขียวเข้ม รสชาติไม่อร่อย (ชำนาญ เขียวอำไพ. 2557 : 123 - 124; อุดม โกสัยสุก. 2536 : 23)

การป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักกาดหอม

ชำนาญ เขียวอำไพ (2557 : 124 - 126) ได้กล่าวถึงการป้องกันกำจัดโรคพืช และศัตรูพืชที่สำคัญของผักกาดหอมดังนี้

1. โรคเน่าเละ เป็นโรคที่ทำให้ผลผลิตผักกาดหอมเสียหายอย่างมาก

สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia carotovora*

ลักษณะอาการเริ่มจากเกิดเป็นรอยช้ำเล็ก ๆ เป็นจุดฉ่ำน้ำ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม แผลจะขยายใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อของพืชส่วนนั้นจะอ่อนยุบตัวลงและเน่าอย่างรวดเร็ว ทำให้ส่วนนั้นเปื่อยและเป็นน้ำภายในเวลาอันรวดเร็ว มีเมือกเยิ้ม มีกลิ่นเหม็นมาก หลังจากนั้นผักจะน่ายุบตายไปทั้งต้น หรืออาจแห้งเป็นสีน้ำตาลอยู่บนผิวดิน อาการเน่ามักจะเริ่มเกิดที่โคนก้านใบหรือกลางลำต้น

การป้องกันกำจัด ในขณะเก็บเกี่ยวไม่ควรให้เกิดรอยแผลช้ำ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วควรพึ่งไว้ในที่โปร่งและอากาศถ่ายเทดี เพื่อให้แผลตรงรอยตัดแห้ง และควรทาปูนแดงที่แผลด้วย หรือใช้สารเคมีปฏิชีวนะ เช่น อะกริมัยซิน อัตรา 10 - 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นทุก 7 วัน

2. โรคเน่าดำ นับเป็นโรคที่สำคัญของผักกาดหอม

สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* พบระบาดทั่วไปตามแหล่งที่มีการปลูกผัก โดยเฉพาะในฤดูฝนหรือฤดูที่มีความชื้นสูง

ลักษณะอาการ เชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ในระยะต้นกล้าหรือต้นอ่อนพืชมักจะตายทันที โดยจะพบว่าที่ขอบใบหรือใบเลี้ยงมีอาการไหม้แห้ง เส้นใบเน่าเป็นสีดำ ใบที่แสดงอาการจะบางกว่าปกติ ต่อมาใบจะแห้งเป็นสีน้ำตาลและหลุดออกจากต้น หากไม่ตายในระยะนี้ก็จะเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ใบที่อยู่ด้านล่าง ๆ ของต้นจะหลุดร่วงไป ส่วนใบที่เหลืออยู่จะมีสีเหลืองและเส้นใบมีสีดำ ในต้นที่โตแล้วจะพบอาการบนใบแก่ที่อยู่ส่วนล่าง ๆ ของต้น โดยอาการจะเริ่มเหลืองและแห้งตายบริเวณขอบใบขึ้นก่อน แล้วค่อย ๆ ลามลึกเข้ามาในเนื้อใบตามแนวเส้นใบที่อยู่ระดับเดียวกันจนจรดแกนกลางของใบ ทำให้เกิดอาการเหลืองหรือแห้งสีน้ำตาลเป็นรูปตัววี (V) ขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะอาการเฉพาะของโรคนี้ ในรายที่เป็นรุนแรงเชื้อจะเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ที่ก้านใบ เมื่อนำเอาใบเหล่านี้มาตัดหรือผ่าออกตามขวางจะเห็นส่วนที่เป็นท่อน้ำเน่าเป็นสีดำ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การป้องกันกำจัด งดปลูกผักกาดหอมในที่ซึ่งเคยมีโรคนี้มาก่อน เก็บทำลายเศษซากพืชที่แสดงอาการของโรคให้หมด สำหรับในแปลงปลูกหากมีโรคเกิดขึ้นต้องรีบป้องกันต้นที่เหลือทันที โดยการฉีดพ่นสเตรปโตมัยซิน 400 - 800 ppm. หรือ พวกที่มีธาตุทองแดง เช่น คูปราวิท 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก ๆ 5 - 7 วัน

3. โรคใบจุดของผักกาดหอม

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Cercospora longissimi* อาการมักพบที่ใบแก่และใบล่างของต้น อาการเริ่มแรกจากเกิดเป็นจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาล โดยเริ่มจากขอบกลางใบก่อนแล้วขยายสู่ส่วนกลางของใบ ขอบแผลมีสีน้ำตาลเข้มส่วนกลางของแผลจะแห้งและเป็นจุดสีฟางข้าวทำให้ดูคล้ายตากบ เมื่อแผลลุกลามมารวมกันมาก ๆ จะทำให้เกิดอาการใบไหม้ทั้งใบ

การป้องกันกำจัด กำจัดวัชพืชในแปลงปลูกอยู่เสมอและเก็บใบหรือส่วนที่เป็นโรคไปเผาทำลาย และใช้สารเคมีฉีดพ่นให้ทั่วต้นทุก 5 - 7 วัน เช่น เบนโนมิล 50% อัตรา 6 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แมนโคเซบ 80% อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร คาร์เบนดาซิมอัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นต้น

4. หนอนกระทู้หอม

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดกลางสีน้ำตาลแก่ปนเทา ผีเสื้อจะวางไข่เป็นกลุ่มเล็ก ๆ บริเวณใต้ใบ หนอนกระทู้หอมมีลำตัวอ้วน ผนังลำตัวเรียบ มีหลายสี เช่น เขียวอ่อน เทาปนดำ น้ำตาลดำ น้ำตาลอ่อน เป็นต้น ด้านข้างจะมีแถบสีขาวพาดตามยาวลำตัว

ลักษณะการเข้าทำลาย ตัวหนอนเมื่อฟักออกจากไข่จะทำลายโดยการกัดกินบริเวณส่วนต่าง ๆ ของผักกาดหอม ระยะนี้การทำลายยังไม่ก่อให้เกิดความเสียหายมากนัก ความเสียหายมักพบรุนแรงกับหนอนในระยะวันที่ 3 ขึ้นไป โดยหนอนกัดกินส่วนต่าง ๆ ของผักหอม ถ้ามีปริมาณหนอนมาก ความเสียหายจะรุนแรงมากขึ้น ผลผลิตได้รับความเสียหายมาก และคุณภาพของผักไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

การป้องกันกำจัด เก็บกลุ่มไข่และหนอนไปทำลาย ใช้สารสกัดสะเดาอัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อพบหนอนกระทู้หอมระบาด ส่วนสารเคมี เช่น ไดอะเฟนไทยูรอน (โปโล 25%SC) คลอฟีนาเพอร์ (แรมเพจ 10%SC) ตามอัตราที่แนะนำในฉลาก

การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยว อายุเก็บเกี่ยวผักกาดหอมใบประมาณ 40 - 50 วันหลังจากหว่านเมล็ดลงแปลง การเก็บควรเลือกเก็บใบขณะที่ใบยังอ่อน กรอบ ไม่เหนียวกระด้าง ไม่ควรเก็บขณะที่ต้นแก่เพราะจะมีรสขม วิธีการตัดโดยใช้มีดตัดตรงโคนต้น แล้วตัดแต่งใบเสียทิ้งไป ชุบน้ำเพื่อล้างยาสีขาวออกและสลัดน้ำออกให้หมด เพราะถ้ามีน้ำขังอยู่จะเน่าเสียได้ง่าย หลังจากนั้นนำไปจัดเรียงใส่เข่งที่รองก้นด้วยใบตองหรือใบไม้อื่น สำหรับผักกาดหอมห่อหัวอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 60 - 75 วันหลังจากย้ายต้นกล้ามาปลูก ควรเก็บเกี่ยวขณะที่ห่อหัวแน่นไม่หลวม รูปร่างค่อนข้างกลมแบน ไม่ควรปล่อยให้แก่เกินไปเพราะหัวจะยืดตัวไปทางตั้งและแทงช่อดอก ทำให้เสียคุณภาพ วิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้มีดตัดโคนต้น แล้วตัดแต่งใบรอบนอกที่เปื้อนดินสกปรกและถูกโรคแมลงทำร้าย

ออกเล็กน้อย จากนั้นนำไปผึ่งในร่มที่อากาศถ่ายเทดีให้แผลที่ตัดแห้งเพื่อลดการเน่าเสียในขณะขนส่ง ในการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมควรเก็บในช่วงเย็นและฝนไม่ตก ถ้าเก็บในขณะฝนตกหรือน้ำขังอยู่ตามใบจะทำให้ผักกาดหอมเน่าเสียได้ง่าย (เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2532 : 238 - 239)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2538 ก) ศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับหญ้ากินนี ที่ปลูกบนดินกำแพงแสน พบว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทำให้หญ้ากินนีมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี อัตรา 25 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ และยังสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี แต่ไม่สามารถทำให้ pH และค่าการนำไฟฟ้าของดินเปลี่ยนแปลง ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้ pH และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2538 ข) ศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับกวางตุ้ง ที่ปลูกบนดินกำแพงแสน พบว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพสามารถใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกกวางตุ้งได้ โดยให้ผลผลิตประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 20 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การใช้น้ำทิ้งฯ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างละครึ่งอัตรา สามารถให้ผลผลิตกวางตุ้งได้ทัดเทียมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเต็มอัตรา จึงเป็นการประหยัดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ครึ่งหนึ่ง แต่การใช้น้ำทิ้งฯ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH การนำไฟฟ้าและธาตุอาหารหลักของดิน และไม่มีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของดิน เช่น ความหนาแน่นรวมความชื้นที่เป็นประโยชน์และการกระจายของเม็ดดิน

มนัส กัมพุกุล และ สมชัย จันทร์สว่าง (2538) ศึกษาการใช้น้ำล้นจากบ่อก๊าซชีวภาพเป็นธาตุอาหาร พบว่า น้ำจากบ่อล้น ซึ่งมีธาตุไนโตรเจน(N) 0.003% ฟอสฟอรัส(P) 0.002% โพแทสเซียม (K) 0.014% และแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4) 0.002 (NH_4)/kg) สามารถนำมาเป็นธาตุอาหารสำหรับพืชได้ การใส่น้ำล้นอย่างเดียวในคะน้า ผักกาดหัว ผักกาดหอม และทานตะวัน ให้ผลผลิต 2,060 กิโลกรัมต่อไร่ 1,660 กิโลกรัมต่อไร่ 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ และ 217.06 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใช้น้ำล้นร่วมกับปุ๋ยเคมีในสัดส่วน 75:25 และ 50:50 มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตในคะน้า ผักกาดหัว ผักกาดหอม และทานตะวันสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว

ปฏิมา อู่สูงเนิน, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และอุทัย คันโธ (2557) ศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งและกากตะกอนมูลสุกรจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพต่อสมบัติทางเคมีของดินและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่าการใช้น้ำทิ้งขณะเตรียมดิน + การใส่กากตะกอนทางดิน (T4) และการใช้น้ำทิ้ง

ขณะเตรียมดิน + การใส่กากตะกอนทางดิน + การฉีดพ่นน้ำทิ้งทางใบ (T5) ให้ผลผลิตข้าวเปลือกสดและข้าวเปลือกแห้งที่ความชื้น 15 % ไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ยเคมี (T2) อีกทั้งแปลงที่ใช้น้ำทิ้งขณะเตรียมดิน + การใส่น้ำทิ้งทางดิน + การฉีดพ่นน้ำทิ้งทางใบ (T3) และการใช้น้ำทิ้งขณะเตรียมดิน + การใส่กากตะกอนทางดิน+การฉีดพ่นน้ำทิ้งทางใบ (T5) ดินยังคงมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าแปลงควบคุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

พนมเทียน ทนคำดี, ศุภธิดา อ่ำทอง และนงคราญ พงศ์ตระกูล (2556) ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยน้ำหมักที่ผลิตจากกากตะกอนและน้ำล้นจากถังหมักไร้อากาศแบบกวนผสมต้นแบบต่อการเจริญของพืชผัก พบว่าระบบถังหมักแบบไร้อากาศสามารถกำจัดของเสียในน้ำหมัก COD ได้ร้อยละ 79.3 กากตะกอน มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.912 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.011 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.05 ส่วนในน้ำล้นมีค่าไนโตรเจนร้อยละ 0.136 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.006 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.09 อัตราการใช้กากตะกอนและน้ำล้นเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ 34.95 กิโลกรัมต่อแปลง และ 234.34 ลิตรต่อแปลง ตามลำดับ โดยเมื่อนำกากตะกอนและน้ำล้นไปทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพืชพบว่ากากตะกอนและน้ำล้นมีค่าดัชนีการงอกที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งการใช้กากตะกอนยังเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในดินอีกด้วย

กัญญาพร สังข์แก้ว, สุวรรณภา บุญจงรักษ์ และอมร อินทราเวช (2558) ศึกษาการใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์เพื่อผลิตคะน้าอินทรีย์ โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพและระยะเวลาการใช้น้ำหมักชีวภาพกากยีสต์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตคะน้า พบว่า ปัจจัยร่วมระหว่างอัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพและระยะเวลาการใช้น้ำหมักชีวภาพกากยีสต์ในการฉีดพ่นคะน้าด้วยน้ำหมักชีวภาพกากยีสต์ทุก ๆ 10 วัน ด้วยอัตรา 1:200 ส่งผลต่อความสูงคะน้าที่อายุ 34 วัน (หลังปลูกลงดิน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับความยาวใบ จำนวนใบคะน้า และน้ำหนักสด ส่วนเหนือดินที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพกากยีสต์ในอัตราดังกล่าวมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 24.08 เซนติเมตร 9.78 ใบ และ 185.33 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับปัจจัยร่วมระหว่างระยะเวลา และอัตราการฉีดพ่นไม่มีผลต่อผลผลิตของคะน้า แต่การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก ๆ 10 วัน ส่งผลให้ผลผลิตต่อต้น และผลผลิตต่อไร่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เท่ากับ 181.12 กรัมต่อต้น และ 4,636 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์ร่วมกับปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เพื่อผลิตคะน้าอินทรีย์ในสภาพดินนา พบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักอัตราสูงมีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 1.55 - 1.94 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.93 ตำรับที่มีการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์ร่วมกับใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

และ 500 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนใบของคะน้าได้ดีเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ในด้านผลตอบแทนจากการจำหน่ายผลผลิตคะน้า ในตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินซึ่งได้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 2,024 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีรายได้และกำไรสุทธิสูงสุด เท่ากับ 30,300 และ 16,050 บาทต่อไร่ และมีต้นทุนต่อกิโลกรัมต่ำสุด เท่ากับ 7.00 บาท ถ้าหากมองการผลิตคะน้าในแง่เพิ่มผลผลิต ตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นวิธีการที่สามารถเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนสูงสุด และหากผลิตผักคะน้าอินทรีย์ควรใช้ปุ๋ยหมัก 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ 1:200 ฉีดพ่นทุก ๆ 10 วัน

จามีกร ศรีสุมล (2537) ศึกษาการใช้อินทรียวัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน 3 ครั้งติดต่อกันในพื้นที่เดียวกัน โดยผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าการใช้น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพเพียงอย่างเดียว สามารถใช้ทดแทนน้ำชลประทานได้ถึง 28,000 ลิตรต่อไร่ต่อสัปดาห์ หรือเท่ากับการใช้น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพในอัตรา 196,000 ลิตรต่อการปลูก 1 ครั้ง ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง การออกดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียได้ดีทัดเทียมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพในอัตรา 98,000 ลิตรต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในรูปปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตรา 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ติดต่อกันสามารถทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโต และการออกดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียได้เร็วกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกูลประเสริฐ (2559) ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้าพบว่า ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ทำให้ต้นคะน้ามีปริมาณน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน ขณะที่ผลดังกล่าวมีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจน ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักสดต้น จำนวนใบและพื้นที่ใบมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่ให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นคะน้า พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในสิ่งทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการผลิตคะน้าตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ การให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจน สามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนได้

บุญชัย ไหลชลธารา (2554) ศึกษาผลของกากชูรสที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า พบว่า การใส่กากชูรส 300 ลิตรต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งทำให้คะน้ามีการเจริญเติบโต

และผลผลิตดีที่สุด มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ยูเรีย โดยคุณภาพของดินหลังจากการใส่กากชูรสไม่แตกต่างกับแปลงที่ใส่ยูเรีย

ศิริลักษณ์ หุนแดง (2551) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากก้านเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้าพบว่า ต้นคะน้าที่มีการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้น จำนวนใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ ต้นคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 และต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพจากก้านเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 มีการเจริญเติบโตในแต่ละด้านสูงกว่าต้นคะน้าที่ใส่น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวและต้นคะน้าที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าสูงสุดในด้านความสูงต้น เท่ากับ 17.55 เซนติเมตร ด้านจำนวนใบ เท่ากับ 9.35 ใบ และด้านความยาวใบ เท่ากับ 24 เซนติเมตร ส่วนการใส่น้ำหมักชีวภาพก้านเห็ดหอมร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 18 - 6 - 6 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าสูงสุดในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น เท่ากับ 2.73 เซนติเมตร ด้านความกว้างใบ เท่ากับ 17.6 เซนติเมตร น้ำหนักสด เท่ากับ 182.5 กรัมต่อต้น และน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 95.97 กรัมต่อต้น

ชินกฤต สุวรรณคีรี และคณะ (2555) ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากของเหลือใช้ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า โดยแบ่งออกเป็น 4 ตำรับ ได้แก่ ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46 - 0 - 0 อัตราแนะนำ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักจากโรงงานทำปุ๋ยหมักจากของเหลือใช้ ปริมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ AG5 ปริมาณ 500 กิโลกรัม อัตราส่วน 3 ตันต่อไร่ ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยหมักจากโรงงานทำปุ๋ยหมักจากของเหลือใช้ ปริมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ AG5 ปริมาณ 300 กิโลกรัม อัตราส่วน 3 ตัน/ไร่, ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ อัตราส่วน 3 ตันต่อไร่ พบว่า ตำรับ 4 ให้ความสูงที่คะน้าอายุ 45 วันมากที่สุด รองลงมาคือ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าน้อยที่สุดคือ ตำรับ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 25.30, 24.88, 23.55 และ 18.70 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความสูงที่ 60 วัน พบว่า ตำรับ 1 ให้ความสูงมากที่สุด รองลงมาคือ 4, 3 และ 2 เท่ากับ 28.23, 27.25, 26.25, 25.75 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนผลผลิตพบว่า ตำรับ 2 ให้น้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาคือ 3, 4 และ 1 เท่ากับ 3.169, 2.944, 2.862 และ 1.750 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ผลทางสถิติพบว่า ตำรับ 2, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ตำรับ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับน้ำหนักแห้งพบว่า ตำรับ 3 ให้น้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ 2, 4 และ 1 เท่ากับ 594.05, 564.72, 487.35 และ 396.43 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณโปรตีนพบว่า ตำรับ 1 มีมากที่สุด

รองลงมาคือ 2, 4 และ 3 คือ 24.42, 23.85, 18.95 และ 18.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณโปรตีนในผักคะน้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กชพรรณ วงค์เจริญ (2557) ศึกษาปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการผลิตผักปลอดสารพิษ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า สูตรปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมในการผลิตผักคะน้า และผักกวางตุ้ง คือ สูตรที่ 1 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผัก (เศษผัก : กากน้ำตาล สัดส่วน ; 3 : 1 โดยปริมาตร) โดยคะน้ามีการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง จำนวนใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นคะน้าเฉลี่ยครั้งสุดท้ายดีที่สุด คือ 17.63 เซนติเมตร 6 ใบต่อต้น และ 0.47 เซนติเมตร ตามลำดับ และผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง จำนวนใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของกวางตุ้งเฉลี่ยครั้งสุดท้ายดีที่สุด คือ 16.93 เซนติเมตร 6.33 ใบต่อต้น และ 0.51 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือสูตรที่ 4 ส่วนผักคะน้าและผักกวางตุ้งที่ไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 7 (Control) มีการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง จำนวนใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของคะน้าเฉลี่ยน้อยที่สุด

สุภาพร ราชา และ ศิรศาธิญากร จันทร์ขศิราพร (2560) ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและผักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมในอัตราส่วน 1:1,000 มีผลทำให้การเจริญเติบโตคือความสูงของต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรวม และลักษณะทางสรีรวิทยาคือปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบ ปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณเบต้าแคโรทีน และปริมาณกรดแอสคอร์บิกในใบมีค่ามากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรปกติ (Full Strength) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพสูตรผสมที่เติมร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร Half Strength ในอัตราส่วน 1:1,000 มีผลไปส่งเสริมการเจริญเติบโต ปริมาณสารสีและปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คให้เพิ่มสูงขึ้น

ทัตพล พุ่มดารา อาคม คิดส่า และ นิสาชล เทศศรี (2559) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักกาดหอมกรีนคอสในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักกาดหอมกรีนคอสมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผักกาดหอมกรีนคอสที่ปลูกในสารละลายมาตรฐาน AB ให้น้ำหนักสดมากที่สุด คือ 177.47±8.25 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ สารละลายมูลไก่ และสารละลายมูลรวม โดยมีน้ำหนักสดอยู่ที่ 169.42±7.02 กรัมต่อต้น และ 43.26±5.91 กรัมต่อต้น ตามลำดับ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำสารละลายมูลไก่มาใช้ทดแทนสารเคมีในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุพันธุ์พืช
   1.1 ต้นผักคะน้า
2. สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง
   2.1 ฟิโปรนิล (Fipronil) สารออกฤทธิ์ 5% W/V SC อัตราที่ใช้ : 20 - 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.2 คาร์บาริล (Carbaryl) สารออกฤทธิ์ 85% WP อัตราที่ใช้ : 30 - 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.3 แมนโคเซ็บ (Mancozeb) สารออกฤทธิ์ 80% WP อัตราที่ใช้ : 30 - 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.4 คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) สารออกฤทธิ์ : 40% W/V EC อัตราที่ใช้ : 40 - 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
3. ปุ๋ยเคมี
   3.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8
4. น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกทุเรียนและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่
5. วัสดุเพาะเมล็ด (พีทมอส)
6. แกลบดิบ
7. แกลบเผา
8. ดินแดง
9. อุปกรณ์ต่าง ๆ
   9.1 ถาดเพาะเมล็ดขนาด 104 หลุม
   9.2 กระถางพลาสติกขนาด 9 นิ้ว
   9.3 ถังน้ำขนาด 100 และ 200 ลิตร
   9.4 เหยือกน้ำบอกสเกล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

9.5 ฟิวเจอร์บอร์ด

9.6 ไม้บรรทัด

9.7 เหยือกน้ำสเกล

9.8 ตาข่ายไนล่อน

9.9 สายวัด

9.10 ตลับเมตร

9.11 เวอร์เนียดิจิทัล (Vernier Digital) ขนาด 0 - 150 มิลลิเมตร/6 นิ้ว

9.12 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 3 ตำแหน่ง

9.13 เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ Spectrophotometer

9.14 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)

9.15 ซองกระดาษ

9.16 ตารางบันทึกผลการทดลอง

9.17 Acetone

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD) กำหนดให้มีทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง (T) แต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ (R) รวม 24 หน่วยทดลอง

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า (T1)

สิ่งทดลองที่ 2 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 25% (T2)

สิ่งทดลองที่ 3 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 50% (T3)

สิ่งทดลองที่ 4 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 75% (T4)

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 100% (T5)

สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8 (T6) (สุนิสา ประไพตระกูล. 2551 :1 - 10)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แผนผังการทดลอง

T4R1	T3R1	T6R1
T3R4	T4R4	T5R4
T4R2	T5R2	T6R2
T1R3	T2R3	T3R3
T6R3	T5R3	T5R1
T1R4	T2R4	T2R2
T3R2	T2R1	T6R4
T1R1	T1R2	T4R3

การเพาะเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า

นำวัสดุเพาะเมล็ด (พีทมอส) ใส่ลงในถาดเพาะชำขนาด 104 หลุมให้เต็ม ปาดให้เรียบ และนำเมล็ดคะน้าหยอดลงในหลุมลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม รวม 312 เมล็ด

การเตรียมวัสดุปลูก

นำดินแดง แกลบดิบ และแกลบเผา พร้อมแยกวัสดุเจือปนออก ผสมให้เข้ากัน โดยใช้อัตราส่วนผสม 2:1:1 โดยปริมาตร จากนั้นนำตาข่ายไนล่อนตัดให้ได้ขนาดเท่ากับก้นของกระถางแล้วนำมารองก้นกระถาง แล้วจึงนำวัสดุปลูกที่ผสมไว้ใส่ลงในกระถางขนาด 9 นิ้ว กระถางละ 3.5 กิโลกรัม

การย้ายปลูก

ก่อนย้ายต้นกล้าลงกระถางปลูกควรรดน้ำในกระถางล่วงหน้า 1 วัน แล้วเจาะดินให้มีขนาดเท่ากับก้นของถาดเพาะ นำต้นกล้าที่มีอายุ 10 วัน (นับจากวันเพาะเมล็ด) ย้ายลงกระถางช่วงเวลาเย็น เพื่อลดการคายน้ำ และขณะย้ายต้องให้มีวัสดุเพาะติดมากับรากผักคะน้า เพื่อป้องกันไม่ให้รากกระทบกระเทือน แล้วรดน้ำกระถางละ 400 มิลลิลิตร

การเตรียมสิ่งทดลอง

1. เตรียมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ และน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 2:1:3 โดยปริมาตรปรับความเข้มข้นเท่ากับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยน้ำทิ้งมีคุณสมบัติทางเคมีดังนี้ (ตาราง 7)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 7 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่

Property of Effluent	Total forms
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	7.96
ค่าการนำไฟฟ้า	24.55 (dS/m)
ปริมาณไนโตรเจน	2359.03 (mg/l)
ปริมาณฟอสฟอรัส	163.03 (mg/l)
ปริมาณโพแทสเซียม	5356.18 (mg/l)

2. เตรียมปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8 สำหรับผักคะน้า

การทดลอง

เริ่มให้สิ่งทดลองที่ 1 - 6 เมื่อผักคะน้ามีอายุ 14, 22, 30 และ 38 วัน หลังเพาะเมล็ด ในตอนเช้า ปริมาตร 400 มิลลิลิตรต่อกระถาง

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า

สิ่งทดลองที่ 2 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร (25 %)

สิ่งทดลองที่ 3 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 200 มิลลิลิตร (50 %)

สิ่งทดลองที่ 4 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร (75 %)

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร (100 %)

สิ่งทดลองที่ 6 ให้ปุ๋ยเคมี สูตร 16 - 8 - 8 โดยละลายปุ๋ยเคมีอัตรา 6 กรัม ในน้ำปริมาตร 400 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การดูแลรักษา

1. ให้น้ำผักคะน้าวันละ 1 ครั้ง ในตอนเช้าปริมาตร 400 มิลลิลิตรต่อกระถาง

2. ฉีดพ่นสารเคมีป้องกำจัดโรคและแมลง สัปดาห์ละ 1 - 2 ครั้ง หรือเมื่อพบการเข้าทำลายของโรคและแมลง

การบันทึกข้อมูล

เก็บผลการทดลองเมื่อผักคะน้ามีอายุครบ.14,.22, 30, 38 และ.46.วัน ดังนี้

1. ความสูงของผักคะน้า โดยวัดความสูงจากระดับผิวดิน (โคนต้น) ถึงปลายใบที่ยาวที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2. จำนวนใบทั้งหมด โดยเริ่มนับจากใบเลี้ยงถึงใบที่เจริญเต็มที่แล้ว มีหน่วยเป็นใบต่อต้น

3. ความกว้างใบ โดยวัดบริเวณกลางใบที่มีขนาดความกว้างมากที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

4. ความยาวใบ โดยเริ่มวัดจากบริเวณโคนก้านจนถึงปลายใบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

5. เส้นผ่าศูนย์กลางก้าน โดยวัดในบริเวณรอยต่อระหว่างก้านกับใบ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

6. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น โดยวัดระดับขอบกระถางในระดับเดียวกันทุกต้น มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

7. ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด, คลอโรฟิลล์ a และคลอโรฟิลล์ b ของใบผักคะน้า โดยเจาะที่ใบ ต้นละ 5 ตำแหน่ง แล้วนำไปแช่ใน Acetone 80% เป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำไปวัดคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

8. น้ำหนักสดของผักคะน้ารวมราก, ต้น และใบ มีหน่วยเป็นกรัม

9. นำผักคะน้าที่รวมส่วนของราก ลำต้น และใบ แล้วใส่ซองกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม

10. เก็บตัวอย่างดินวันที่เริ่มการทดลองและวันสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

11. เก็บตัวอย่างผักคะน้าวันที่เริ่มการทดลองและวันสิ้นสุดการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม ในผักคะน้า (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของการทดลอง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

สถานที่ทำการทดลอง

อาคารวิจัยพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 27 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

ระยะเวลาการทดลองทั้งสิ้น 46 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุพันธุ์พืช
   1.1 ต้นผักกาดหอม
2. สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง
   2.1 ฟิโปรนิล (Fipronil) สารออกฤทธิ์ 5% W/V SC อัตราที่ใช้ : 20 - 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.2 คาร์บาริล (Carbaryl) สารออกฤทธิ์ 85% WP อัตราที่ใช้ : 30 - 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.3 แมนโคเซ็บ (Mancozeb) สารออกฤทธิ์ 80% WP อัตราที่ใช้ : 30 - 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
   2.4 คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) สารออกฤทธิ์ : 40% W/V EC อัตราที่ใช้ : 40 - 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
3. ปุ๋ยเคมี
   3.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15
   3.2 ปุ๋ยเคมีสูตร 13 - 13 - 21
4. น้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกทุเรียนและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่
5. วัสดุเพาะเมล็ด (พีทมอส)
6. แกลบดิบ
7. แกลบเผา
8. ดินแดง
9. อุปกรณ์ต่าง ๆ
   9.1 ถาดเพาะเมล็ดขนาด 104 หลุม
   9.2 กระถางพลาสติกขนาด 9 นิ้ว
   9.3 ถังน้ำขนาด 100 และ 200 ลิตร
   9.4 เหยือกน้ำบอกสเกล
   9.5 ฟิวเจอร์บอร์ด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

9.6 ไม้บรรทัด

9.7 เหยือกน้ำบอกสเกล

9.8 ตาข่ายไนล่อน

9.9 สายวัด

9.10 ตลับเมตร

9.11 เวอร์เนียดิจิตอล (Vernier Digital) ขนาด 0 - 150 มิลิเมตร/6 นิ้ว

9.12 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 3 ตำแหน่ง

9.13 เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ Spectrophotometer

9.14 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)

9.15 ซองกระดาษ

9.16 ตารางบันทึกผลการทดลอง

9.17 Acetone

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD) กำหนดให้มีทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง (T) แต่ละสิ่งทดลองมี 4 ซ้ำ (R) รวม 24 หน่วยทดลอง

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า (T1)

สิ่งทดลองที่ 2 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 25% (T2)

สิ่งทดลองที่ 3 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 50% (T3)

สิ่งทดลองที่ 4 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 75% (T4)

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ความเข้มข้น 100% (T5)

สิ่งทดลองที่ 6 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 และ 13 - 13 - 21 (สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง. 2546 : 1)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แผนผังการทดลอง

T1R1	T2R1	T3R1
T4R2	T5R2	T6R2
T1R4	T2R4	T3R4
T4R1	T5R1	T6R1
T1R3	T2R3	T3R3
T4R4	T5R4	T6R4
T1R2	T2R2	T3R2
T4R3	T5R3	T6R3

การเพาะเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

นำวัสดุเพาะเมล็ด (พีทมอส) ใส่ลงในถาดเพาะชำขนาด 104 หลุมให้เต็ม ปาดให้เรียบ และนำเมล็ดผักกาดหอมหยอดลงในหลุมลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม รวม 520 เมล็ด

การเตรียมวัสดุปลูก

นำดินแดง แกลบดิบ และแกลบเผา พร้อมแยกวัสดุเจือปนออก ผสมให้เข้ากัน โดยใช้อัตราส่วนผสม 2 : 1 : 1 โดยปริมาตร จากนั้นนำตาข่ายไนล่อนตัดให้ได้ขนาดเท่ากับก้นของกระถาง แล้วนำมารองก้นกระถาง แล้วจึงนำวัสดุปลูกที่ผสมไว้ใส่ลงในกระถางขนาด 9 นิ้ว กระถางละ 3.5 กิโลกรัม

การย้ายปลูก

ก่อนย้ายต้นกล้าลงกระถางปลูกควรรดน้ำในกระถางล่วงหน้า 1 วัน แล้วเจาะดินให้มีขนาดเท่ากับก้นของถาดเพาะ นำต้นกล้าที่มีอายุ 10 วัน (นับจากวันเพาะเมล็ด) ย้ายลงกระถางช่วงเวลาเย็น เพื่อลดการคายน้ำ และขณะย้ายต้องให้มีวัสดุเพาะติดมากับรากผักคะน้า เพื่อป้องกันไม่ให้รากกระทบกระเทือน แล้วรดน้ำกระถางละ 400 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเตรียมสิ่งทดลอง

1. เตรียมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ และน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 2:1:3 โดยปริมาตรปรับความเข้มข้นเท่ากับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยน้ำทิ้งมีคุณสมบัติทางเคมีดัง (ตาราง 7)

2. เตรียมปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 และ 13 - 13 - 21 สำหรับผักกาดหอม

การทดลอง

เริ่มให้สิ่งทดลองที่ 1 - 6 เมื่อผักกาดหอมมีอายุ 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน หลังเพาะเมล็ดในตอนเช้าปริมาตร 400 มิลลิลิตรต่อกระถาง

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า

สิ่งทดลองที่ 2 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 300 มิลลิลิตร (25%)

สิ่งทดลองที่ 3 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 200 มิลลิลิตร (50%)

สิ่งทดลองที่ 4 ผสมน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ต่อ น้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร (75%)

สิ่งทดลองที่ 5 น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร (100%)

สิ่งทดลองที่ 6 ให้ปุ๋ยเคมี สูตร 15 - 15 - 15 (อัตรา 3 กรัมต่อต้น) เมื่อผักกาดหอมมีอายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด และให้ปุ๋ยเคมี สูตร 13 - 13 - 21 (อัตรา 3 กรัมต่อต้น) เมื่อผักกาดหอมมีอายุ 28, 35 และ 42 วันหลังเพาะเมล็ด โดยละลายในน้ำปริมาตร 400 มิลลิลิตร

การดูแลรักษา

1. ให้น้ำผักกาดหอมวันละ 1 ครั้ง ในตอนเช้าปริมาตร 400 มิลลิลิตรต่อกระถาง

2. ฉีดพ่นสารเคมีป้องกำจัดโรคและแมลง สัปดาห์ละ 1- 2 ครั้ง หรือเมื่อพบการเข้าทำลายของโรคและแมลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การบันทึกข้อมูล

เก็บผลการทดลองเมื่อผักกาดหอมมีอายุครบ.14,.21, 28, 35, 42 และ.49.วัน ดังนี้

1. ความสูงของผักกาดหอม โดยวัดความสูงจากระดับผิวดิน (โคนต้น) ถึงปลายใบที่ยาวที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2. จำนวนใบทั้งหมด โดยเริ่มนับจากใบเลี้ยงถึงใบที่เจริญเต็มที่แล้ว มีหน่วยใบต่อต้น

3. ความกว้างใบ โดยวัดบริเวณกลางใบที่มีขนาดความกว้างมากที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

4. ความยาวใบ โดยเริ่มวัดจากบริเวณโคนก้านจนถึงปลายใบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

5. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น โดยวัดระดับขอบกระถางในระดับเดียวกันทุกต้น มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

6. ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด, คลอโรฟิลล์ a และคลอโรฟิลล์ b ของใบผักกาดหอม โดยเจาะที่ใบ ต้นละ 5 ตำแหน่ง แล้วนำไปแช่ใน Acetone 80% เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และนำไปวัดคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

7. น้ำหนักสดของผักกาดหอมรวมราก, ต้น และใบ

8..นำผักกาดหอมที่รวมส่วนของราก ลำต้น และใบ แล้วใส่ซองกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักแห้ง

9. เก็บตัวอย่างดินวันที่เริ่มการทดลองและวันสิ้นสุดการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

10. เก็บตัวอย่างผักกาดหอมวันที่เริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม ในผักกาดหอม (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของการทดลอง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สถานที่ทำการทดลอง

อาคารวิจัยพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง วันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2560

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2561

ระยะเวลาการทดลองทั้งสิ้น 49 วัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลและการวิจารณ์

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

1. คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนและวันสิ้นสุดการทดลอง

ก่อนการทดลองพบว่า สมบัติทางเคมีของดินปลูกผักคะน้าในทุกสิ่งทดลอง มีค่าไม่ต่างกันคือ ค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.60 ค่า Electric Conductivity (EC) ของดินเท่ากับ 0.89 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ปริมาณไนโตรเจนในดิน เท่ากับ 536.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน เท่ากับ 105.84 mg/kg และปริมาณโพแทสเซียมในดิน เท่ากับ 424.35 mg/kg (ตาราง 8) ในขณะที่วันสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่า pH ของดิน ค่า EC ของดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และปริมาณโพแทสเซียมในดินของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในดินระหว่างสิ่งทดลอง โดยดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่า pH ของดินน้อยที่สุด เท่ากับ 4.44 เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ค่า EC ของดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับค่า EC ของดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน พบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินไม่แตกต่างกับดินที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น แต่แตกต่างกับดินที่ได้รับน้ำเปล่า ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินน้อยที่สุด เท่ากับ 91.68 mg/kg ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในดิน พบว่า ดินที่ได้รับน้ำทิ้ง 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมในดินมากที่สุด รองลงมาคือดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินที่ได้รับน้ำเปล่าและปุ๋ยเคมีมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด (ตาราง 8)

2. การเจริญเติบโตของผักคะน้า

2.1 ความสูงของผักคะน้า

จากการทดลองพบว่า ความสูงของผักคะน้าที่อายุ 14, 22 และ 30 วันหลังเพาะเมล็ดไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ความสูงของผักคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูงไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีความสูงน้อยที่สุด (ตาราง 9)

2.2 จำนวนใบของผักคะน้า

เมื่อผักคะน้าอายุ 14, 22, 30 และ 38 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่จำนวนใบของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีจำนวนใบไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีจำนวนใบน้อยที่สุด (ตาราง 10)

2.3 ความยาวใบของผักคะน้า

หลังจากการให้สิ่งทดลองต่าง ๆ พบว่า ความยาวใบของผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 30 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ความยาวใบของผักคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความยาวใบไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีความยาวใบน้อยที่สุด (ตาราง 11)

2.4 ความกว้างใบของผักคะน้า

ผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 30 วันหลังเพาะเมล็ด มีความกว้างใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ความกว้างใบของผักคะน้าที่อายุ 38 และ 46 วันหลังการเพาะเมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความกว้างใบไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีความกว้างใบน้อยที่สุด (ตาราง 12)

2.5 เส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้า

ภายหลังการให้สิ่งทดลอง 14, 22 และ 30 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าผักคะน้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางก้านไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ผักคะน้ามีเส้นผ่าศูนย์กลางก้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีเส้นผ่าศูนย์กลางก้านไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น ในขณะที่ผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางก้านน้อยที่สุด (ตาราง 13)

2.6 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้า

จากการทดลอง พบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 30 หลังการเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกสิ่งทดลอง ส่วนผักคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด (ตาราง 14)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.7 น้ำหนักสดของผักคะน้า

หลังจากผักคะน้าได้รับสิ่งทดลองต่าง ๆ พบว่า ผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 30 หลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผักคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อ 38 วันหลังเพาะเมล็ด ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความน้ำหนักสดไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น ขณะที่ 46 วันหลังเพาะเมล็ด ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีน้ำหนักสดน้อยที่สุด (ตาราง 15)

2.8 น้ำหนักแห้งของผักคะน้า

เมื่อผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 30 หลังเพาะเมล็ด พบว่า มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ผักคะน้าอายุ 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเดียวกันคือ ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (ตาราง 16)

3. ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักคะน้า

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักคะน้า

ผักคะน้า อายุ 14 และ 22 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยผักคะน้าอายุ 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย 30 วันหลังเพาะเมล็ด ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 100 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ 38 วันหลังเพาะเมล็ด ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 46 วันหลังเพาะเมล็ด ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีแนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุด (ตาราง 17)

3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักคะน้า

ภายหลังการให้สิ่งทดลองเมื่อผักคะน้าอายุ 14 และ 22 วันหลังเพาะเมล็ดพบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยผักคะน้าอายุ 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองผักคะน้าอายุ 46 วัน

หลังเพาะเมล็ด พบว่า ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ a แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีแนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ a น้อยที่สุด (ตาราง 18)

3.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักคะน้า

ผักคะน้าอายุ 14, 22 และ 38 วันหลังเพาะเมล็ดพบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ b ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยผักคะน้าอายุ 30 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณคลอโรฟิลล์ b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ดที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ b ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองผักคะน้าอายุ 46 วัน หลังเพาะเมล็ด พบว่า ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ b ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น ส่วนผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่ามีแนวโน้มปริมาณคลอโรฟิลล์ b น้อยที่สุด (ตาราง 19)

4. ปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผักคะน้าก่อนการทดลอง พบว่าในทุกสิ่งทดลองมีค่าปริมาณธาตุอาหารไม่ต่างกันทางสถิติคือ ผักคะน้ามีปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 4.78 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.79 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 7.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่า มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด เท่ากับ 1.73 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้นและปุ๋ยเคมี ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 20)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 8 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและวันสิ้นสุดการทดลอง

สิ่งทดลอง	สมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	EC (ds/m)	Nitrogen (N) (mg/kg)	Phosphorus (P) (mg/kg)	Potassium (K) (mg/kg)
ก่อนการทดลอง	5.60	0.89	536.67	105.84	424.35
วันสิ้นสุดการทดลอง					
น้ำเปล่า	5.75±0.01^{b}	0.76±0.15^{c}	603.33±37.86	91.68±5.20^{b}	477.78±14.18^{e}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	5.57±0.05^{c}	2.23±0.14^{bc}	633.33±75.06	128.38±2.92^{a}	1013.65±41.99^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	5.91±0.03^{a}	1.98±1.20^{bc}	610.00±176.92	118.37±1.43^{a}	1302.56±91.52^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	5.61±0.03^{c}	4.65±0.08^{a}	783.33±60.28	123.35±8.03^{a}	1692.97±60.89^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	5.65±0.02^{bc}	5.98±0.65^{a}	760.00±70.00	117.55±6.62^{a}	2239.16±187.32^{a}
ปุ๋ยเคมี	4.44±0.09^{d}	3.34±0.54^{b}	770.00±60.44	110.85±13.76^{a}	553.38±60.02^{e}
F-test	**	**	ns	**	**
CV (%)	0.81	23.07	13.27	6.50	7.73

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 9 ความสูงของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความสูงของผักคะน้า (เซนติเมตร)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	7.60±1.09	16.13±1.65	21.00±0.00	22.38±0.26[b]	33.75±3.20[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	7.43±0.90	15.63±2.81	23.38±3.14	31.88±3.97[a]	46.50±4.36[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	7.63±1.09	13.63±3.35	20.75±1.85	31.25±3.23[a]	46.88±3.57[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	7.80±1.10	15.38±2.56	20.37±0.25	31.50±0.58[a]	44.00±4.54[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	7.55±0.93	15.00±1.22	21.50±1.47	30.25±1.04[a]	43.13±4.66[a]
ปุ๋ยเคมี	7.40±1.30	13.88±0.85	23.13±3.17	31.38±1.25[a]	44.25±2.72[a]
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	14.20	15.24	9.70	7.41	9.06

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 10 จำนวนใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	จำนวนใบของผักคะน้า (ใบ)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	3.50±0.58	5.00±0.00	5.75±0.50	6.50±0.56	6.50±0.58[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.50±0.58	5.00±0.00	6.25±0.50	7.00±0.82	8.50±0.58[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.50±0.58	5.00±0.82	6.75±0.50	7.00±0.82	8.00±0.82[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.50±0.58	5.00±0.00	6.00±0.00	6.25±0.50	7.75±0.50[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	3.50±0.58	5.00±0.82	6.50±0.56	6.75±0.96	8.50±0.58[a]
ปุ๋ยเคมี	3.25±0.50	5.50±0.56	6.25±0.50	6.75±0.96	8.25±0.96[a]
F-test	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	16.33	10.37	7.53	11.78	8.68

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 11 ความยาวใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความยาวใบของผักคะน้า (เซนติเมตร)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	3.28±0.43	5.84±0.61	8.80±0.60	9.64±0.27^{b}	11.88±0.42^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.04±0.19	5.98±0.63	8.47±0.56	12.84±1.31^{a}	17.35±1.17^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.30±0.45	6.07±0.80	8.74±0.63	13.05±2.07^{a}	18.87±1.40^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.32±0.39	5.75±0.48	8.89±0.60	11.95±0.70^{ab}	17.55±1.03^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	3.04±0.40	5.80±0.35	9.08±0.81	11.93±1.19^{ab}	17.49±1.67^{a}
ปุ๋ยเคมี	3.37±0.57	5.99±0.30	9.88±1.30	13.51±0.93^{a}	18.26±1.21^{a}
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	12.99	9.42	8.84	10.02	7.17

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 12 ความกว้างใบของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความกว้างใบของผักคะน้า (เซนติเมตร)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	1.44±0.09	2.16±0.39	3.46±0.24	4.54±0.52[b]	5.80±0.58[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	1.42±0.15	2.20±0.32	3.19±0.40	5.95±0.62[a]	9.00±0.96[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.48±0.14	2.17±0.21	3.45±0.64	6.19±0.39[a]	9.44±1.41[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.56±0.18	2.04±0.26	3.69±0.40	5.90±0.59[a]	8.85±0.42[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.37±0.08	2.19±0.23	3.79±0.68	5.40±1.04[ab]	8.61±1.00[a]
ปุ๋ยเคมี	1.51±0.12	2.33±0.11	3.88±0.59	6.54±1.01[a]	9.40±0.60[a]
F-test	ns	ns	ns	*	**
CV (%)	8.91	12.30	14.23	12.83	10.48

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 13 เส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้า (มิลลิเมตร)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	0.82±0.01	1.24±0.11	1.44±0.07	1.82±0.43^{b}	2.26±0.24^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	0.83±0.03	1.14±0.02	1.31±0.12	3.26±0.67^{a}	4.09±0.37^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	0.84±0.02	1.18±0.01	1.48±0.32	3.54±0.36^{a}	4.11±0.12^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	0.84±0.03	1.13±0.04	1.45±0.27	3.22±0.61^{a}	4.13±0.55^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	0.85±0.03	1.21±0.08	1.66±0.25	2.75±0.41^{ab}	4.13±0.28^{a}
ปุ๋ยเคมี	0.86±0.08	1.24±0.10	1.65±0.22	3.46±0.39^{a}	4.20±0.38^{a}
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	5.33	5.95	14.94	16.35	9.15

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 14 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้า (มิลลิเมตร)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	1.23±0.74	1.78±0.10	2.07±0.43	2.82±0.42[b]	3.77±0.31[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	1.50±0.09	1.68±0.24	2.23±0.46	4.60±0.58[a]	6.64±0.32[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.64±0.08	1.77±0.10	2.14±0.53	5.05±0.40[a]	7.11±0.48[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.56±0.26	1.78±0.09	2.16±0.34	4.52±0.34[a]	6.55±0.27[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.54±0.07	1.70±0.09	2.43±0.30	4.44±0.81[a]	6.47±0.99[a]
ปุ๋ยเคมี	1.57±0.13	1.85±0.07	2.62±0.29	4.65±0.34[a]	6.86±0.49[a]
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	21.91	7.40	17.67	11.56	8.60

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 15 น้ำหนักสดของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสดของผักคะน้า (g)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	0.40±0.08	1.13±0.36	3.87±1.03	5.99±0.26^{b}	8.75±0.37^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	0.41±0.04	1.45±0.38	3.59±1.04	14.43±5.62^{a}	36.80±3.51^{ab}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	0.42±0.05	1.16±0.25	4.04±1.74	19.35±2.61^{a}	40.81±0.71^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	0.49±0.02	1.06±0.12	4.36±0.26	16.56±5.35^{a}	35.23±3.71^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	0.38±0.06	1.13±0.08	4.01±0.74	12.86±3.93^{ab}	35.06±2.17^{b}
ปุ๋ยเคมี	0.41±0.06	1.50±0.08	4.58±0.50	15.25±2.58^{a}	39.18±1.10^{a}
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	13.12	19.85	24.66	27.39	7.08

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 16 น้ำหนักแห้งของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้งของผักคะน้า				
	14 วัน (mg)	22 วัน (g)	30 วัน (g)	38 วัน (g)	46 วัน (g)
น้ำเปล่า	30.53±2.67	0.12±0.03	0.37±0.10	0.68±0.04^{b}	1.04±0.07^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	30.45±5.46	0.12±0.03	0.31±0.08	1.33±0.49^{ab}	3.29±0.43^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	31.68±2.74	0.11±0.04	0.33±0.10	1.84±0.22^{a}	3.51±0.49^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	33.20±3.52	0.10±0.01	0.39±0.01	1.55±0.53^{a}	3.03±0.41^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	30.00±2.16	0.11±0.01	0.39±0.10	1.25±0.34^{ab}	3.00±0.48^{a}
ปุ๋ยเคมี	31.25±3.01	0.14±0.01	0.38±0.08	1.59±0.37^{a}	3.64±0.20^{a}
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	10.99	27.03	23.15	26.94	13.09

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักคะน้า ($\mu g/cm^2$)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	37.81±1.51	39.29±1.90	39.17±2.61^{b}	45.69±0.71^{b}	35.66±1.49^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	39.67±3.87	43.07±2.84	40.37±4.09^{b}	51.02±2.89^{ab}	52.41±4.62^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	37.79±0.96	41.99±2.72	42.89±4.51^{ab}	52.44±3.01^{a}	58.87±5.38^{ab}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	36.99±0.92	39.51±1.84	40.79±5.27^{b}	57.01±2.32^{a}	59.26±3.32^{ab}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	36.57±0.36	42.06±2.78	49.64±1.20^{a}	53.08±4.51^{a}	60.99±2.14^{a}
ปุ๋ยเคมี	37.81±1.06	40.19±1.33	50.44±2.80^{a}	55.85±3.05^{a}	61.13±0.73^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**
CV (%)	4.87	5.63	8.36	5.72	6.18

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักคะน้า ($\mu g/cm^2$)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	22.69±3.33	22.19±1.81	24.72±1.77^{b}	29.63±2.07^{b}	21.99±3.43^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	24.18±2.57	22.85±2.60	25.71±3.39^{b}	34.95±1.88^{ab}	34.16±3.11^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	23.72±0.85	23.07±2.45	26.59±2.76^{b}	36.44±2.04^{ab}	39.88±3.54^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	20.30±0.78	21.64±2.44	25.48±3.34^{b}	39.44±4.59^{a}	41.12±2.74^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	21.29±2.05	23.67±3.35	32.82±1.72^{a}	36.41±4.08^{ab}	42.21±0.52^{a}
ปุ๋ยเคมี	22.70±3.18	22.52±2.68	32.44±2.03^{a}	33.78±4.28^{ab}	43.05±0.84^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**
CV (%)	10.48	11.46	9.29	9.59	7.17

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักคะน้าที่อายุ 14, 22, 30, 38 และ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักคะน้า ($\mu g/cm^2$)				
	14 วัน	22 วัน	30 วัน	38 วัน	46 วัน
น้ำเปล่า	15.12±2.47	17.11±1.76	14.47±0.88^{b}	16.07±2.14	13.67±2.70^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	15.49±1.56	20.24±1.31	14.67±0.84^{b}	16.08±3.20	18.26±1.51^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	14.09±0.25	18.93±3.91	16.32±2.10^{ab}	16.02±3.04	19.00±1.92^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	16.71±1.54	17.88±3.46	15.32±1.96^{ab}	17.58±2.58	18.15±0.59^{a}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	15.29±1.91	18.40±1.76	16.83±0.69^{ab}	16.69±3.26	18.80±1.70^{a}
ปุ๋ยเคมี	15.12±2.34	17.69±1.60	18.02±0.81^{a}	22.08±4.20	18.10±0.53^{a}
F-test	ns	ns	**	ns	**
CV (%)	11.95	13.64	8.54	18.01	9.46

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 20 ปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

สิ่งทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า (%)		
	Nitrogen (N)	Phosphorus (P)	Potassium (K)
ก่อนการทดลอง	4.78	0.79	7.34
วันสิ้นสุดการทดลอง			
น้ำเปล่า	1.73±0.37^{c}	0.47±0.06	5.04±1.48
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.20±0.17^{b}	0.39±0.05	7.23±0.47
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.53±0.19^{ab}	0.43±0.04	6.63±0.43
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.28±0.73^{b}	0.42±0.08	6.08±1.05
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	2.92±0.21^{b}	0.45±0.02	5.93±0.56
ปุ๋ยเคมี	4.46±0.34^{a}	0.38±0.07	5.10±1.00
F-test	**	ns	ns
CV (%)	12.11	12.95	15.23

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

1. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ก่อนการทดลองพบว่า สมบัติทางเคมีของดินปลูกผักกาดหอมในทุกสิ่งทดลองมีค่า ไม่ต่างกันคือ ค่า pH เท่ากับ 6.50, ค่า Electric Conductivity (EC) เท่ากับ 1.32 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ปริมาณไนโตรเจนในดิน เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน เท่ากับ 161.68 mg/kg และปริมาณโพแทสเซียมในดิน เท่ากับ 754.48 mg/kg (ตาราง 21) ในขณะที่วันสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่า pH ของดิน ค่า EC ของดิน ปริมาณไนโตรเจนในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และปริมาณโพแทสเซียมในดินของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่า pH ของดินเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ค่า EC ของดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าสูงที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับค่า EC ของดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสในดิน พบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณไนโตรเจนในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสในดินไม่แตกต่างกับดินที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น แต่แตกต่างกับดินที่ได้รับน้ำเปล่า ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนในดินและปริมาณฟอสฟอรัสในดินน้อยที่สุด เท่ากับ 0.09 mg/kg และ 283.18 mg/kg ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในดิน พบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณโพแทสเซียมในดินมากที่สุด รองลงมาคือดินที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินที่ได้รับน้ำเปล่ามีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด (ตาราง 21)

2. การเจริญเติบโตของผักกาดหอม

2.1 ความสูงของผักกาดหอม

จากการทดลองพบว่า ความสูงของผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ดไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ความสูงของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีความสูงน้อยที่สุด (ตาราง 22)

2.2 จำนวนใบของผักกาดหอม

หลังจากการให้สิ่งทดลองผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ดไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่จำนวนใบของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน

คือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีจำนวนใบน้อยที่สุด (ตาราง 23)

2.3 ความยาวใบของผักกาดหอม

เมื่อผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความยาวใบมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีความยาวใบน้อยที่สุด (ตาราง 24)

2.4 ความกว้างใบของผักกาดหอม

หลังจากการให้สิ่งทดลองต่าง ๆ ทำให้ความกว้างใบของผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความกว้างใบมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีความกว้างใบน้อยที่สุด (ตาราง 25)

2.5 ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม

ภายหลังการให้สิ่งทดลองผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด (ตาราง 26)

2.6 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม

ผลเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด (ตาราง 27)

2.7 น้ำหนักสดของผักกาดหอม

เมื่อผักกาดหอมอายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่น้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีน้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีน้ำหนักสดน้อยที่สุด (ตาราง 28)

2.8 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม

จากการให้สิ่งทดลองผักกาดหอมที่อายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมอายุ 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (ตาราง 29)

3. ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดหอม

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอม

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมอายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุด (ตาราง 30)

3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ในใบของผักกาดหอม

ภายหลังการให้สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักกาดหอมอายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ a มากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ a น้อยที่สุด (ตาราง 31)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักกาดหอม

จากการทดลอง ผักกาดหอมที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักกาดหอมอายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ b มากที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้ง 100, 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ b น้อยที่สุด (ตาราง 32)

4. ปริมาณธาตุอาหารในผักกาดหอม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผักกาดหอมก่อนการทดลอง พบว่าในทุกสิ่งทดลอง มีปริมาณธาตุอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ ผักกาดหอมมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.79 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 7.58 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ผักกาดหอมมีปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณไนโตรเจน และปริมาณโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกับผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งทุกความเข้มข้น และน้ำเปล่า (ตาราง 33)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 21 สมบัติทางเคมีของดินปลูกผักกาดหอมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

สิ่งทดลอง	สมบัติทางเคมีของดิน				
	pH	EC (dS/m)	Nitrogen (N) (mg/kg)	Phosphorus (P) (mg/kg)	Potassium (K) (mg/kg)
ก่อนการทดลอง	6.50	1.32	0.10	161.68	754.48
น้ำเปล่า	6.70±0.04^{ab}	2.78±0.32^{d}	0.09±0.02^{b}	283.18±13.82^{b}	276.50±3.47^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	6.72±0.05^{ab}	3.75±1.19^{cd}	0.12±0.01^{a}	364.35±14.62^{a}	594.97±8.65^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	6.71±0.01^{ab}	4.14±0.28^{bcd}	0.13±0.02^{a}	374.39±15.60^{a}	682.94±25.65^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	6.67±0.02^{b}	4.35±0.05^{abc}	0.13±0.02^{a}	379.85±14.57^{a}	743.11±41.51^{ab}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	6.76±0.01^{a}	5.49±0.21^{ab}	0.12±0.01^{a}	385.85±6.74^{a}	746.04±13.96^{ab}
ปุ๋ยเคมี	6.19±0.01^{c}	5.69±0.19^{a}	0.13±0.01^{a}	360.85±15.51^{a}	775.61±38.46^{a}
F-test	**	**	*	**	**
CV (%)	0.47	12.15	26.48	3.86	4.13

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 22 ความสูงของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความสูงของผักกาดหอม (เซนติเมตร)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	3.55±0.17	6.58±2.11	6.88±1.11^{b}	7.30±0.54^{e}	7.45±1.18^{e}	8.50±3.03^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.15±0.31	7.03±0.28	8.48±1.07^{b}	12.50±1.59^{d}	13.00±1.08^{d}	13.25±0.65^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.33±0.15	7.93±0.39	11.45±1.24^{a}	14.13±1.44^{cd}	14.28±0.85^{cd}	18.13±0.48^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.28±0.43	7.73±0.50	13.15±0.82^{a}	15.75±0.29^{bc}	15.90±0.91^{bc}	20.38±1.25^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	3.33±0.21	7.98±0.22	12.50±0.50^{a}	17.45±0.95^{ab}	17.88±1.65^{b}	20.88±1.31^{b}
ปุ๋ยเคมี	3.40±0.18	7.55±0.75	11.83±0.94^{a}	18.13±0.75^{a}	22.63±1.80^{a}	25.75±1.19^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	7.87	12.87	9.13	7.28	8.54	8.73

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 23 จำนวนใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	จำนวนใบของผักกาดหอม (ใบ)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	3.75±0.50	5.75±0.50	6.25±0.96^{b}	7.25±0.50^{c}	8.25±1.25^{c}	9.50±0.58^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.75±0.50	5.50±0.58	6.75±0.50^{ab}	9.00±0.82^{b}	9.75±0.96^{c}	12.50±1.00^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.75±0.50	5.75±0.50	7.25±1.50^{ab}	9.50±1.00^{b}	9.75±0.50^{c}	19.50±1.29^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.75±0.50	5.75±0.50	8.00±0.00^{a}	10.00±1.15^{ab}	14.00±0.82^{b}	20.00±2.45^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	3.75±0.50	5.75±0.50	8.25±0.50^{a}	11.50±0.58^{a}	13.50±1.00^{ab}	20.00±2.16^{b}
ปุ๋ยเคมี	3.75±0.50	5.75±0.50	8.00±0.00^{a}	11.50±0.58^{a}	15.75±1.50^{a}	26.25±1.89^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	13.33	9.00	10.54	8.25	8.91	9.44

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 24 ความยาวใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความยาวใบของผักกาดหอม (เซนติเมตร)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	1.96±0.14	5.13±0.17	5.28±0.72^{d}	5.44±1.62^{c}	6.47±1.27^{e}	6.59±1.83^{e}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	1.90±0.06	4.98±0.33	6.57±0.45^{c}	10.09±0.99^{b}	10.21±1.05^{d}	10.84±0.82^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.98±0.24	5.59±0.21	7.92±0.59^{b}	10.67±0.43^{b}	11.59±0.85^{cd}	12.21±0.36c^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.84±0.18	4.98±0.54	9.19±0.37^{a}	11.90±0.69^{ab}	12.52±0.36b^{c}	13.49±1.10b^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.82±0.15	5.40±0.43	8.88±0.49^{ab}	13.53±0.70^{a}	13.61±0.29^{b}	14.97±0.75^{b}
ปุ๋ยเคมี	1.90±0.12	5.32±0.46	8.14±0.27^{ab}	13.03±0.63^{a}	16.45±0.32^{a}	17.89±0.62^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	8.50	7.28	6.55	8.29	6.68	8.12

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 25 ความกว้างใบของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความกว้างใบของผักกาดหอม (เซนติเมตร)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	1.63±0.11	3.69±0.46	3.95±0.98^{d}	4.11±0.81^{c}	4.83±1.04^{e}	5.22±1.24^{e}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	1.51±0.05	3.72±0.33	4.77±0.42^{cd}	7.18±0.88^{b}	8.42±1.04^{d}	8.48±0.62^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.54±0.12	3.94±0.31	5.53±0.44^{bc}	8.59±0.46^{b}	8.80±0.62^{d}	10.95±0.25^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.52±0.10	3.66±0.21	6.87±0.25^{ab}	8.55±0.81^{b}	10.27±0.43^{c}	12.09±1.03^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.48±0.04	3.97±0.35	7.09±0.94^{a}	10.93±0.64^{a}	12.26±0.42^{b}	13.97±0.93^{b}
ปุ๋ยเคมี	1.57±0.15	3.91±0.28	6.23±0.32^{ab}	11.48±0.21^{a}	14.30±0.42^{a}	16.68±0.74^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	6.81	8.71	10.98	7.98	7.33	7.67

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 26 ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมที่อายุต่าง 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอม (เซนติเมตร)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	4.60±0.42	9.00±1.08	9.50±2.65^{c}	10.00±1.83^{c}	13.25±3.30^{d}	13.88±3.71^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	4.70±0.43	9.38±0.85	11.75±1.71^{bc}	17.25±2.22^{b}	19.25±2.63^{c}	21.50±3.11^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	4.90±0.59	10.88±1.31	14.50±1.73^{b}	18.50±1.91^{b}	21.00±1.83^{c}	29.00±1.47^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	4.88±0.52	10.00±1.63	20.50±1.00^{a}	24.63±2.50^{ab}	27.00±1.15^{b}	31.63±1.70^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	4.60±0.37	11.00±1.78	21.75±1.50^{a}	27.75±3.77^{a}	30.75±1.50^{b}	32.75±2.10^{b}
ปุ๋ยเคมี	5.00±0.29	10.63±0.75	20.25±1.71^{a}	28.75±3.10^{a}	41.25±2.87^{a}	43.75±1.50^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	9.40	12.74	10.89	12.51	9.23	8.41

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 27 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม (เซนติเมตร)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	1.26±0.10	2.36±0.21^{abc}	3.32±0.90^{c}	4.53±0.77^{d}	4.81±0.50^{d}	6.07±2.33^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	1.24±0.06	2.09±0.35^{c}	4.10±0.49^{bc}	6.46±0.69^{c}	8.41±1.40^{c}	9.66±1.22^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.22±0.12	2.83±0.44^{a}	4.63±0.60^{ab}	7.05±0.61^{c}	8.64±1.29^{c}	11.51±1.06^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.23±0.16	2.30±0.27^{bc}	5.65±0.39^{a}	8.93±0.83^{b}	9.75±1.04^{bc}	12.52±1.93^{ab}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.38±0.17	2.76±0.36^{ab}	5.10±0.16^{ab}	10.87±0.81^{a}	11.56±1.05^{b}	12.87±1.50^{ab}
ปุ๋ยเคมี	1.23±0.07	2.45±0.08^{abc}	4.76±0.40^{ab}	9.78±0.12^{ab}	13.74±0.79^{a}	15.60±1.40^{a}
F-test	ns	*	**	**	**	**
CV (%)	9.74	12.51	11.73	8.64	11.16	14.37

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 28 น้ำหนักสดของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสดของผักกาดหอม (g)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	0.32±0.05	1.77±0.11	2.44±1.53^{d}	4.84±1.89^{e}	5.25±0.47^{f}	12.18±5.03^{f}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	0.32±0.04	1.40±0.28	4.49±1.50^{cd}	18.71±2.50^{d}	21.73±0.52^{e}	36.04±4.51^{e}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	0.31±0.04	1.87±0.36	8.29±2.69^{bc}	25.31±2.86^{d}	32.11±3.16^{d}	90.42±8.72^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	0.32±0.04	1.61±0.31	12.83±1.70^{ab}	36.25±7.53^{c}	56.40±2.09^{c}	156.31±9.53^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	0.32±0.03	2.22±0.54	13.64±3.46^{a}	51.24±4.58^{b}	79.05±4.06^{b}	195.21±10.92^{b}
ปุ๋ยเคมี	0.33±0.01	1.91±0.37	10.73±0.99^{ab}	62.85±3.93^{a}	185.58±5.53^{a}	403.18±9.86^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	10.54	19.25	24.59	12.97	5.07	5.68

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 29 น้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้งของผักกาดหอม (กรัม)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	15.93±2.75	0.10±13.09	0.21±0.05^{d}	0.36±0.15^{c}	0.39±0.04^{e}	1.06±0.43^{e}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	15.43±1.33	0.08±11.52	0.31±0.06^{cd}	1.05±0.24^{bc}	2.14±0.32^{d}	2.98±0.73^{de}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	15.88±3.18	0.10±12.64	0.44±0.09^{c}	1.49±0.25^{b}	2.35±0.34^{d}	4.62±0.91^{cd}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	16.28±4.07	0.09±17.43	0.75±0.09^{a}	2.45±0.47^{a}	3.74±0.48^{c}	6.12±1.29^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	16.65±2.14	0.11±28.04	0.79±0.07^{a}	2.91±0.35^{a}	5.11±0.45^{b}	9.58±1.63^{b}
ปุ๋ยเคมี	16.23±1.39	0.10±13.27	0.61±0.04^{b}	2.95±0.52^{a}	9.35±0.72^{a}	15.82±0.91^{a}
F-test	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	16.59	7.75	13.60	19.28	11.32	15.80

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 30 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอม ($\mu g/cm^2$)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	3.18±0.81	9.31±0.42^{b}	5.24±1.56^{b}	10.57±0.44^{d}	8.51±0.65^{b}	9.99±1.91^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	3.63±0.87	9.00±0.27^{b}	7.12±2.86^{b}	13.35±1.68^{c}	10.81±2.44^{ab}	12.56±2.00^{cd}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	4.96±2.05	9.00±0.34^{b}	12.52±3.48^{a}	14.89±1.94^{bc}	11.63±1.30^{ab}	17.11±2.43^{bc}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	3.47±1.09	9.19±0.53^{b}	13.24±1.76^{a}	15.69±0.85^{bc}	12.43±3.38^{ab}	21.39±3.87^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	5.36±2.02	9.28±0.27^{b}	13.97±1.03^{a}	16.74±1.43^{ab}	13.65±1.98^{ab}	22.90±4.77^{b}
ปุ๋ยเคมี	4.67±1.83	11.55±0.40^{a}	15.49±2.57^{a}	18.84±0.42^{a}	15.77±3.50^{a}	39.18±2.03^{a}
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV (%)	36.56	4.00	20.99	8.48	20.11	14.81

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 31 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ของผักกาดหอม ($\mu g/cm^2$)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	2.88±1.01	7.11±0.44^{b}	3.79±1.29^{c}	5.09±0.24^{d}	3.63±0.39^{c}	5.14±1.53^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	2.82±1.00	6.74±0.37^{b}	5.17±2.06^{bc}	7.34±1.07^{c}	5.53±1.72^{bc}	6.78±1.00^{c}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	3.07±1.64	6.97±0.21^{b}	8.25±1.45^{ab}	8.12±0.86^{bc}	6.14±0.97^{abc}	10.66±1.82^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	2.11±0.54	7.04±0.33^{b}	8.21±1.40^{ab}	9.54±1.21^{b}	6.99±2.68^{abc}	13.21±2.31^{b}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	3.87±1.02	7.30±0.46^{b}	8.06±1.20^{ab}	9.31±1.00^{b}	7.96±1.46^{ab}	13.72±2.27^{b}
ปุ๋ยเคมี	3.23±1.05	8.24±0.27^{a}	10.93±1.40^{a}	11.32±0.31^{a}	9.85±2.18^{a}	18.77±1.42^{a}
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV (%)	36.51	4.99	20.18	10.25	26.02	15.69

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 32 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักกาดหอมที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ของผักกาดหอม ($\mu g/cm^2$)					
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
น้ำเปล่า	0.30±0.20	2.20±0.33^{b}	1.45±0.45^{b}	5.49±0.27^{c}	4.89±0.45	4.85±0.61^{d}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	0.81±0.50	2.26±0.36^{b}	1.95±0.86^{b}	6.02±0.62^{bc}	5.28±0.79	5.78±1.09^{cd}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	1.89±0.45	2.03±0.27^{b}	4.28±2.48^{ab}	6.78±1.61^{abc}	5.49±0.42	6.46±0.65^{bcd}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	1.36±0.74	2.15±0.30^{b}	5.04±1.85^{ab}	6.13±0.85^{abc}	5.44±0.71	8.19±1.68^{bc}
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	1.49±1.17	1.99±0.36^{b}	5.93±1.66^{a}	7.44±0.93^{ab}	5.70±0.58	9.18±2.75^{b}
ปุ๋ยเคมี	1.44±0.79	3.32±0.24^{a}	4.56±1.99^{ab}	7.53±0.33^{a}	5.92±1.33	20.43±0.84^{a}
F-test	ns	**	**	*	ns	**
CV (%)	57.96	13.46	43.57	13.55	14.21	16.13

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 33 ปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

สิ่งทดลอง	ปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม (%)		
	Nitrogen (N)	Phosphorus (P)	Potassium (K)
ก่อนการทดลอง	4.50	0.79	7.58
วันสิ้นสุดการทดลอง			
น้ำเปล่า	0.46±0.04[b]	0.16±0.03[b]	2.65±0.31[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 25%	0.50±0.07[b]	0.16±0.02[b]	2.84±0.11[b]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 50%	2.98±0.56[a]	0.21±0.05[b]	5.00±0.88[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 75%	2.58±0.13[a]	0.19±0.01[b]	4.71±0.22[a]
น้ำทิ้งความเข้มข้น 100%	2.99±0.13[a]	0.16±0.01[b]	4.88±0.17[a]
ปุ๋ยเคมี	2.67±5.78[a]	1.96±0.01[a]	5.15±0.42[a]
F-test	**	**	**
CV (%)	20.72	16.13	10.34

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

การใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมจะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน ไฮโดรเจนไอออนจะถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการแปรเปลี่ยนรูปของธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี และการกระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิดที่ก่อให้เกิดดินกรดได้ (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544 : 61) จากผลการทดลอง พบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่า pH ของดิน ลดต่ำลง และมีค่าต่ำกว่าค่า pH ของดินก่อนการทดลอง ขณะที่ดินที่ได้รับน้ำเปล่าและน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น และมีค่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยมีค่า pH ของดินอยู่ในช่วง 5.75 - 5.91 แตกต่างกับดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสุนิสา ประไพตระกูล. (2551 : 1 - 10) รายงานว่า คะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแถบทุกชนิด แต่ดินที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ ดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี ความชื้นสูง ค่า pH ที่เหมาะสมประมาณ 5.5 - 6.8 รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2538 ก : 182 - 192) พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 25 กก.ไนโตรเจนต่อไร่ ติดต่อกันทั้งสามฤดูปลูกของหญ้ากินนีมีแนวโน้มทำให้ค่า pH ของดินต่ำลง แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ค่า pH ของดินลดลง แต่การใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพไม่ส่งผลกระทบต่อค่า pH ของดิน แต่กลับช่วยส่งเสริมให้ค่า pH ของดินอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ในขณะที่ดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังชั่นประจุลบต่าง ๆ เช่น Carboxyl และ Phenol ขณะเดียวกันปลดปล่อยธาตุอาหารประจุบวกสู่ดิน ทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงขึ้น (มัจฉา แก้วพิลา และคณะ. 2556 : 12) ซึ่งน้ำหมักชีวภาพมีค่าความเข้มข้นของสารละลายสูง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เกินกว่า 4 dS/m (จำรัส กิจธำรุง. 2544 : 134) เป็นเหตุผลทำให้ดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 4.65 และ 5.95 dS/m ตามลำดับ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่าดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักชีวภาพโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) มากกว่า 4 dS/m แต่ไม่เกิน 20 dS/m (กรมพัฒนาที่ดิน. 2547 : 36)

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินปลูกผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงกว่าดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อาจเนื่องมากจากดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ได้รับโพแทสเซียมจากน้ำทิ้ง เท่ากับ 2.16, 4.32, 6.48 และ 8.64 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี ได้รับโพแทสเซียมจากปุ๋ยเคมี เท่ากับ 1.92 กรัม ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินปลูกผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้นมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าดินปลูกผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ในพืชสีเขียวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ประกอบด้วย รงควัตถุ ซึ่งมีหลายกลุ่ม แต่ละกลุ่มสามารถแบ่งออกเป็นหลายชนิดแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการดูดแสงแตกต่างกัน (ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์. 2540 : 202 - 290) รงควัตถุจำพวกคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ทำหน้าที่สำคัญในการดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์และกระตุ้นปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบมากในพืช มีหลายชนิดได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี เป็นต้น โดยแต่ละชนิดมีโครงสร้างและคุณสมบัติต่างกันไป คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนหัวเป็นส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสง มีโครงสร้างเป็นไพโรลแบบวงแหวน 4 วง โดยแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นศูนย์กลาง และมีส่วนหางเป็นไฮโดรคาร์บอนช่วยยึดรงควัตถุกับระบบแสง ในพืชพบว่าคลอโรฟิลล์เอดูดแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวช่วงคลื่นซึ่งมีศูนย์กลางปฏิกิริยาที่ 680 และ 700 นาโนเมตร สำหรับคลอโรฟิลล์บีสามารถดูดแสงได้ดีในหลายความยาวคลื่นได้แก่ 480, 640 และ 650 นาโนเมตร (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548 : 252) คลอโรฟิลล์พบได้ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช โดยพบมากที่ใบ คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่เป็นโมเลกุลรับพลังงานจากแสงและนำพลังงานไปใช้ในการสร้างพลังงานเคมีโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างสารอินทรีย์ และนำไปใช้เพื่อการการเจริญเติบโตของพืช (วงษ์จันทร์ วงษ์แก้ว. 2535 : 157) ซึ่งพืชจะมีการสร้างคลอโรฟิลล์ในปริมาณเท่าที่จำเป็นต้องใช้และเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีถึงสภาวะการขาดไนโตรเจน และธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์ และคณะ. 2544 : 82 - 96) จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ เส้นผ่าศูนย์กลางก้าน เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี ผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Prathumyot and et al. (2019 : 347 - 358) พบว่า ต้นดาวเรืองที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b และน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า การใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพส่งเสริมให้ผักคะน้าสร้างคลอโรฟิลล์ได้ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี และส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ ไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผักคะน้า พบว่าปริมาณไนโตรเจนในผักคะน้าของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี และ น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้นแตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่า ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด โดยผักคะน้าเป็นผักกินใบและลำต้น จึงต้องการธาตุไนโตรเจนสูง อีกทั้งธาตุไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลที่สำคัญในพืชหลายชนิดซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิตของผักคะน้า (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ. 2541 : 424) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพมีปริมาณไนโตรเจนที่ส่งผลให้ผักคะน้ามีการเจริญเติบโตได้ ในขณะที่การใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกับผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยแคมี และมีแนวโน้มให้ผักคะน้าโตดีที่สุด ได้แก่ ความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมในผักคะน้าไม่พบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง อาจเนื่องมาจากฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่ใช่ธาตุอาหารที่จำเป็นในระยะการเจริญเติบโตทางใบและลำต้นของผักคะน้า โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการพัฒนาของดอก ส่วนโพแทสเซียมมีบทบาทช่วยเพิ่มคุณภาพด้านความหวานของไม้ผล (พิทยา สรวมศิริ และคณะ. 2550 : 202)

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่า pH ของดิน ต่ำกว่าดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีจะเร่งอัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุ ทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมลง ดินกระด้าง ไม่อุ้มน้ำซึ่งจะส่งผลกระทบต่อพืช อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุไนโตรเจนมากจะทำให้ดินเป็นกรด (วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2554 : 161) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤตติกา ขนิษฐ์ทอง (2562 : 123) รายงานว่าดินปลูกต้นดาวเรืองในสิ่งทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าความเป็นกรด - ด่าง

(pH) ของดิน ต่ำกว่าดินปลูกต้นดาวเรืองในสิ่งทดลองที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่ต่างกับดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี จากการศึกษายังพบว่า ดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใกล้เคียงกับดินปลูกผักคะน้าในความเข้มข้นเดียวกัน ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินปลูกผักกาดหอมเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินปลูกผักคะน้า อาจเนื่องมาจากการเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักกาดหอม โดยใช้ปุ๋ยเคมี สองสูตรได้แก่ สูตร 15 – 15 - 15 และ 13 - 13 - 21 ในขณะที่ดินปลูกผักคะน้าใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 8 - 8 เพียงสูตรเดียว ผลการทดลองในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Bi and et al. 2010 : 1373 - 1377) พบว่า ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้น หลังจากใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกับดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี ในขณะที่ดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมในดินน้อยกว่าดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อาจเนื่องมาจากดินที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับโพแทสเซียมจากน้ำทิ้ง เท่ากับ 1.35 และ 2.70 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมี ได้รับโพแทสเซียมจากปุ๋ยเคมี เท่ากับ 2.79 กรัม ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่าดินปลูกผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (Taiz and Zeiger. 2006 : 700) ดังนั้นพืชที่มีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์สูง จะมีการเจริญเติบโตที่สูงกว่าพืชที่มีคลอโรฟิลล์ต่ำ (Bi and et al. 2010 : 1373 - 1377) จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b สูงกว่าผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จึงอาจเป็นเหตุผลทำให้ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง แตกต่างกับผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้น ผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Chit-aree and et al. 2017 : 1285 - 1293) พบว่า ต้นดาวเรืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี มีปริมาณ

คลอโรฟิลล์สูงกว่าต้นดาวเรืองที่ได้รับน้ำทิ้งจากก๊าซชีวภาพ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำให้ต้นดาวเรืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นดาวเรืองที่ได้รับน้ำทิ้งจากก๊าซชีวภาพ

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช และมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้าน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541 : 547) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผักกาดหอม พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณไนโตรเจน ไม่แตกต่างกับผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพมีปริมาณไนโตรเจนที่ส่งผลให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตได้ แต่ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้นมีผลการเจริญเติบโตน้อยกว่าผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยเคมี มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารสูง ทำให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตได้มากกว่า (Lester and Saftner. 2011 : 10401 - 10406) ในขณะที่ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทุกความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อาจเนื่องมาจากปุ๋ยเคมีมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ โดยผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี จะได้รับปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 2.07 กรัมต่อต้น ขณะที่ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะได้รับปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.10, 0.20, 0.30 และ 0.40 กรัมต่อต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจน และปริมาณโพแทสเซียม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานของสุพจน์ ชัยวิมล (2547 : 134) พบว่าน้ำหมักชีวภาพมีฟอสฟอรัสร้อยละ 0.1 ซึ่งน้อยที่สุด ขณะที่น้ำหมักชีวภาพมีไนโตรเจนร้อยละ 0.58 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.55 ในส่วนของปริมาณโพแทสเซียมในผักกาดหอม พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างกับผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมของผักกาดหอมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการปรับความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลง ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพลดลง ปริมาณโพแทสเซียมจะลดลงตามลำดับ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

1. การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ค่า pH ของดินปลูกผักคะน้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

2. ผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ และปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ผักคะน้าที่ได้รับน้ำเปล่า มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

3. เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักคะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้น้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มให้ต้นผักคะน้า มีความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีที่สุด

4. ผักคะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของผักคะน้าในทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

1. การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ค่า pH ของดินปลูกผักกาดหอมลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

2. ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตมากกว่า ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่า มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

3. เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้น้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มให้ผักกาดหอมมีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ปริมาณคลอโรฟิลล์ b น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ดีที่สุด

4. ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี และน้ำทิ้งความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมไม่แตกต่างทางสถิติ ขณะที่ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของผักกาดหอมได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี พบว่ามีการเจริญเติบโตได้น้อยกว่า ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรจะใช้น้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ ผสมผสานกับปุ๋ยเคมี เพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่มการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กชพรรณ วงค์เจริญ. (2557). "การศึกษาปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการผลิตผักปลอดสารพิษ จังหวัดกาฬสินธุ์" วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใน **การประชุมวิชาการมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 10**. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2547). **ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน**. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 36 น. (จุลสาร).

_____. (2553). **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf 3 ตุลาคม 2560.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป). **การใช้เทคโนโลยีพลังงานก๊าซชีวภาพ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.dede.go.th. 27 สิงหาคม 2560.

กรมวิชาการเกษตร. (2558). **ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2552 - 2557**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/. 5 มิถุนายน 2560.

กฤตติกา ขนิษฐ์ทอง. (2562). **ผลของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของดาวเรือง**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

กองบรรณาธิการฐานการเกษตร. (2531). **อาชีพปลูกผัก**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : โรงพิมพ์เอเชีย

กัญญาพร สังข์แก้ว, สุวรรณภา บุญจงรักษ์ และ อมร อินทราเวช. (2558). "การใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากยีสต์เพื่อผลิตคะน้าอินทรีย์," **พืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 2 (4) : 24 - 32.

เกษม พิลึก. (2524). **ผักกาดและกะหล่ำ (ผักหนาว เล่ม 1)**. กรุงเทพฯ : สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จามีกร ศรีสุมล. (2537). **การใช้อินทรียวัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ปฐพีศาสตร์ (ปฐพีวิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จำรัส กิจธำรุง. (2544). ปุ๋ยน้ำชีวภาพ : เทคโนโลยีปุ๋ยปลาหมัก. ใน **เอกสารประกอบการประชุมเรื่องเทคโนโลยีดินปุ๋ยและเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต**. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร.

จินตรา นาครักษ์. (2549). **อิทธิพลของน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพ และปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พืชไร่). กรุงเทพฯ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไฉน ยอดเพชร. (2542). **พืชผักตะกูลครูซิเฟอร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์รั้วเขียว

ชาญชัย ลิมปิยากร และยุวนันท์ สันติทวีฤกษ์. (2544). **การออกแบบและก่อสร้างบ่อก๊าซชีวภาพ (Biogas : Design and Construction Small Digester)**. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ชำนาญ เขียวอำไพ. (2557). **คู่มือการปลูกผัก**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เกษตรสยาม.

ชินกฤต สุวรรณคีรี, ชินวร พิริยพงศ์พิทักษ์, นิรัช ก้อนใจ, สมศักดิ์ จีรัตน์ และสลริน เหมาประสิทธิ์. (2555). "ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากของเหลือใช้ต่อการเจริญเติบโตขอผักคะน้า" **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 : สาขาพืช**. 522 - 528. กรุงเทพฯ.

ถวิล ครุฑกุล. (2540). **เกษตรยั่งยืน การใช้ดิน - ปุ๋ย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์รั้วเขียว.

ทัตพล พุ่มดารา, อาคม คิดส่า และนิสาชล เทศศรี. (2559). "การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักกาดหอมกรีนคอสในระบบไฮโดรโปนิกส์" **แก่นเกษตร**. 44 (ฉบับพิเศษ 1) : 892 - 897.

นรีลักษณ์ ชูวรเวช. (ม.ป.ป.). **เรื่องควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์**. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บัญชา รัตนีทู. (2552). "ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน" **Princess of Naradhiwas University Journal**. 1 (2) : 3.

บุญชัย ไหลชลธารา. (2554). "ศึกษาผลของกากชูรสที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า" **การประชุมทางวิชาการและนาเสนอผลงานวิจัย ประจำปี 2554**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี.

ปฏิมา อู่สูงเนิน, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และอุทัย คันโธ. (2557). "ผลของการใช้น้ำทิ้งและกากตะกอนมูลสุกรจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพต่อสมบัติทางเคมีของดินและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1" **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประสิทธิ์ กาบจันทร์. (2557). **คู่มือการปลูกคะน้าอินทรีย์**. เชียงใหม่ : สำนักงานวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์. (2540). **สรีรวิทยาของพืช**. ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พนมเทียน ทนคำดี, ศุภธิดา อ่ำทอง และนงคราญ พงศ์ตระกูล. (2556). **"การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยน้ำหมักที่ผลิตจากกากตะกอนและน้ำล้นจากถังหมักไร้อากาศแบบกวนผสมต้นแบบต่อการเจริญของพืชผัก"**. (โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การจัดการ และการใช้ประโยชน์ของเสียจากฟาร์มสุกรขนาดเล็กแบบครบวงจร). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

"พระราชบัญญัติ (ปุ๋ย) พ.ศ. 2550". (2550). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 125 ตอนที่ 7 ก. หน้า 2.

พิทยา สรวมศิริ, พาวิน มะโนชัย, ดรุณี นาพรหม, จิรวรรณ กิจชัยเจริญ และกนกวรรณ ศรีงาม. (2550). **การปรับปรุงคุณภาพผลในการผลิตไม้ผลเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน กรณีศึกษาการผลิตลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วงนอกฤดูกาล**. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

มนัส กัมพุกุล และสมชัย จันทร์สว่าง. (2538). "การใช้น้ำล้นจากบ่อก๊าซชีวภาพเป็นธาตุอาหาร". หน้า 283-291. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มัจฉา แก้วพิลา, นิภา ธรรมโสม, ดวงสมร ตุลาพิทักษ์, เกษสุดา เดชภิมล, พฤกษา หล้าวงษา และพัชรี แสงจันทร์. (2556). ผลของฟางข้าวต่อผลผลิตข้าว pH และ EC ของดิน. **การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 3 เรื่องวิกฤตของดินและการเกษตรโลกที่เปลี่ยนแปลง ระหว่าง 25 - 27 เมษายน 2556**. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility)**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. (2532). **สวนผัก**. กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร.

ยงยุทธ โอสถสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงมณีโรจน์ และชัยสิทธิ ทองจู. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วงษ์จันทร์ วงษ์แก้ว. (2535). **หลักสรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ, ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

วัฒนพงศ์ รักษ์วิเชียร. (2556). **การสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบโอ่ง**. พิษณุโลก : หน่วยงานวิจัยพลังงานชุมชน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. (2554). **ความรู้เบื้องต้นเกษตรอินทรีย์**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสายใยแผ่นดิน.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ศิริลักษณ์ หุนแดง. (2551). **ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากก้านเห็ดหอมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ปฐพีศาสตร์). เชียงใหม่ : บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. (2538 ก). "ศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการผลิตแก๊สชีวภาพเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับหญ้ากินนี ที่ปลูกบนดินกำแพงแสน," **ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย)**. 29 (2) : 182 - 192.

_____. (2538 ข). "ศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการผลิตแก๊สชีวภาพเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับกวางตุ้ง ที่ปลูกบนดินกำแพงแสน," **ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย)**. 29 (4) : 445 - 453.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2551). "**ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551**". (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/download/journal/yearbook51.pdf. 13 กันยายน 2560.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2548). **สรีรวิทยาพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักท์.

สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกูลประเสริฐ. (2559). "ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า" **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 24 (2) : 320 - 332.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2545). **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2545**. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. (2559 ก). **สถิติการเกษตรประเทศไทยปี 2559**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/download/download_journal/2560/yearbook59.pdf . 27 สิงหาคม 2560.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559 ข). **ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/durian.pdf. 7 เมษายน 2560.

สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง. (2546). **คู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิโครงการหลวง.

สิริชัย แย้มแบน. (2554). **การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ไข่ด้วยระบบบ่อหมักรางของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมพลังงาน). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. (2545). "การผลิตก๊าซชีวภาพ," **วิทยาศาสตร์พัฒนาเทคนิคศึกษา**. 15 (44) : 33 - 36.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรามจันทร์

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์, คัทลียา ฉัตร์เที่ยง, จิตรฤทัย ชูมาก, ธาดา ชัยสีหา, สุทิน หิรัญอ่อน, จินตณา บางจั่น, สุภาพร เรืองวิทยาโชติ และภูริพงศ์ ดำรงวุฒิ. (2544). เส้นตอบสนองต่อแสง จุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ ค่านำไหลของผิวใบสองด้านและปริมาณคลอโรฟิลล์ ของใบส้มเขียวหวาน. **รายงานโครงการพัฒนาวิชาการข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ของส้มเขียวหวาน**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนิสา ประไพตระกูล. (2551). **พืชตระกูลกะหล่ำ (คะน้า, ผักกาดกวางตุ้ง)**. กรุงเทพฯ : สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

สุพจน์ ชัยวิมล. (2547). **ปุ๋ยน้ำชีวภาพ**. (เอกสารประกอบการประชุมเรื่องเทคโนโลยีดินปุ๋ยและเครื่องจักรกลการเกษตร เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต). กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร.

สุภาพร ราชา และศิรศาธิญากร จันทร์ขศิราพร. (2560). "ผลของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและผักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ก ที่ปลูกในระบบไฮโดร" **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 22 (ฉบับพิเศษ) การประชุมวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้ง ที่ 9**. ชลบุรี.

อุดม โกสัยสุก. (2536). **การปลูกผักกินใบ**. กรุงเทพฯ : อักษรพิพัฒน์.

Bi, G., W. B., Evans, J. M., Spiers and A.L., Witcher. (2010). "Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Marigold Growth and Flowering," **Hort Science**. 45 (9) : 1373 - 1377.

Chit-aree, L., Ehara, H., Chakhatrakan, S., Prathumyot, W., Frank, B. M. (2017). "Effect of Biogas Effluent from Pig Manure and Durian Residues on Soil Chemical Property and Growth of Marigold," **International Journal of Agricultural Technology**. 13 (7.1) : 1285 - 1293.

Gerald, H. (n.d. a). **Damping Off**. (Online). Available : https://www.invasive.org/search/action.cfm?q=Pythium+sp. 6 October 2017.

Gerald, H. (n.d. b). **Leaf Scald Disease**. (Online). Available : https://www.invasive.org/search/action.cfm?q=Alternaria+sp. 6 October 2017.

Keith, N. (n.d.) ; 2.David Cappaert. (n.d.). **Cabbage Looper**. (Online). Available : https://www.invasive.org/search/ action. cfm?q=Trichoplusia+ni+Hubber+. 6 October 2017.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Lester,G.E. and Saftner, R.A. (2011). "Organically Versus Conventionally Grown Produce : Common Production Nitrogen Delivery between the Two Systems," J. **Agric. Food Chem**. 59 (2) : 10401 - 10406.

Merle, S., Gerald R.C., and Ooi, P.A.C. (n.d.). **Cotton Worm**. (Online). Available : https://www.invasive.org/search/action.cfm?q=Spodoptera+litura+. 6 October 2017.

Prathumyot, W., Chit-aree, L., Ehara Hiroshi, Chakhatrakan. S. (2016). "Durian Residues as Potential Resource for Biogas Production in An Anaerobic System," **Journal of Agricultural Technology**. 12 (7.1) : 1267 - 1275.

Prathumyot, W., Makboon, R., Yota, M., Chakhatrakan, S., Matta, F. B. and Chitaree, L. (2019). "Effect of Biogas Effluent from Pig Manure and Longan (*Dimocarpus longan*) Residues Growth of Marigold. (*Tagetes erecta*)," **International Journal of Agricultural Technology**. 15 (2) : 347 - 358.

Taiz, L. and E., Zeiger. (2006). **Plant Physiology**. 4th Edition. Massachusetts : Sinauer Associates Inc. Publishers.

Virginia Tech Learning Resources Center. (n.d.). **Downy Mildew**. (Online). Available : https://www.invasive.org/search/action.cfm? q=Peronospora+parasitica. 6 October 2017.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักคะน้า

ตารางภาคผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า pH ของดินปลูกผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	4.149	0.830	396.151	0.000**
Error	18	0.025	0.002		
Total	24	546.256			

C.V. = 0.81%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า EC ของดินปลูกผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	48.964	9.793	20.242	0.000**
Error	18	5.805	0.484		
Total	24	218.514			

C.V. = 23.07%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนของดินปลูกผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	111200.000	22240.000	2.627	0.079^{ns}
Error	18	101600.000	8466.667		
Total	24	8865600.000			

C.V. = 13.27%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสของดินปลูกผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	2483.299	496.660	8.886	0.001**
Error	18	670.691	55.891		
Total	24	241323.145			

C.V. = 6.50%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมของดินปลูกผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	6920367.494	1384073.499	157.460	0.000**
Error	18	105480.185	8790.015		
Total	24	3.352E7			

C.V. = 7.73%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.428	0.086	0.074	0.995^{ns}
Error	18	20.785	1.155		
Total	24	1395.320			

C.V. = 14.20%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 22 วัน หลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	19.719	3.944	0.772	0.582^{ns}
Error	18	91.938	5.108		
Total	24	5466.750			

C.V. = 15.24%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 30 วัน หลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	41.844	8.369	1.911	0.142^{ns}
Error	18	78.813	4.378		
Total	24	11279.250			

C.V. = 9.70%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	267.984	53.597	11.017	0.000**
Error	18	87.571	4.865		
Total	24	21628.601			

C.V. = 7.41%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักคะน้า อายุ 46 วัน หลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	461.458	92.292	6.033	0.002**
Error	18	275.375	15.299		
Total	24	45285.000			

C.V. = 9.06%

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.208	0.042	0.130	0.983^{ns}
Error	18	5.750	0.319		
Total	24	293.000			

C.V. = 16.33%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.833	0.167	0.600	0.701^{ns}
Error	18	5.000	0.278		
Total	24	626.000			

C.V. = 10.37%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	2.500	0.500	2.250	0.094^{ns}
Error	18	4.000	0.222		
Total	24	944.000			

C.V. = 7.53%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.708	0.342	0.547	0.739^{ns}
Error	18	11.250	0.625		
Total	24	1093.000			

C.V. = 11.78%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักคะน้า อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	11.333	2.267	4.800	0.006**
Error	18	8.500	0.472		
Total	24	1524.000			

C.V. = 8.68%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.422	0.084	0.482	0.785^{ns}
Error	18	3.156	0.175		
Total	24	252.613			

C.V. = 12.99%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.315	0.063	0.204	0.956^{ns}
Error	18	5.558	0.309		
Total	24	842.140			

C.V. = 9.42%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	4.667	0.933	1.483	0.244^{ns}
Error	18	11.326	0.629		
Total	24	1949.387			

C.V. = 8.84%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	38.097	7.619	5.137	0.004**
Error	18	26.698	1.483		
Total	24	3609.922			

C.V. = 10.02%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักคะน้า อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	127.668	25.534	17.386	0.000**
Error	18	26.435	1.469		
Total	24	7008.067			

C.V. = 7.17%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้า อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.092	0.018	1.097	0.396^{ns}
Error	18	0.301	0.017		
Total	24	51.814			

C.V. = 8.91%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้า อายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.181	0.036	0.504	0.770^{ns}
Error	18	1.296	0.072		
Total	24	115.753			

C.V. = 12.30%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้า อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.312	0.262	0.985	0.454^{ns}
Error	18	4.795	0.266		
Total	24	312.841			

C.V. = 14.23%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	9.823	1.965	3.606	0.020*
Error	18	9.805	0.545		
Total	24	813.934			

C.V. = 12.83%

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	37.384	7.477	9.376	0.000**
Error	18	14.353	0.797		
Total	24	1792.203			

C.V. = 10.48%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.003	0.001	0.426	0.825^{ns}
Error	18	0.027	0.002		
Total	24	16.931			

C.V. = 5.33%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.041	0.008	1.721	0.181^{ns}
Error	18	0.085	0.005		
Total	24	34.041			

C.V. = 5.95%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.368	0.074	1.461	0.251^{ns}
Error	18	0.907	0.050		
Total	24	55.065			

C.V. = 14.94%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	8.300	1.660	6.859	0.001**
Error	18	4.356	0.242		
Total	24	229.677			

C.V. = 16.35%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางก้านของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	11.748	2.350	19.319	0.000**
Error	18	2.189	0.122		
Total	24	363.697			

C.V. = 9.15%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.418	0.084	0.763	0.588^{ns}
Error	18	1.971	0.109		
Total	24	56.900			

C.V. = 21.91%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.078	0.016	0.936	0.482^{ns}
Error	18	0.301	0.017		
Total	24	74.792			

C.V. = 7.40%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.879	0.176	1.079	0.405^{ns}
Error	18	2.934	0.163		
Total	24	127.801			

C.V. = 17.67%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	12.120	2.424	9.279	0.000**
Error	18	4.702	0.261		
Total	24	470.006			

C.V. = 11.56%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	30.307	6.061	21.123	0.000**
Error	18	5.165	.287		
Total	24	967.730			

C.V. = 8.60%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.026	0.005	1.761	0.172^{ns}
Error	18	0.053	0.003		
Total	24	4.262			

C.V. = 13.12%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.661	0.132	2.208	0.099^{ns}
Error	18	1.077	0.060		
Total	24	38.294			

C.V. = 19.85%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	2.481	0.496	0.492	0.778^{ns}
Error	18	18.164	1.009		
Total	24	418.773			

C.V. = 24.66%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	409.416	81.883	5.509	0.003**
Error	18	267.534	14.863		
Total	24	5428.952			

C.V. = 27.39%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักคะน้าอายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	2840.112	568.022	105.973	0.000**
Error	18	96.481	5.360		
Total	24	28500.895			

C.V. = 7.08%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	26.738	5.348	0.455	0.804^{ns}
Error	18	211.475	11.749		
Total	24	23575.820			

C.V. = 10.99%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้าอายุ 22 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.005	0.001	1.806	0.162^{ns}
Error	18	0.010	0.001		
Total	24	0.343			

C.V. = 27.03%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้า อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.018	0.004	0.513	0.763^{ns}
Error	18	0.129	0.007		
Total	24	3.279			

C.V. = 23.15%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้า อายุ 38 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	3.139	0.628	4.595	0.007**
Error	18	2.459	0.137		
Total	24	50.887			

C.V. = 26.94%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักคะน้า อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	18.248	3.650	25.018	0.000**
Error	18	2.626	0.146		
Total	24	225.414			

C.V. = 13.09%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	11.809	2.362	15.828	0.000**
Error	18	1.791	.149		
Total	24	196.431			

C.V. = 12.11%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.016	0.003	1.052	0.432^{ns}
Error	18	0.037	0.003		
Total	24	3.276			

C.V. = 12.95%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในผักคะน้า

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	10.959	2.192	2.621	0.080^{ns}
Error	18	10.036	0.836		
Total	24	669.703			

C.V. = 15.23%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพด้วยเปลือกและเมล็ดทุเรียนร่วมกับมูลไก่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารของผักกาดหอม

ตารางภาคผนวก 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า pH ในดินปลูกผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.715	0.343	5.805	0.002**
Error	12	1.064	0.059		
Total	18	775.260			

C.V. = 0.47%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่า EC ในดินปลูกผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	17.858	3.572	12.664	0.000**
Error	12	3.384	0.282		
Total	18	364.811			

C.V. = 12.15%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในดินปลูกผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.003	0.001	4.100	0.021*
Error	12	0.002	0.001		
Total	18	0.262			

C.V. = 26.48%

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในดินปลูกผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	21502.966	4300.593	22.489	0.000**
Error	12	2294.775	191.231		
Total	18	2331737.927			

C.V. = 3.86%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในดินปลูกผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	528589.567	105717.914	153.097	0.000**
Error	12	8286.360	690.530		
Total	18	7829943.863			

C.V. = 4.13%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.354	0.071	1.025	0.432^{ns}
Error	18	1.242	0.069		
Total	24	268.930			

C.V. = 7.87%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	6.129	1.226	1.329	0.297^{ns}
Error	18	16.608	0.923		
Total	24	1359.270			

C.V. = 12.87%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	122.604	24.521	25.658	0.00**
Error	18	17.203	0.956		
Total	24	2893.990			

C.V. = 9.13%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	315.503	63.101	58.927	0.00**
Error	18	19.275	1.071		
Total	24	5179.820			

C.V. = 7.28%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	514.134	102.827	61.181	0.00**
Error	18	30.253	1.681		
Total	24	6080.230			

C.V. = 8.54%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	746.344	149.269	61.678	0.00**
Error	18	43.563	2.420		
Total	24	8404.750			

C.V. = 8.73%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.000	0.000	0.000	1.00^{ns}
Error	18	4.500	.250		
Total	24	342.000			

C.V. = 13.33%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.208	0.042	0.158	0.97^{ns}
Error	18	4.750	0.264		
Total	24	787.000			

C.V. = 9.00%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	12.833	2.567	4.200	0.01**
Error	18	11.000	0.611		
Total	24	1344.000			

C.V. = 10.54%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	52.208	10.442	15.996	0.00**
Error	18	11.750	0.653		
Total	24	2365.000			

C.V. = 8.25%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	177.333	35.467	31.920	0.00**
Error	18	20.000	1.111		
Total	24	3558.000			

C.V. = 8.91%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนใบของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	723.208	144.642	50.310	0.00**
Error	18	51.750	2.875		
Total	24	8515.000			

C.V. = 9.44%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอม อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.085	0.017	0.654	0.66^{ns}
Error	18	0.465	0.026		
Total	24	86.962			

C.V. = 8.50%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.221	0.244	1.680	0.19^{ns}
Error	18	2.616	0.145		
Total	24	660.411			

C.V. = 7.28%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอม อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	43.848	8.770	34.780	0.00**
Error	18	4.539	0.252		
Total	24	1457.367			

C.V. = 6.55%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอม อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	171.599	34.320	42.986	0.00**
Error	18	14.371	0.798		
Total	24	2973.463			

C.V. = 8.29%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	225.495	45.099	72.388	0.00**
Error	18	11.214	0.623		
Total	24	3582.482			

C.V. = 6.68%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวใบของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	294.924	58.985	55.831	0.00**
Error	18	19.017	1.056		
Total	24	4161.822			

C.V. = 8.12%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.057	0.011	1.060	0.414^{ns}
Error	18	0.193	0.011		
Total	24	57.229			

C.V. = 6.81%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 73 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.388	0.078	0.708	0.625^{ns}
Error	18	1.973	0.110		
Total	24	351.586			

C.V. = 8.71%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	30.174	6.035	15.184	0.000**
Error	18	7.154	0.397		
Total	24	827.382			

C.V. = 10.98%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	143.157	28.631	62.599	0.000**
Error	18	8.233	0.457		
Total	24	1873.849			

C.V. = 7.98%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	216.319	43.264	83.636	0.000**
Error	18	9.311	0.517		
Total	24	2536.082			

C.V. = 7.33%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 77 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างใบของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	327.095	65.419	88.201	0.000**
Error	18	13.351	0.742		
Total	24	3368.503			

C.V. = 7.67%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 78 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.572	0.114	0.568	0.724^{ns}
Error	18	3.628	0.202		
Total	24	552.370			

C.V. = 9.40%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 79 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	13.677	2.735	1.638	0.201^{ns}
Error	18	30.063	1.670		
Total	24	2514.250			

C.V. = 12.74%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 80 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	532.375	106.475	33.477	0.000**
Error	18	57.250	3.181		
Total	24	7025.000			

C.V. = 10.89%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 81 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1039.802	207.960	29.723	0.000**
Error	18	125.937	6.997		
Total	24	11897.250			

C.V. = 12.51%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 82 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1948.833	389.767	70.867	0.000**
Error	18	99.000	5.500		
Total	24	17552.000			

C.V. = 9.23%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 83 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	2092.625	418.525	71.492	0.000**
Error	18	105.375	5.854		
Total	24	22035.500			

C.V. = 8.41%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 84 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 14 วัน วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.070	0.014	0.966	0.464^{ns}
Error	18	0.261	0.015		
Total	24	38.283			

C.V. = 9.74%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 85 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.597	0.319	3.347	0.026*
Error	18	1.718	0.095		
Total	24	148.947			

C.V. = 12.51%

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก 86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	13.074	2.615	9.009	0.000**
Error	18	5.224	0.290		
Total	24	524.300			

C.V. = 11.73%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 87 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	110.227	22.045	46.866	0.000**
Error	18	8.467	0.470		
Total	24	1628.725			

C.V. = 8.64%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 88 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นองผักกาดหอมอายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	184.840	36.968	33.166	0.000**
Error	18	20.064	1.115		
Total	24	2362.930			

C.V. = 11.16%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 89 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	209.886	41.977	15.750	0.000**
Error	18	47.974	2.665		
Total	24	3360.733			

C.V. = 14.37%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.015	0.003	2.374	0.080^{ns}
Error	18	0.023	0.001		
Total	24	2.228			

C.V. = 10.54%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 91 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.560	0.312	2.524	0.067^{ns}
Error	18	2.225	0.124		
Total	24	81.220			

C.V. = 19.25%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 92 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	410.436	82.087	17.777	0.000**
Error	18	83.115	4.618		
Total	24	2325.979			

C.V. = 24.59%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 93 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	9161.741	1832.348	98.914	0.000**
Error	18	333.443	18.525		
Total	24	35946.288			

C.V. = 12.97%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	85281.646	17056.329	1653.590	0.000**
Error	18	185.665	10.315		
Total	24	181792.253			

C.V. = 5.07%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 95 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักสดของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	406838.136	81367.627	1138.458	0.000**
Error	18	1286.493	71.472		
Total	24	940156.244			

C.V. = 5.68%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 96 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	3.509	0.702	0.099	0.991^{ns}
Error	18	127.727	7.096		
Total	24	6323.330			

C.V. = 16.59%

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 97 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.003	0.001	2.306	0.087^{ns}
Error	18	0.005	0.001		
Total	24	.244			

C.V. = 7.75%

^{ns} ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 98 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	1.123	0.225	46.123	0.000**
Error	18	0.088	0.005		
Total	24	7.678			

C.V. = 13.60%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 99 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	22.757	4.551	35.676	0.000**
Error	18	2.296	0.128		
Total	24	108.802			

C.V. = 19.28%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 100 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 42 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	195.883	39.177	201.585	0.000**
Error	18	3.498	0.194		
Total	24	554.275			

C.V. = 11.32%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 101 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	567.427	113.485	101.628	0.000**
Error	18	20.100	1.117		
Total	24	1663.682			

C.V. = 15.80%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 102 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณไนโตรเจนในผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	22.021	4.404	37.528	0.000**
Error	12	1.408	0.117		
Total	18	97.605			

C.V. = 20.72%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางภาคผนวก 103 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	0.041	0.008	13.038	0.000**
Error	12	0.007	0.001		
Total	18	0.740			

C.V. = 16.13%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก 104 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในผักกาดหอม

SOV	DF	SS	MS	F	SIG.
Treatment	5	19.530	3.906	20.634	0.000**
Error	12	2.272	0.189		
Total	18	340.246			

C.V. = 10.34%

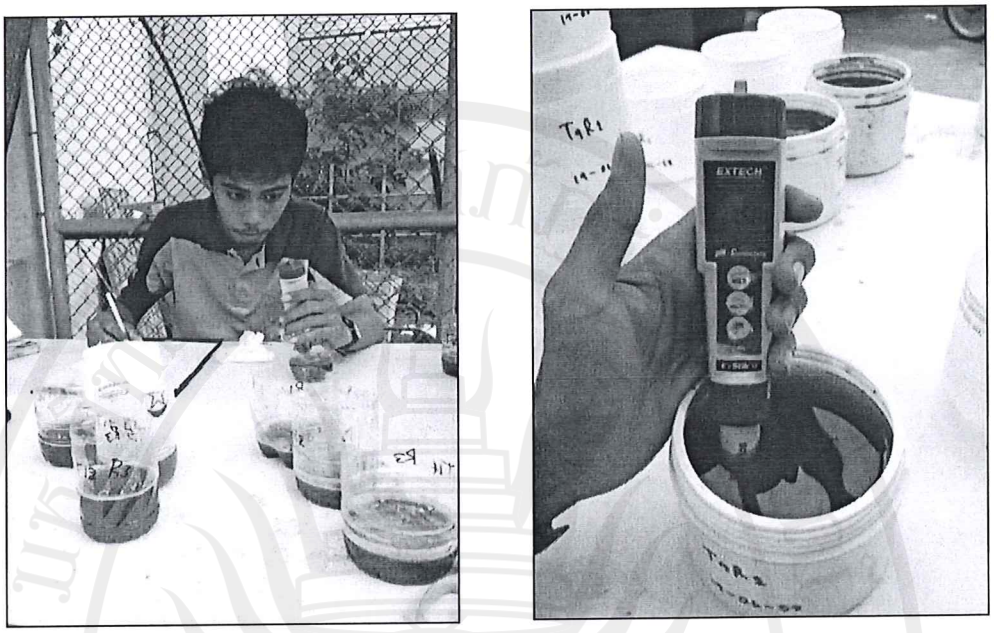
** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p \leq 0.01$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ข

ภาพภาคผนวก

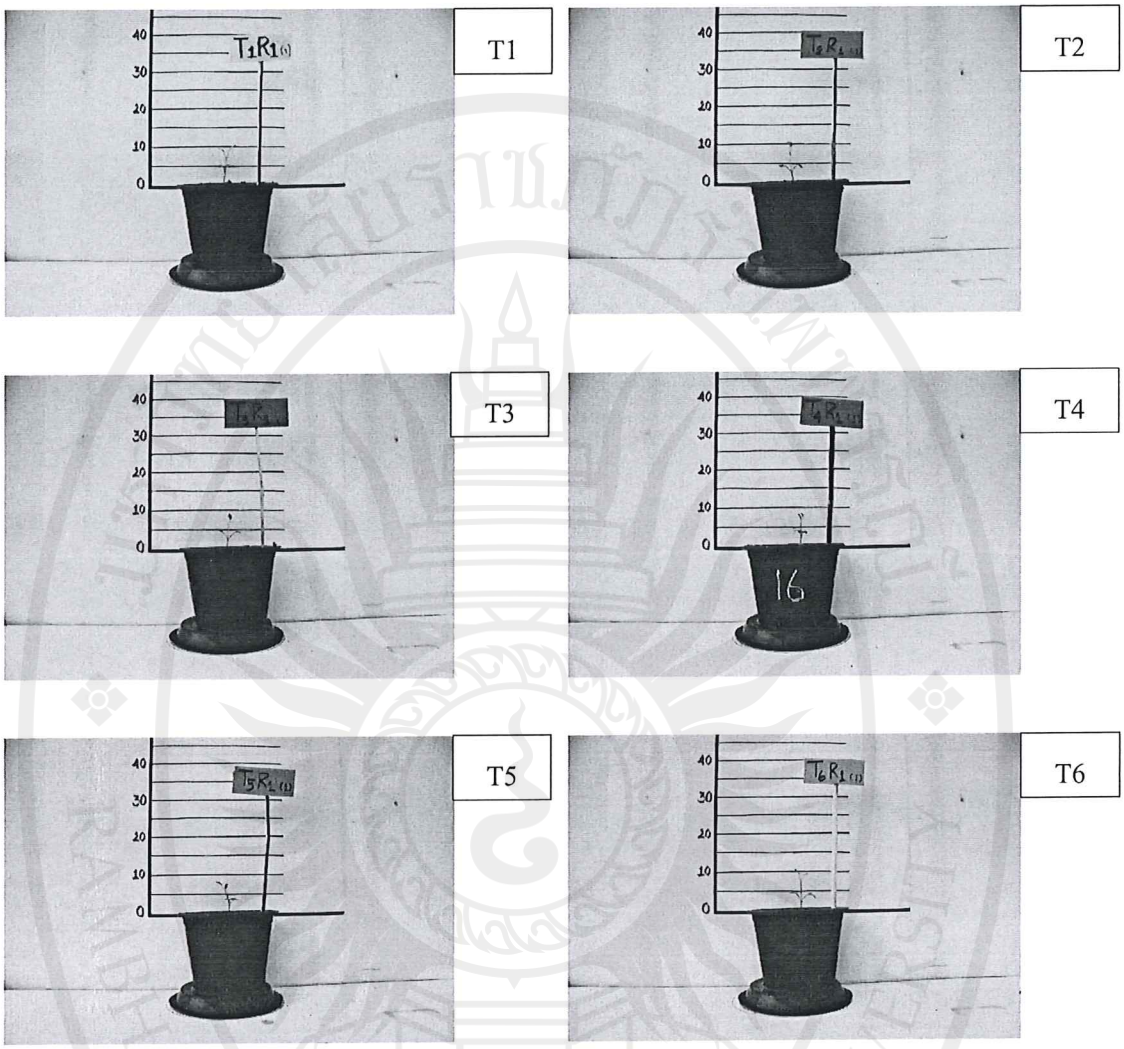
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 1 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำหมักก๊าซชีวภาพวัดค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า EC

ภาพภาคผนวก 2 แสดงลักษณะของผักคะน้าอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 3 แสดงลักษณะของผักคะน้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

หมายเหตุ T_1 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำเปล่า

T_2 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

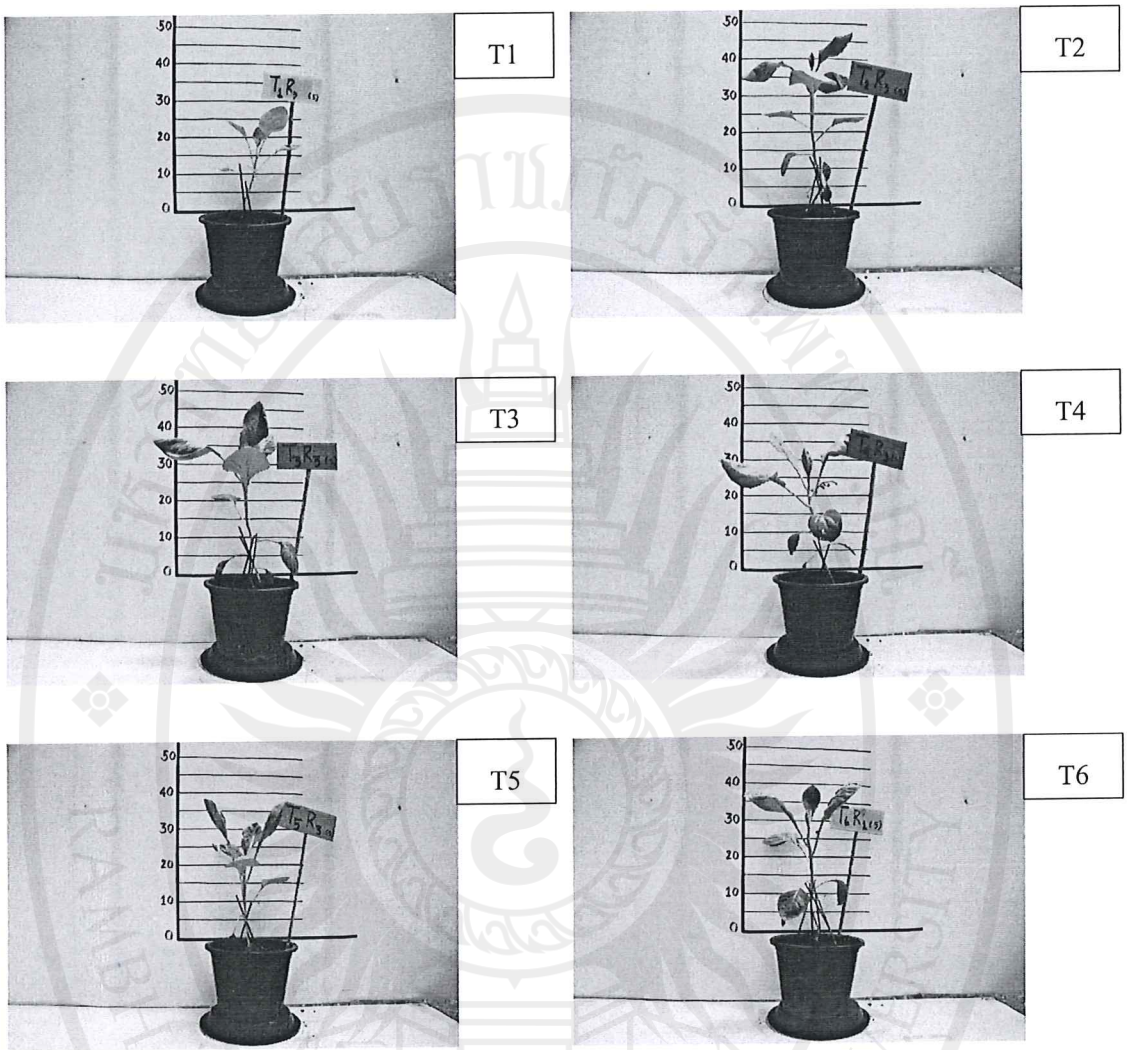
T_3 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

T_4 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์

T_5 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

T_6 คือ คะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 4 แสดงลักษณะของต้นผักคะน้าที่อายุ 46 วันหลังเพาะเมล็ด

หมายเหตุ T_1 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำเปล่า

T_2 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

T_3 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

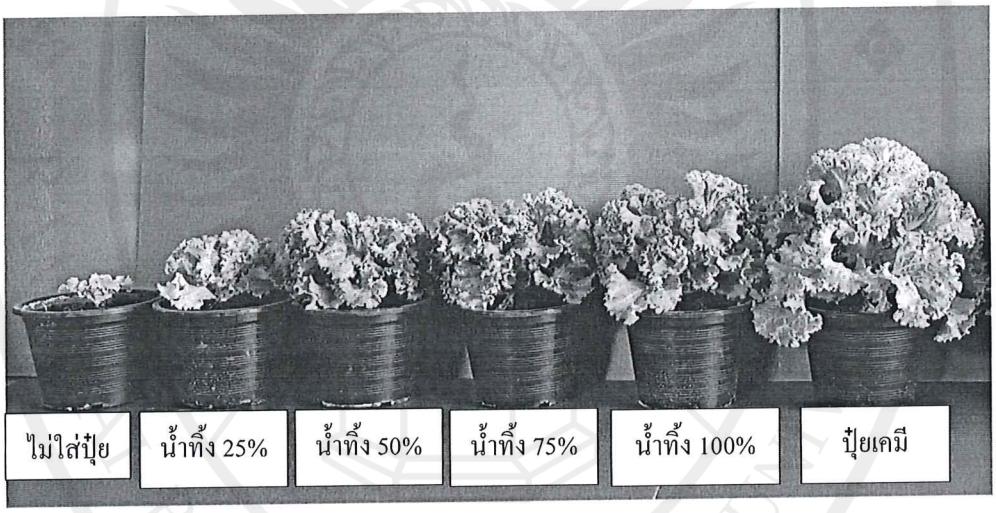
T_4 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์

T_5 คือ คะน้าที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

T_6 คือ คะน้าที่ได้รับปุ๋ยเคมี

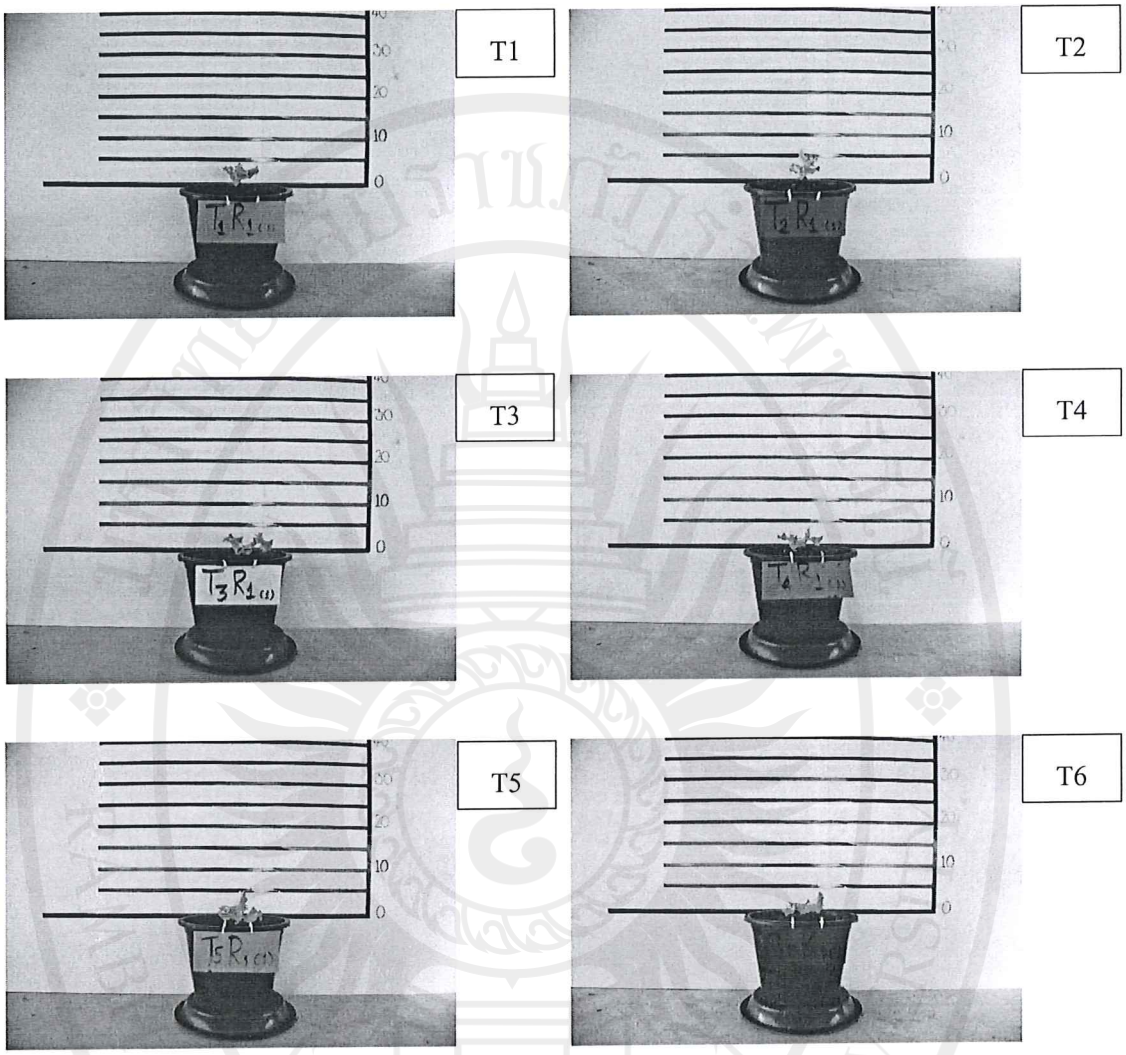
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพภาคผนวก 5 แสดงลักษณะของผักกาดหอมที่อายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด



ภาพภาคผนวก 6 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่อายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 7 แสดงลักษณะของผักกาดหอมอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด

หมายเหตุ T_1 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่า

T_2 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

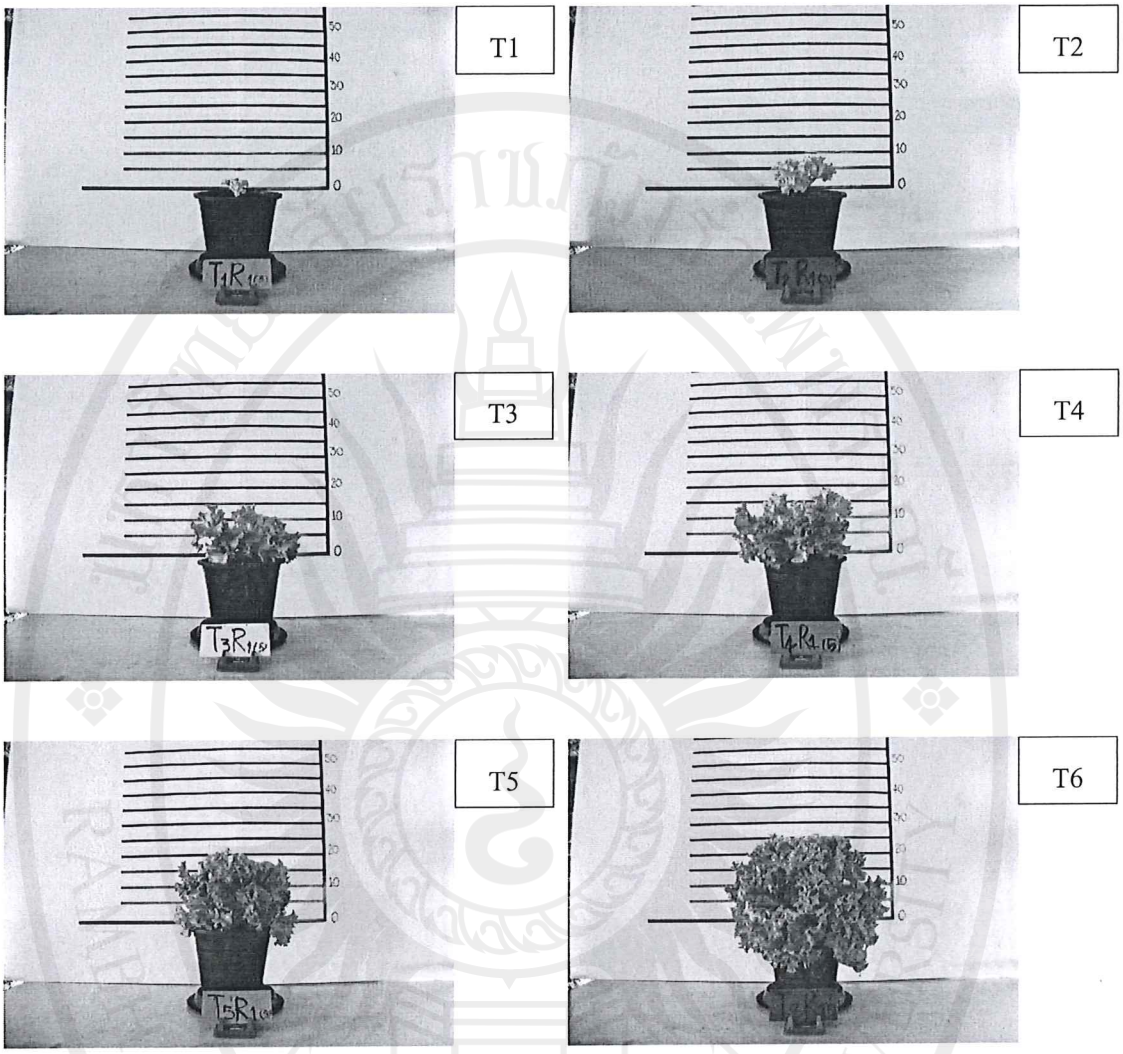
T_3 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

T_4 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์

T_5 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

T_6 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพภาคผนวก 8 แสดงลักษณะของผักกาดหอมอายุ 49 วันหลังเพาะเมล็ด

หมายเหตุ T_1 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำเปล่า

T_2 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

T_3 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

T_4 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์

T_5 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับน้ำทิ้งความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

T_6 คือ ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

1. การอบตัวอย่าง

ตัวอย่างพืช ปุ๋ยอินทรีย์ และปูนเพื่อการเกษตร นำมาใส่ภาชนะทนความร้อน (หรือถ้าเป็นตัวอย่างพืชสภาพค่อนข้างแห้งบรรจุในถุงกระดาษ สามารถนำเข้าตู้อบได้) อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 65 - 70 °C เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น หากตัวอย่างมีสภาพความชื้นสูง ส่วนตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพไม่ต้องผ่านขั้นตอนการอบ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

2. การบดตัวอย่าง

ตัวอย่างพืชและปุ๋ยอินทรีย์ เมื่ออบจนแห้งแล้วจะต้องนำไปบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดอนุภาคเล็ก ผ่านช่องตะแกรงขนาด 2 มม. บรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติกขนาดเล็กที่ปิดปากถุงได้ เขียนหมายเลขตัวอย่างที่ข้างถุง เพื่อเตรียมวิเคราะห์ต่อไป สำหรับการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคของปุ๋ยและปูน การวิเคราะห์หาปริมาณหินกรวด สิ่งเจือปน หรือวัสดุแหลมคมของปุ๋ยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการบด (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

3. การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total N)

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.2 ตู้ดูดควัน (Hood)

3.1.3 เครื่องย่อยของเคลดาล (Kjeldahl Digestion Apparatus) หรือเตาย่อยชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะสี่เหลี่ยมมีช่องบรรจุหลอด (Digestion Block หรือ Heat Block)

3.1.4 เครื่องกลั่นของเคลดาล (Kjeldahl Distillation Apparatus) หรือเครื่องกลั่นของหลอดแก้ว (Distilling Unit)

3.1.5 หลอดแก้ว Kjeldahl Flask ขนาด 800 ml หรือ หลอดแก้ว Digestion Tube ขนาด 250 ml

3.1.6 ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 500 ml หรือ 250 ml

3.1.7 บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml

3.1.8 ปิเปต (Pipette) หรือ กระบอกตวง (Cylinder)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

3.2.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc H_2SO_4)

3.2.2 เกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Commercial Grade NaOH) อัตราส่วน 1:1 เตรียมจากเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กก. ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ A.R.grade 40 % เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

3.2.3 กรดบอริก (Boric Acid) 3 % เตรียมจากกรดบอริก 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 ลิตร

3.2.4 สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) ประกอบด้วย 3.5 กรัม ของ K_2SO_4 และ 3.5 มก.ของ Se หรือ Mixed Catalyst ที่ประกอบด้วย K_2SO_4, Cu SO_4⋅$10H_2O$ และ Se ในอัตราส่วน 100:10:1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

3.2.5 อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator) เตรียมได้จากการละลาย 0.22 กรัม Bromocresol Green และ 0.075 กรัม Methyl Red ละลายใน 95% Ethyl Alcohol จำนวน 96 มล. เติม NaOH 0.1 M ปริมาตร 3.5 มล. ผสมเข้าด้วยกัน

3.2.6 สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 M เตรียมโดย ไทเทรตกับสารละลายด่างที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน โดยสารละลายด่างได้ถูก Standardize ด้วย Potassium Acid Phthalate สูตรโมเลกุล $KHC_8H_4O_4$ มีความบริสุทธิ์สูงมาก เกือบไม่ดูดความชื้นเลยเป็น Primary Standard ควรอบให้แห้งด้วยการอบที่ 120 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ Phenolphthalein เป็น Indicator หรืออาจเตรียมโดย ไทเทรตกับ $Na_2B_4O_7$⋅$10H_2O$ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใช้ Methyl Red เป็น Indicator

3.3 วิธีวิเคราะห์

3.3.1 การย่อยสลาย (Digestion)

1) ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5 - 1.00 กรัม (ผ่านการอบที่ 65 - 70 °C (เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl Flask ขนาด 800 ml หรือหลอดย่อย Digestion Tube ขนาด 250 มล. เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด

2) เติม Conc H_2SO_4 20 ml ลงใน Kjeldahl Flask หรือ 15 ml ลงในหลอดแก้ว

3) ทำ Blank และตัวอย่างอ้างอิง (Reference Sample) โดยวิธีเดียวกัน

4) นำไปย่อยใน Kjeldahl Digestion Apparatus ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 °C -250 °C -400 °C หรือ Digestion Block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400 °C จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

3.3.2 การกลั่น (Distillation)

1) เครื่อง Kjeldahl : ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มล. ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 500 มล. หยด Mixed Indicator 4 - 5 หยด นำไปวางรองรับ Distillate จากเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริก แล้วเติมสารละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(1:1) จำนวน 50 มล. ลงใน Kjeldahl Flask ที่มีสารละลายตัวอย่าง ทำการกลั่น (ประมาณ 1 ชม.) จนได้ปริมาตร 250 มล. แล้วนำไปไทเทรต

2) เครื่องกลั่นสำหรับ Block : ใส่สารละลายกรดบอริก 25 มล. ลงใน Erlenmeyer Flask ขนาด 250 ml หยด Mixed Indicator 4 - 5 หยด ในทำนองเดียวกันเติมสารละลายด่าง (NaOH 40%) ลงในหลอดแก้ว ที่มีสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มล. จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 มล. ใช้เวลาประมาณ 7 - 10 นาที แล้วนำไปไทเทรต

3.3.3 การไทเทรต

1) ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย HCl มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่งสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง (Purple) คือ จุดยุติ (End Point)

2) ไทเทรต Blank ในทำนองเดียวกัน

3.3.4 การคำนวณ

$$\%\,N = \frac{(a-b)c \times 1.401}{g}$$

a = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

b = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรต Blank

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (Molar)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำหมักชีวภาพ วิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน แต่จะต้องเขย่า แล้วใช้กระบอกตวงตวงสารตัวอย่างประมาณ 2 - 5 มล. (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพนั้น) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

4. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Total P)

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 UV-Spectrophotometer

4.1.2 เตาให้ความร้อน (Hot Plate)

4.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4.1.4 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

4.2.1 น้ำยาที่ทำให้เกิดสี Ammonium Vanadomolybdate หรือ Barton's Reagent ประกอบด้วย น้ำยา A - เตรียมจากการละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท (Ammonium Molybdate - $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$) 25 g ในน้ำกลั่น 400 ml น้ำยา B - เตรียมจากแอมโมเนียมเมตาวานาเดท (Ammonium Meta Vanadate - NH_4VO_3) 1.25 g ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 ml ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด HNO_3 เข้มข้นลงไป 250 ml นำ A และ B มาผสมกัน ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4.2.2 สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Standard Phosphorus หรือ Stock Standard Solution) 50 mg/L เตรียมโดยชั่ง Potassium Dihydrogen Phosphate - KH_2PO_4 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°c เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 mg/l หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 mg/l ก็ได้ โดยชั่ง KH_2PO_4 4.393 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°c เมื่อจะใช้เป็น Working Standard ก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 mg/l โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

4.3 วิธีวิเคราะห์

4.3.1 การเตรียม Working Standard - โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 ml จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 mg/l ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 25 ml เติมน้ำยา Barton 5 ml ปรับปริมาตรให้เป็น 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 4, 6, 8 mg/l

4.3.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง - โดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 ml ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย (Digestion) ลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 ml เติมน้ำยา Barton 5 ml ปรับปริมาตรให้เป็น 25 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที

4.3.3 ก่อนการวัด อุ่นเครื่อง UV-Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (Wavelength) ของเครื่องที่ 420 nm. ทำ Standard Curve จาก Working Standard 0, 2, 4, 6, 8 mg/l ก่อนแล้วจึงวัด Blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

4.3.4 วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (ตัวอย่าง Blank และตัวอย่างอ้างอิงก็ทำในทำนองเดียวกัน)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.3.5 การคำนวณ

$$\%\ P = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{106S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = Dilution Factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ P2O5 ใช้ Factor 2.2914 คูณค่า P ที่ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

5. การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Total K)

5.1 เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

5.1.1 Flame Photometer

5.1.2 เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5.1.3 KCl AR. Grade

5.1.4 conc. HNO_3

5.2 วิธีวิเคราะห์

5.2.1 การเตรียม Stock Standard Solution (1000 ppm K) - ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบแห้งที่ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 g ละลายในน้ำกลั่น 200 ml เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Concentrated Nitric Acid) ลงไป 12 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อไว้เตรียม Standard Solution ที่มีความเข้มข้น 100 ppm K (Intermediate Solution) โดยการปิเปต 10 ml จาก Stock Solution 1000 ppm K ลงใน Volumetric Flask 100 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

5.2.2 การเตรียม Working Standard Solution - ประกอบด้วยโพแทสเซียมที่มีความเข้มข้นเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm ซึ่งเตรียมโดย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ความเข้มข้นของ K เป็น ppm	จำนวน มล. ที่ Pipette จาก Standard K 100 ppm
0	0
2	2
4	4

6 6

8 8

ปรับปริมาตรของสารละลายในขวดวัดปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันเพื่อเตรียมเป็น Standard K ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

5.2.3 การวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง

เปิดเครื่อง Flame Photometer ก่อนปฏิบัติงานประมาณ 30 นาที เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ K ในสารละลายตัวอย่าง ถ้าค่าที่อ่านได้จากสารละลายตัวอย่างมีค่าเกิน Standard ต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น เป็น 1:20 หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม

5.2.4 การคำนวณ

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในตัวอย่าง (หน่วย ppm)

$$\%\,K = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{106S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง หน่วยเป็น ppm

S = น้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่ง

d.f. = Dilution Factor ควรจะเป็น 10/1 หรือ 20/1 หรือมากกว่า ถ้าไม่ได้เจือจางสารละลายตัดค่า d.f. ออกไป

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ K_2O ใช้ Factor 1.205 คูณค่า K ที่ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

6. การวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

6.1 เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

6.1.1 pH Meter

6.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

6.1.3 สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4, 7 และ 10

6.1.4 Saturated 3M KCl Electrolyte

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6.2 วิธีวิเคราะห์

6.2.1 ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มล. ในกรณีที่ตัวอย่างปุ๋ยดูดซับน้ำกลั่นมาก ให้เติมน้ำกลั่นเพิ่มอีก 10 มล. ถ้าเป็นตัวอย่างปูนชั่ง 35 กรัม เติมน้ำกลั่น 35 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จนสารละลายแยกชั้น

6.2.2 เปิดเครื่อง pH Meter ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที

6.2.3 ตัวอย่างปุ๋ยใช้สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4 และ 7 ในการ Calibrate เครื่อง ส่วนตัวอย่างปูนใช้สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 7 และ 10 ในการ Calibrate เครื่อง

6.2.4 นำตัวอย่างปุ๋ยหรือปูนไปวัดค่า pH จนครบ

6.2.5 ล้างขั้ว Glass Electrode ให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปแช่ในสารละลาย 3MKCl ปิดเครื่อง (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

7. การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC)

7.1 เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

7.1.1 Electrical Conductivity meter

7.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

7.1.3 เครื่องเขย่า (Shaker)

7.1.4 Conductivity Calibration Solution 1413 μS/cm (ที่ 25 ^{O}C) และ

7.1.5 Conductivity Calibration Solution 12880 μS/cm (ที่ 25 ^{O}C)

7.2 วิธีวิเคราะห์

7.2.1 ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 3 g เติมน้ำกลั่น 30 ml (อัตราส่วน 1:10) เขย่าให้เข้ากัน ประมาณ 30 นาทีด้วยเครื่องเขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จนสารละลายแยกชั้น

7.2.2 เปิดเครื่อง Electrical Conductivity Meter ทำการ Warm เครื่องประมาณ 15 นาที

7.2.3 ใช้สารละลาย Conductivity Calibration 1413 μS/cm และ 12880 μS/cm ในการ Calibrate เครื่อง

7.2.4 นำตัวอย่างปุ๋ยไปวัดค่า EC ในหน่วยของ Decisiemen Per Meter (dS/m) จนครบ ปิดเครื่อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

7.2.5 ล้างขั้ว Glass Electrode ให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง (กรมพัฒนาที่ดิน. 2553 : 7 - 38)

ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นายสาธิต ฉายกระจ่าง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลบ้านค่าย อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 80/6 หมู่ที่ 8 ตำบลบางบุตร อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง
ตำแหน่งงานหน้าที่การงานปัจจุบัน	เกษตรกร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2551	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านค่าย อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2554	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านค่าย อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2558	(ทล.บ.) เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี