18 ก.พ. 2556

รายงานการวิจัย

ผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

Effect of Fermented Bioextracts from Plant and Animal on Growth of Chinese Cabbag (*Brassica pekinensis*)

นางสาวดวงหทัย จันทร์สีสุข

นางสาวนาฮีม๊ะ ลาเต๊ะ

นางสาวปานเพ็ชร ฝอยทอง

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2555

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง ผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

Effect of Fermented Bioextracts from Plant and Animal on Growth of Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis)*

ผู้วิจัย นางสาวดวงหทัย จันทร์สีสุข รหัสนักศึกษา 514273012

นางสาวนาฮีมะ ลาเต๊ะ รหัสนักศึกษา 514273018

นางสาวปานเพ็ชร ฝอยทอง รหัสนักศึกษา 514273050

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(ดร.อมรรัตน์ ชุมทอง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(นางสาวนัดดา โปดำ)

.....กรรมการ

(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูลย์)

.....กรรมการ

(นายกมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....กรรมการ

(ดร.อมรรัตน์ ชุมทอง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1128336

631.89

ด17ผ

ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม : ผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

ผู้วิจัย : นางสาวดวงหทัย จันทร์สีสุข

: นางสาวนาฮีม๊ะ ลาเต๊ะ

: นางสาวปานเพ็ชร ฝอยทอง

วิทยาศาสตร์บัณฑิต : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : ดร. อมรรัตน์ ชุมทอง

อาจารย์ที่ปรึกษารอง : ผศ. ขวัญกมล ขุนพิทักษ์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว โดยทำการเตรียมน้ำหมักชีวภาพ 3 สูตร มีส่วนประกอบและอัตราส่วน ดังนี้ สูตรที่ 1 (พืช: สัตว์: น้ำ อัตราส่วน 2: 1: 2) สูตรที่ 2 (พืช: สัตว์: น้ำ อัตราส่วน 1: 2: 2) และสูตรที่ 3 (พืช: สัตว์: น้ำ อัตราส่วน 1: 1: 2) ทำการวัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยใช้วิธี Micro kjeldahl Method ฟอสฟอรัสทั้งหมดใช้วิธี Bray No II (spectrophotometer) และโพแทสเซียมใช้วิธี Atomic abcorption (spectrophotometer) ที่เวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน หลังการหมักพบว่าน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 สูตร มีอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างลดลงในช่วง 7 วันแรก และคงที่ตลอดระยะเวลาการทดลอง ค่าการนำไฟฟ้าพบว่าเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรก และมีค่าคงที่จนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการหมัก ที่ระยะเวลา 21 วันของการหมัก พบว่าน้ำหมักชีภาพ สูตรที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุด (0.96 %) ส่วนน้ำหมักชีภาพ สูตรที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 0.21 และ 0.38 % ตามลำดับ

จากนั้นศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวในเรือนทดลองในระยะเวลา 45 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 5 ชุดทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 รดน้ำธรรมดา ชุดการทดลองที่ 2 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 1 ชุดการทดลองที่ 3 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 2 ชุดการทดลองที่ 4 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 3 และชุดการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมี (15: 15: 15) โดยใช้อัตราส่วนเจือจางที่ 1 : 500 รดต้นผักกาดขาวสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทุกชุดการทดลองพบว่าน้ำหนักและความกว้างของต้นผักกาดขาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนชุดการทดลองที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพของสูตรที่ 3 ต้นผักกาดขาวมีความสูงเฉลี่ยของลำต้นมากที่สุด (14.25 ซม. /ต้น)

Environment Research Effect of Fermented Bioextracts from Plant and Animal on Growth of Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis*)

Researchers 1. Miss. Duonghathai Jansisook

2. Miss. Naheemah Lateh

3. Miss. Parnphat Foithong

Study Programe Environmental Science (Environmental Technology)

Faculty of Science and Technology

Academic Year 2012

Advisor Miss. Amornrat Chumthong

Mrs. Khwunkamoon Khunpituk

Abstract

This research aimed to stuy Effect of Fermented Bioextracts from Plant and Animal on Growth of Chinese Cabbag (*Brassica pekinensis*). The three formulas of bioextract were prepared with different ingredient ratio: formula 1 (plant: animal: water = 2: 1: 2), formula 2 (plant: animal: water = 1: 2: 2) and formula 3 (plant: animal: water = 1: 1: 2). Temperature, pH, EC, total Nitrogen (Micro kjeldahl method) , total Phosphorus (Bray No II: spectrophotometer) and Potassium (Atomic abcorption: spectrophotometer) were observed at 0, 7, 14 and 21 days after fermentation. All bioextracts formulas showed Temperature and pH decreased within 7 days after that was remaining for 21 days. The EC value was increased within 7 days and remains until the end of experiment. At 21 days after fermentation, formula 2 had highest total Nitrogen (0.96%) white formula 1 had highest total Phosphorus and Potassium in amount of 0.21 and 0.38% respectively.

In the greenhouse tests within 45 days, the experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) . There were five treatments. Each treatment consisted of 10 replications. The details of the treatments are treatment 1: Watering with water, treatment 2: Watering with formula 1, treatment 3: Watering with formula 2, treatment 4: Watering with formula 3 and, treatment 5: adding chemical fertilizer (15: 15: 15). The dilution ratio of bioextracts at 1: 500 (v/v) was used, watering Chinese cabbage 2 times for week. There were no significant differences in weight and width of stem. Morecver watering Chinese cabbage with formula 3 had highest plant height (14.25 cm/ plant).

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาการวิจัยสิ่งแวดล้อม (4064902) รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.อมรรัตน์ ชุมทอง ที่ได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยซึ่งให้คำแนะนำปรึกษาในการดำเนินการทดลองอีกทั้งคอยให้คำแนะนำเพิ่มเติม และอ่านแก้ไขข้อบกพร่องในรายงานวิจัยเพื่อปรับปรุงให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตลอดจนเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ดร.สุชีวรรณ ย่อยรู้รอบ อาจารย์นัดดา โปดำ และอาจารย์หรัญวดี สุวิบูลย์ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ โปรแกรมวิชาเคมี และโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย ตลอดจนขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ที่มีส่วนช่วยเหลือให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้มอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแด่ บิดา มารดาและคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด

นางสาวดวงหทัย จันทร์สีสุข
นางสาวนาฮีมะ ลาเต๊ะ
นางสาวปานเพ็ชร ฝอยทอง
1 พฤศจิกายน 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและสาเหตุของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ตัวแปร	2
1.4 สมมติฐาน	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา	2
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.8 ระยะเวลาทำการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ผักกาดขาว	5
2.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	9
2.3 กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน	10
2.4 ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ	10
2.5 จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ	13
2.6 ประโยชน์ของน้ำหมักของชีวภาพ	15
2.7 หัวเชื้อจุลินทรีย์	19
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 23

3.2 วิธีการดำเนินการ 24

3.3 การเก็บข้อมูล 27

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 27

3.5 แผนผังการทดลอง 27

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ลักษณะทางกายภาพ 29

4.1 อุณหภูมิ 29

ลักษณะทางเคมี 30

4.2 ความเป็นกรด-ด่าง 30

4.3 ค่าการนำไฟฟ้า 31

4.4 ไนโตรเจน 32

4.5 ฟอสฟอรัส 34

4.6 โพแทสเซียม 36

บทที่ 5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 39

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 40

5.3 ข้อเสนอแนะ 43

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการวิจัย

ภาคผนวก ข แบบเสนอโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 5 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 7 วัน)	11
2. น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 21วัน)	11
3. การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่การเกษตร	12
4. ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม	13
5. ปริมาณธาตุพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ (ปุ๋ยปลาหมักสูตร วท.)	17
6. ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารอาหารพืชในปุ๋ยหมักน้ำ อัตราส่วนอินทรีย์ สาร : กากน้ำตาล คือ 3: 1	17
7. คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ	18
4.4 ค่าการวิเคราะห์ไนโตรเจน (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)	34
4.5 ค่าการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)	35
4.6 ค่าการวิเคราะห์โพแทสเซียม (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)	37
4.7 ผลผลิตของผักกาดขาวจากการเก็บเกี่ยวเมื่อครบ 45 วัน	38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การเพาะกล้าผักกาดอายุ 14 วัน	26
2. การเตรียมดินสำหรับปลูก	26
3. นำกล้าผักกาดลงปลูกในถุง	26
4.4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร	30
4.2 ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร	31
4.3 ผลการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีภาพ ทั้ง 3 สูตร	32
4.4 ผลการวัดค่าไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร	33
4.5 ผลการวัดค่าฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร	35
4.6 ผลการวัดค่าโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร	36

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสาเหตุของปัญหา

ผักกาดขาวเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากมาย อาทิเช่น มีเส้นใยอาหารที่จะช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องผูก แก้ไอ ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ส่งผลให้มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และยังเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ปลูกได้ง่าย เจริญได้ในดินเกือบทุกชนิด และมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบการใช้สารเคมีสูงในการผลิตพืชผัก ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและแมลง ซึ่งส่วนใหญ่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีสารพิษตกค้างในพืชผัก ในดินและน้ำ การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของผักนั้น นอกจากปุ๋ยเคมีแล้วยังมีปุ๋ยอีกหลายชนิดที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยน้ำชีวภาพ เป็นต้น น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จากธรรมชาติ จากกระบวนการหมัก พืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยหมักกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล โดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของการหมัก ในน้ำหมักชีวภาพจะมีทั้งจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และสารอินทรีย์ต่าง ๆ หลากหลายชนิด เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน และธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักในแต่ละครั้งอาจไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและอัตราส่วนของวัตถุดิบ และระยะเวลาในการหมัก

ดังนั้นในการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาชนิดและอัตราส่วนของวัตถุดิบ และระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพมากที่สุด ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ นอกจากได้น้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักแล้ว ยังช่วยลดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมจากเศษขยะหรือวัตถุดิบที่เหลือใช้จากครัวเรือนอีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
2. เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ในน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
3. เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: พืชและสัตว์

ตัวแปรตาม : ปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ในน้ำหมัก

ตัวแปรควบคุม : อัตราส่วนของพืชและสัตว์ ระยะเวลาในการหมัก

1.4 สมมติฐาน

1. อัตราส่วนของพืชและสัตว์และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักต่างกันมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักแตกต่างกัน

2. อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตผักกาดขาวต่างกัน

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชละสัตว์

พืช ได้แก่ เศษที่เหลือจากการใช้งาน เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง

สัตว์ ได้แก่ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู

2. **พืชที่ใช้ในการทดลอง คือ** ผักกาดขาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 45 วันโดยทำการปลูกในถุงพลาสติกขนาด 5 × 9 นิ้ว

3. ดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดขาวเป็นดินร่วนและดินผสมสำเร็จรูปโดยมีอัตราส่วน 3:1

4. ศึกษาผลการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

4.1 วัดน้ำหนักของผักกาดขาว

4.2 วัดความกว้างของผักกาดขาว

4.3 วัดความสูงของผักกาดขาว

5. การวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น **2 ขั้นตอน ดังนี้**

5.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงที่สุด โดยอัตราส่วนของพืช สัตว์ และน้ำ มี 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 2: 1: 2

สูตรที่ 2 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 2: 2

สูตรที่ 3 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 1: 2

โดยทั้ง 3 สูตรใส่กากน้ำตาลและสารเร่ง พด.2 เท่ากัน นำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปหาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ที่เวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน นำผลการทดลองที่ได้ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

5.2 **ขั้นตอนที่ 2** การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

น้ำหมักชีวภาพ คือ การนำเอาพืช ผัก ผลไม้ สัตว์ชนิดต่างๆ มาหมักทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เป็นจำนวนมากไปช่วยย่อยสลายสารต่างๆ ที่ถูกปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโน และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาให้สมบูรณ์เร็วขึ้น

ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

ผักกาดขาว คือ พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี เช่น ผักกาดขาวใหญ่ ผักกาดขาวธรรมดา

พืช คือ เศษที่เหลือจากการใช้งาน เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี กวางตุ้ง

สัตว์ คือ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู

สารเร่ง พด.2 คือ จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียก หรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยทำการหมักในสภาพที่ไร้ออกซิเจน ทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กากน้ำตาล คือ ของเหลวที่มีลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยจากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย แยกผลึกน้ำตาลทรายด้วยหม้อปั่น (centrifuge) ผลพลอยได้ที่สำคัญจาก การผลิตน้ำตาลทรายด้วยวิธีนี้ได้แก่ กากน้ำตาล ขี้ตะกอน (filter cake) และกากอ้อย (bagasses)

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อได้อัตราส่วนและระยะเวลาในการหมักน้ำหมักชีวภาพเพื่อให้ได้ธาตุอาหารสูงสุด
2. เพื่อได้วิธีการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
3. เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร

1.8 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ได้เริ่มต้นทำการศึกษามาตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผักกาดขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica pekinensis*

ชื่อสามัญ Chinese Cabbage

วงศ์ Cruciferae

ชื่ออื่นๆ ผักกาดขาวปลี แปะฉ่าย แปะฉ่ายลุ้ย

ลักษณะ : ผักกาดขาวปลีเป็นผักที่มีอายุปีเดียว ผักกาดขาวขึ้นได้ในดินเกือบทุกประเภท ชอบดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ในดินต้องชื้นตลอดฤดูปลูก ผักกาดขาวปลีต้องการน้ำมากสม่ำเสมอ และควรพรวนดินบ่อยๆ ในระยะที่เริ่มเข้าปลี ในประเทศไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี และปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์

ผักกาดขาวที่นิยมปลูกมี 3 ชนิดคือ

1. พันธุ์เข้าปลียาว มีลักษณะสูง รูปไข่ เช่น พันธุ์ผักกาดโสภณ ผักกาดขาวปลีฝรั่ง

2. พันธุ์เข้าปลีกลมแน่น ลักษณะทรงสั้น อ้วนกลมกว่า

3. พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี ใช้ปลูกอยู่ทั่วไปในบ้านเรา เช่น ผักกาดขาวใหญ่ ผักกาดขาวธรรมดา เหมาะสำหรับปลูกในเขตที่ฝนตกชุก (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

คุณค่าทางอาหาร

ผักกาดขาวมีสารอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างครบ เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาล ที่สำคัญคือผักกาดขาวมี แคลเซี่ยม และวิตามินซีในปริมาณสูง ซึ่งแคลเซี่ยมนอกจากจะมีหน้าที่เสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรงแล้ว ยังทำให้กล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ ปัจจุบันยังพบว่า แคลเซี่ยมมีบทบาทในการลดความดันโลหิตสูง และป้องกันมะเร็งในลำไส้อีกด้วย ส่วนวิตามินซีจะมีบทบาทในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างความแข็งแรงของผนังหลอดเลือด ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ป้องกันมะเร็ง และกำจัดสารพิษและโลหะหนักให้แก่ร่างกาย

ประโยชน์

ผักกาดขาวเป็นผักที่เห็นกันทั่วไป แต่มีคุณค่าทางอาหารมากมายชนิด ผักกาดขาวอุดมไปด้วย โฟเลต ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ในระยะ 3 เดือนแรก ถ้าแม่ได้รับโฟเลตน้อยเกินไป การสร้างระบบประสาทและ DNA ของทารกอาจผิดปรกติได้ นอกจากนี้โฟเลตยังช่วยทำให้เม็ดเลือดแดงแข็งแรงอีกด้วย ผักกาดขาวมีสรรพคุณหลายด้านทั้งช่วยย่อยอาหาร ขับปัสสาวะ แก้ไอ ขับเสมหะ แก้พิษสุรา ซ้ำเส้นใยอาหารที่มีอยู่มากในผักกาดขาวยังช่วยให้ผู้ที่ท้องผูกบ่อยๆ ผ่อนหนักเป็นเบาได้

สรรพคุณ

หัวผักกาดขาว: มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเย็น ช่วยย่อย แก้ไอมีเสมหะ ไม่มีเสียง อาเจียนเป็นโลหิต ท้องเสีย

เมล็ด: มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเป็นกลาง แก้ไอมีเสมหะ และหืด ช่วยให้ย่อย ท้องเสีย

ใบ: มีรสเผ็ดขม คุณสมบัติเป็นกลาง ช่วยย่อย เจ็บคอ ท้องเสีย ขับน้ำนม

ตำรับยา

1. อาการเรอเปรี้ยว: หั่นหัวผักกาดขาวดิบ 3-4 แว่นเคี้ยวกิน

2. เสียงแห้งไม่มีเสียง: คั้นน้ำหัวผักกาดขาว แล้วเติมน้ำขิงเล็กน้อยดื่ม

3. ไฟไหม้น้ำร้อนลวกหรือโดนสะเก็ดไฟ: ตำหัวผักกาดขาวให้แหลกแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือจะใช้เมล็ดทำให้แหลกแล้วพอกก็ได้

4. ฟกช้ำดำเขียว (ไม่เป็นแผล): ใช้หัวหรือใบตำให้ละเอียดแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือใช้เมล็ด 60 กรัม ตำให้ละเอียด คลุกกับเหล้า พอกบริเวณที่เป็น

5. แผลในปาก: คั้นน้ำหัวผักกาดขาวแล้วใช้บ้วนปากบ่อยๆ

6. หวัด: ต้มหัวผักกาดขาวดื่มน้ำ

7. ไอ: หัวผักกาดขาวพอประมาณใส่ขิงและน้ำผึ้งเล็กน้อยต้มดื่มน้ำ

ข้อควรระวัง

ผู้ที่มีอาการม้ามพร่อง คือ มีอาการท้องอืด แน่น เป็นประจำ กินอาหารแล้วไม่ค่อยย่อย มีแก๊สในกระเพาะอาหารมาก ไม่ควรกิน แต่ถ้ามีอาการท้องอืด แน่น ชั่วคราวเนื่องจากกินอาหารที่ย่อยยาก หรือกินมากเกินไป

หัวผักกาดขาวมี Mustard oil ซึ่งมีรสเผ็ด เมื่อสารนี้รวมกับเอนไซม์ในหัวผักกาดขาว มีฤทธิ์กระตุ้นให้กระเพาะอาหารและลำไส้เคลื่อนไหว ทำให้กินอาหารได้มากขึ้น และยังช่วยย่อยอาหารอีกด้วย ดังนั้นหลังกินอาหารจำพวกเนื้อหรือของมันๆ ควรกินหัวผักกาดขาวสักเล็กน้อย เนื่องจาก Amylase ในหัวผักกาดขาวไม่ทนต่อความร้อน จะถูกทำลาย ณ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นอกจากนี้วิตามินซีก็ไม่ทนต่อความร้อนสูง ดังนั้นจึงควรกินหัวผักกาดขาวดิบๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

การเตรียมดิน

1. แปลงเพาะกล้า ควรไถดินให้ดี ตากไว้ 5-7 วัน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในดิน หลังจากนั้น ก็คลุกเคล้าด้วยปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก ที่สลายตัวดีแล้ว ให้มาก พรวนย่อยดินให้ละเอียด โดยเฉพาะผิวหน้าดิน เพื่อป้องกันมิให้เมล็ดซึ่งมีขนาดเล็กตกในดินลึกเกินไป เมื่อปลูกโดยใช้วิธีหว่าน

2. แปลงปลูก ผักกาดขาวเป็นผักที่มีระบบรากตื้น ควรไถลึกประมาณ 15-20 ซม. ตากดินไว้ 7-10 วัน ผสมปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก พรวนดินให้ร่วนละเอียด อันนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

การปลูก

1. ปลูกแบบหว่าน โดยการหว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจายทั้งแปลงซึ่งการปลูกวิธีนี้เหมาะสำหรับเมล็ด ที่มีราคาไม่แพง และโดยเฉพาะ ในท้องที่ภาคกลาง ที่ยกแปลงกว้างมีร่องน้ำ การหว่านควรหว่านให้เมล็ดกระจาย สม่ำเสมอ โดยทั่วไปจะผสมพวกทราย ใช้ปุ๋ยคอกหรือ ปุ๋ยหมักหว่านทับลงไปหนาประมาณ 0.5-1.0 ซม. เพื่อช่วยรักษาความชื้น เสร็จแล้วคลุมฟางแห้งสะอาดอีกชั้นหนึ่ง รดน้ำด้วยบัวโดยละเอียดให้ทั่วแปลง หลังจากต้นกล้างอก และมีใบจริง 1-2 ใบ เริ่มมีราก ถอนแยกจัดระยะปลูกให้ได้ ระยะ ระหว่างต้น เท่ากับ 50-50 ซม.

2. การปลูกโดยโรยเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม ให้โรยเมล็ดเป็นแถวบนแปลงปลูก โดยให้ระยะระหว่างแถวห่างกัน 50 ซม.ลึกลงไปในดินประมาณ 0.5-1.0 ซม. หรือทำเป็นหลุมตื้นๆหยอดเมล็ดลงไป ประมาณ 3-5 เมล็ดกลบดินหนา 0.5 ซม. เมื่อต้นกล้าเริ่มมีใบจริง 2 ใบ ให้เริ่มถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น และถอนแยกครั้งสุดท้ายอายุไม่ควรเกิน 30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

การดูแลรักษา

1. การให้ปุ๋ย เนื่องจากผักกาดขาวเป็นผักกินใบ ควรให้ปุ๋ยที่มีสัดส่วน N: P: K = เป็น 2:1:1 เช่นปุ๋ยสูตร 20-10-10 หรือสูตรใกล้เคียงนี้ในอัตราประมาณ 80-150 กก./ไร่ ทั้งนี้ขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห่งการใส่ให้ใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นปุ๋ยรองพื้น ครึ่งหนึ่งโดยใส่ตอนปลูกครั้งที่สองใส่เมื่อผักอายุ 20 วัน โดยโรยข้างต้น หลังจากใส่ปุ๋ยแล้วต้องพรวนกลบปุ๋ยลงดิน

2. การให้น้ำ ผักกาดขาวปลีต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก

3. การพรวนดินกำจัดวัชพืช ควรทำบ่อยๆในระยะแรกๆจนถึงระยะเริ่มเข้าปลี (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

การเก็บเกี่ยว

ให้ใช้มีดคมๆตัดที่โคนต้น ตัดแต่งใบที่เป็นโรคหรือแมลงกัดกินออกบ้าง ควรเหลือใบนอกๆ ไว้บ้างเพื่อป้องกันการกระทบกระแทก ในระหว่างการขนส่ง

- พันธุ์ที่เข้าปลีไม่แน่น อายุที่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 40-45 วัน หลังจากหว่านเมล็ดโดยเลือกเก็บเกี่ยวต้นเริ่มแก่เต็มที่ได้ขนาด

- สำหรับพันธุ์ที่เข้าปลียาว หรือปลีกลมแน่น อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 50-80 วัน หลังจากหยอดเมล็ด ก็เก็บเกี่ยวได้โดยเก็บ ขณะปลีห่อแน่นเต็มที่ก่อนที่ปลีจะเริ่มคลายตัวหลวมออก (นิรนาม, 2555)

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ เป็นน้ำหมักที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่นกับกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง และผ่านกระบวนการหมักหรือย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (อานัฐ ตันโช, 2549: 109) ซึ่งวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์จะมีลักษณะสดหรือมีความชื้นสูงในลักษณะที่เป็นของเหลว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547: 36) นับได้ว่าการทำน้ำหมักชีวภาพเป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรม เช่น การปลูกพืช และการเลี้ยงสัตว์

กระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพจะเป็นการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ด้วยจุลินทรีย์โดยการใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมี 2 แบบ คือ การหมักแบบต้องการออกซิเจน และการหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจนเพราะจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักมีทั้งชนิดที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจนในกระบวนการหมักส่วนใหญ่จะเป็นการย่อยสลายในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน โดยมีอุณหภูมิประมาณ 15-45 องศาเซลเซียส บางระบบมีอุณหภูมิ 38-55 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์จะเป็นพวก Mesophillic ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ส่วนพวกเมอเคปเทนและก๊าซซัลไฟด์ปล่อยออกมาเล็กน้อย

กรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมักจะทำให้สารละลายเข้มข้นที่ได้อาจมีสีน้ำตาลเข้มหรือถ้าใช้น้ำตาลชนิดอื่นในการหมักสารละลายเข้มข้นที่ได้อาจจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนและถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์จะได้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการหมัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547: 36)

1. ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 2 ประเภท ตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้ 2 ประเภท (อภิรักษ์ ภาวิน, 2549) คือ

1.1 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากพืช

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากพืชนี้ผลิตโดยการหมักเศษพืชสดในภาชนะที่มีฝาเปิดกว้าง ใช้เศษพืชผสมกับกากน้ำตาล ในอัตราส่วนน้ำตาลต่อเศษพืช เท่ากับ 1:3 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ ปิดฝาภาชนะหลังจากบรรจุเศษพืชลงภาชนะแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มเพื่อให้มีการหมักต่อไปประมาณ 3-7 วัน นอกจากการใช้เศษพืชแล้วอาจผลิตโดยใช้ขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมักแล้วโรยตัวเร่งจุลินทรีย์ลงไป ภายใน 10-14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายออกมาจากขยะเปียกสามารถนาไปใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง โดยนำไปเจือจางด้วยอัตราส่วนน้ำปุ๋ย 1 ส่วน ต่อน้ำ 100-1,000 ส่วน ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำยังสามารถใช้สมุนไพรที่มีศักยภาพในการป้องกันกาจัดศัตรูพืช เช่น เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม หนอนตายหยาก ว่านน้ำ ข่า สาบเสือ นำมาหมักได้ด้วยเพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสมุนไพรที่สามารถใช้ป้องกันกาจัดศัตรูพืช

1.2 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากสัตว์

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำประเภทนี้สามารถใช้ปลาหรือหอยเชอรี่ในการหมัก ในกรณีที่ใช้ปลาจะใช้เศษอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด กากน้ำตาล 20 กิโลกรัม สารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 200 กรัม ใส่ลงในถัง 200 ลิตร และผสมน้ำพอท่วมเศษปลาแล้วคนให้เข้ากัน ไม่ปิดฝา คนวันละ 4-5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการหมัก 20-30 วัน ปลาจะย่อยสลายหมด เติมน้ำให้เต็มถังแล้วคนให้เข้ากันก่อนจะนำไปใช้ ในกรณีใช้หอยเชอรี่ในการผลิตจะนำหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด นำมาผสมกับกากน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ในอัตราส่วน 3:3:1 คนให้เข้ากันแล้วปิดฝาทิ้งไว้ สังเกตดูว่ามีกลิ่นเหม็นหรือไม่ ถ้ามีกลิ่นเหม็นให้ใส่กากน้ำตาลเพิ่มขึ้นและคนให้เข้ากันจนกว่าจะหายเหม็น ทาอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่เกิดก๊าซให้เห็นบนผิวหน้าของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากหอยเชอรี่ดังกล่าว

กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เกิดจากกระบวนการหมักภายใต้สภาพมีอากาศ จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญที่ก่อให้เกิดการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนย่อยสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายสภาพเป็นแร่ธาตุเป็นกระบวนการที่ไม่เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมักภายใต้สภาพมีอากาศ คือ 14 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_3) น้ำ (H_2O) และความร้อน (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)

จุลินทรีย์จะย่อยสลายมูลสัตว์จนมีอณูเล็กลงและได้สารที่จุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนนำไปสร้างก๊าซมีเทนในที่สุด โดยมีการแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์

เป็นปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolytic stage) ที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน โดยกลุ่มของแบคทีเรีย ให้เป็นโมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ เช่น กลูโคส กรดอะมิโน กลีเซอรอล เป็นต้น ในขณะเดียวกันผลจากปฏิกิริยาย่อยสลายนี้จะเป็นก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอลล์ จากปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในบ่อหมักมีความเป็นกรดและแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพความเป็นกรดจะทำหน้าที่ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenic stage)

การสร้างกรดอะซิติกจากกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก ในขณะเดียวกันผลจากปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanogenic stage)

ปฏิกิริยาการสร้างก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียชนิดที่ผลิตก๊าซมีเทน ซึ่งมีอยู่หลายชนิดและเป็นแบคทีเรียที่ต้องอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ก๊าซมีเทนอาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอินทรีย์กับน้ำ และ CO_2 กับ H ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำ ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-80% CO_2 ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่น ๆ เช่น NH_3 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2O) เป็นต้น

2. ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ชนิด

1.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืชมีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้นสารที่สกัดได้จากเซลล์พืช ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ชนิดที่สองได้แก่น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เช่นเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้

1.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ เช่น น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักปลาเป็นการย่อยสลายเศษเหลือใช้จากปลา เช่น หัวปลา ก้างปลา หางปลา เลือด กระเพาะปลาโดยการใช้เอนไซม์ในกระบวนการหมักซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังผ่านกระบวนการหมักจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

แคลเซียม และแมกนีเซียม ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสารอินทรีย์อื่น (อานัฐ ตันโช, 2549: 109)

3. ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ

การผลิตน้ำหมักชีวภาพในปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่างๆ ทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชนตลอดประชาชนที่ให้ความสนใจในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมากทำให้มีวิธีและสูตรต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นจำนวนมาก การผลิตน้ำหมักชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดินโดยการใช้เชื้อ พด. 2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการหมักจะใช้อัตราส่วน เศษวัสดุ (พืช) ต่อกากน้ำตาล ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 4:1:1 และเศษวัสดุ (สัตว์) ต่อกากน้ำตาล ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 3:1:1 ซึ่งในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 และมีการแนะนำการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่การเกษตร ในตารางที่ 3 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ตารางที่ 1 น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 7 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ผักหรือผลไม้	4
กากน้ำตาล	1
น้ำ	1
สารเร่ง พด. 2	1 ซอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

ตารางที่ 2 น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 21 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ปลา	3
กากน้ำตาล	1
ผลไม้	1
น้ำ	1
สารเร่ง พด. 2	1 ซอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

ตารางที่ 3 การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่การเกษตร

พื้นที่การเกษตร	อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพ	วิธีการใช้
1. ข้าว		
1.1 แช่เมล็ดพันธุ์ข้าว	น้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร/เมล็ดข้าว 20 กิโลกรัม	แช่เมล็ดข้าว 12 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นพักไว้ 1 วัน จึงลงปลูก
1.2 ช่วงเตรียมดิน	น้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 100 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินระหว่างเตรียมดินหรือก่อนไถกลบตอซังข้าว
1.3 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 120มิลลิลิตร / ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60 ลิตร	ฉีดพ่นหรือลดลงดิน เมื่อข้าวอายุ 30 50 และ 60 วัน
2. พืชไร่		
2.1 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 400 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 200 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน ก่อนออกดอกและช่วงติดผล
2.2 แช่ท่อนพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลัง	น้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร/น้ำ20ลิตร	แช่ท่อนพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลังเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จึงลงปลูก
3. พืชผักและผลไม้	น้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 50 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน
4. คอกเลี้ยงสัตว์	น้ำหมักชีวภาพ 25มิลลิลิตร/น้ำ 2.5ลิตร/พื้นที่ 1ตารางเมตร	ฉีดพ่นหรือรดลงพื้นในคอกเลี้ยงสัตว์ หรืออาบน้ำให้กับสัตว์เลี้ยง
5. การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช	น้ำหมักชีวภาพ 120มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60 ลิตร	ช่วยลดการแพร่ระบาดของเพลี้ยไฟ ผักเพลี้ยอ่อน โรครากและโคนเน่า โรคใบจุดและราสนิม

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

4. จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้วจะมีหลายกลุ่มและหลากหลายสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดเป็นจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่เป็นแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบ เป็นชนิดแกรมบวก ส่วนแบคทีเรียแกรมลบจะพบได้น้อยมาก แบคทีเรียแกรมบวกที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ในสกุล Bacillus เช่น *Bacillus mycoides*, *B. cereus* และ *B. cirulans* อีกกลุ่มหนึ่งที่พบคือแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ที่พบมากได้แก่ *Lactobacillus* sp. ที่พบได้บ้างเล็กน้อย ได้แก่ *Pediococcus* sp, *Streptococus* sp. และ Leuconostoc sp. ซึ่งจะพบได้ในน้ำหมักทุกชนิดไม่ว่าจะทำการหมักจากเศษพืชสีเขียว ผักผลไม้ หรือน้ำหมักจากสัตว์ เช่น ปลา หอย และไข่ โดยจะลดปริมาณและความหลากหลายลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป รองลงมาที่พบได้คือ เชื้อรา โดยเชื้อราที่พบได้ส่วนใหญ่เป็นยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae, Candida zeylanoides, C. boidinii* และ *C. krusei* ซึ่งจะพบได้ในน้ำหมักที่ผลิตจากพืชสีเขียวและปลา และจะลดจำนวนลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก เช่นเดียวกับแบคทีเรีย ส่วนราเส้นใย มีปริมาณที่น้อยในน้ำหมักซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนในกระบวนการหมัก ถ้ากระบวนการหมักไม่เหลือพื้นที่อยู่ 1 ใน 3 ของภาชนะที่ใช้ในการหมักก็อาจจะพบได้น้อยหรืออาจจะไม่สามารถพบได้เลย ส่วนจุลินทรีย์อื่นๆ พบได้เป็นส่วนน้อย ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยทั่วไป ดังแสดงตามตารางที่ 4 (อานัฐ ตันโช, 2549: 164-165)

จากการรายงานของอาณัฐ ตันโช (2549: 167) ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวมมี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติก ยีสต์ ราเส้นใย ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม

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

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

การพิจารณากิจกรรมทางกายภาพในระหว่างการหมัก

1. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากจำนวนฝ้าขาวหรือโคโลนีของจุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพในระหว่าง 1-3 วันแรกของการหมัก เนื่องจากมีการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตแล้วเพิ่มจำนวนเซลล์

2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพิจารณาจากฟองก๊าซที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของวัสดุและใต้ผิววัสดุที่ใช้ในกระบวนการหมักเนื่องจากกระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์ และจุลินทรีย์ชนิดที่ผลิตกรดอินทรีย์

3. การผลิตแอลกอฮอล์มีจำนวนมากขึ้นโดยพิจารณาจากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่ค่อนข้างฉุน ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยีสต์และจุลินทรีย์ชนิดที่สร้างกรดอินทรีย์พวกกรดแลคติก

4. ความใสของสารละลาย โดยจะมีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและจะค่อยเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดจากกระบวนการหมักโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ให้มีการเน่าเสีย (เรืองฤทธิ์ ริณพัฒน์, 2547: 102) การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่หมักได้สมบูรณ์แล้ว

น้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักที่สมบูรณ์แล้ว มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้จะไม่มีกลิ่นเหม็น แต่จะมีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือซีอิ้ว และมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น และจะไม่มีกลิ่นหวานของน้ำตาล

2. น้ำหมักชีวภาพจะต้องไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากกระบวนการหมักได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว

3. น้ำหมักชีวภาพที่ได้จะมีค่า pH เป็นกรด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4 (อานัฐ ตันโช, 2549: 165)

คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

1. มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอร์เรลลิน

2. อินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซีติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก

3. มีวิตามินบี

4. มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4

5. มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 20 เดซิซีเมนต่อเมตร

การใช้น้ำหมักอย่างมีประสิทธิภาพ

1. เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักมีระดับความเข้มข้นของสารละลายสูงมาก (ค่า EC เกิน 4 dS/m) และมีความเป็นกรดจัด มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.6-4.5 ก่อนที่จะมีการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้จะต้องมีการปรับสภาพค่า pH ให้มีค่าเป็นกลางก่อน โดยการเติมหิน ฟอสเฟตปูน โคโลไมท์ ปูนขาว กระดูกป่น อย่างใดอย่างหนึ่งในอัตราส่วน 5-10 กิโลกรัม ต่อน้ำหมักชีวภาพ 100 ลิตร แล้วจึงผสมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 30-50 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

2. น้ำหมักชีวภาพจะเกิดประโยชน์ต่อพืชสูงสุดเมื่อได้ผ่านกระบวนการหมักจนมั่นใจว่าจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายอินทรีย์สารสมบูรณ์แล้ว

3. น้ำหมักชีวภาพแต่ละสูตรจะมีระดับฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ในกระบวนการหมัก จึงจำเป็นต้องคัดเลือกวัสดุที่ใช้ในกระบวนการหมักให้ตรงกับความต้องการของพืชที่ทำการปลูก (จำรัส กิจธำรุง, 2544:134)

4. การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก โดยจะใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกคลุกเคล้าลงในดินขณะเตรียมดินปลูก และใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชในระหว่างที่พืชกำลังมีการเจริญเติบโตซึ่งน้ำหมักชีวภาพสามารถใช้ได้ทั้งกับพืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และไม้ผล

5. ความถี่ในการใช้น้ำหมักจะทำการให้ได้บ่อยแค่ไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการของพืช โดยสังเกตได้จากใบพืชที่มีสีเขียวหรือสีเหลืองซีดเกินไป หากพืชได้รับธาตุอาหารมากหรือน้อยเกินไปจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารพอเหมาะจะแข็งแรงและต้านทานโรคและแมลงได้ (ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์, 2547:72)

5. ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

5.1 ด้านการเกษตร

- ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในดินและน้ำ
- ช่วยปรับสภาพของโครงสร้างของดินให้ร่วงซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
- ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช
- ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ ด้านทานโรค
- ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
- ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

5.2 ด้านปศุสัตว์

- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นในฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ภายใน 24 ชั่วโมง
- ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ ภายใน 1-2 สัปดาห์
- ช่วยป้องกันโรคหิวาและโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ
- ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน โดยไม่ให้เข้าดักแด้
- ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค

5.3 ด้านการประมง

- ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
- ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
- ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆ ในปลา กบ จระเข้
- ช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมักได้

5.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

- ช่วยบำบัดน้ำเสียจากเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรมชุมชน
- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
- ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตร
- กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง
- ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นขึ้น และมีสภาพดีขึ้น

ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจในการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาทำการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดนั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 5, 6 และ 7 (ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์, 2537: 93)

จากการรายงานของปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ (2537: 93) ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ (ปุ๋ยปลาหมักสูตร วท.) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ (ปุ๋ยปลาหมักสูตร วท.)

ชนิด	ธาตุอาหารพืชเปอร์เซ็นต์ (ppm)							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
น้ำสกัดชีวภาพ	0.25	0.05	1.4	0.01	0.3	50	15	8
ปุ๋ยปลา วท.	5.7	0.4	2.4	0.48	0.08	1500	1500	10000
ปุ๋ยปลาเชิงการค้า	5.8	0.4	7.3	0.5	0.08	200	100	100
อีเอ็ม	0.03	0.10	0.04	0.01	0.01	50	10	5
ปุ๋ยปลาหมักชีวภาพ	0.58	0.10	0.55	0.01	0.03	65	11	7.2
ปุ๋ยหมักจากหอยเชอรี่	0.97	0.62	0.72	1.08	0.12	150	200	100

จากการรายงานของปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ (2537 : 93) ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักน้ำ อัตราส่วนอินทรีย์สาร : กากน้ำตาล คือ 3 : 1 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักน้ำ อัตราส่วนอินทรีย์สาร : กากน้ำตาล คือ 3: 1

ชนิดของปุ๋ยหมักน้ำ	เปอร์เซ็นของธาตุอาหารพืช					
	pH	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ปลาหมัก	3.2-3.9	0.4-1.10	0.0-3.94	0.90-0.86	0.014-0.51	-
หอยเชอรี่	4.5-6.3	0.6-1.58	0.0-0.06	0.16-4.90	0.08-0.15	0.27
เศษพืชผัก	3.8-3.9	0.27-0.40	0.14-0.15	0.35-1.44	0.41-0.43	0.15
เศษผักผลไม้	3.4-3.8	0.20-0.33	0.6-0.88	0.6-0.88	0.19-0.67	0.11

จากรายงานของอาณัฐ ตันโช (2549 : 157) คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ

คุณสมบัติ	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
ความเป็นกรด-ด่าง	3.3-5.1	3.5-8.8	3.6-6.2	3.4-8.4	3.7-9.0
การนำไฟฟ้า (ds/m)	0.12-8.45	0.17-9.85	3.1-33.8	0.24-10.92	0.63-12.52
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.14-18.88	0.04-21.49	3.2-19.4	0.12-20.59	1.02-14.25
กรดฮิวมิก (%)	0.03-0.98 (พบ 46%)	0.03-0.50 (พบ 23%)	0.01-0.35 (พบ 39%)	0.004-0.42 (พบ 32%)	0.03-0.18 (พบ 55%)

แต่ทั้งนี้ในการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆไปใช้ในการผลิตพืชนั้นทางคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ได้ให้แนวทางไว้ว่า เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ย เพราะในน้ำหมักชีวภาพนั้นเมื่อมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยโดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยมาก กล่าวคือ มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ) เพียงร้อยละ 0.01-3.5 โดยน้ำหนัก ต่อหนึ่งธาตุและในการนำไปใช้ประโยชน์จะใช้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมากๆโดยการผสมกับน้ำจนมีความเจือจาง อย่างมาก ดังนั้น เพื่อการใช้ประโยชน์น้ำหมักชีวภาพให้เกิดประโยชน์ต่อพืช จึงควรมีการใช้หลายรูปแบบผสมผสานกัน เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยเคมีประกอบกันให้เหมาะกับดินแต่ละแห่งและแต่ละสภาพการเพาะปลูก แต่ละชนิดของพืชที่ปลูก และยังปัญหาทางด้านเศรษฐกิจสังคมการเกษตร นอกจากนี้ยังได้แนะนำให้มีการปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ที่จะทำการเพาะปลูกก่อนการใช้น้ำหมักชีวภาพหรืออาจใช้น้ำหมักชีวภาพนี้เป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตร่วมกับปัจจัยอื่นๆได้ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก การปรับปรุงพันธุ์พืช ตลอดจนใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นน้ำหมักที่ผลิตจากพืชและสมุนไพรชนิดต่างๆมาผสมผสานกันในการทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรธรรมชาติ (อาณัฐ ตันโช, 2549 : 155)

นอกจากนี้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากสารอินทรีย์เหล่านี้ คือควรมีความระมัดระวังในการเลือกสารอินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในการหมักหากมีการนำเอาวัสดุที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรคมาทำน้ำหมักชีวภาพอาจจะเป็นการแพร่เชื้อโรคพืชได้

6. หัวเชื้อจุลินทรีย์

สารเร่ง พด. 2 ผลิต โดยกรมพัฒนาที่ดิน เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียก หรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยทำการหมักในสภาพที่ที่ไร้ออกซิเจน ทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินสามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ จากดินบริเวณรากหญ้าแฝก และตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำแบบธรรมชาติของเกษตรกร ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธ์ ดังนี้

1. ยีสต์ผลิตแอลกอฮอร์ กรดอินทรีย์ และวิตามินบี
2. แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก
3. แบคที่เรียย่อยสลายโปรตีน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิญญา แสงสุวรรณ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากขยะอินทรีย์โดยการใช้ผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาว ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของการเติมอากาศ การเติมเชื้อแบคทีเรีย และการเติมถั่วเหลืองหรือปลาป่นเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของพีเอช การย่อยสลายของเศษผัก และความเข้มข้นของธาตุอาหารย่อยสลายของเศษผัก และความเข้มข้นของธาตุอาหารและในภาคสนาม เพื่อศึกษาของน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน โดยแบ่งออกเป็น2การทดลอง การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ Complestely Randomized Design (CRD) มี 5 วิธี ทำการทดลอง 4 ซ้ำ การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบ 2x4 Factorial Experiment in Completely Randomized Desing โดยมี2ปัจจัยคือปัจจัยที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น ปัจจัยที่ 2 อัตราการเจือจางของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ ผลการทดลองพบว่าการหมักแบบเติบอากาศทำให้เศษผักมีการย่อยสลาย ร้อยละ 88.04 ของน้ำหมักแห้งซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบไม่เติมอากาศที่มีการย่อยสลายร้อยละ 53.34 ของน้ำหมักแห้ง การหมักแบบเติมเชื้อแบคทีเรียเศษผักเกิดการย่อยสลายร้อยละ 40.34 ซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบไม่ใส่เชื้อแบคทีเรีย ที่เศษผักมีการย่อยสลาย ร้อยละ 36.39 และการเติมปลาป่นในปริมาณ 16.40 กรัม ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษผักสูงสุดร้อยละ 87.93 ส่วนการศึกษาในเรือนทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำหมักอัตราเจือจาง 1:500 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยรองพื้น สูตร 15-15-15 และยูเรีย (46-0-0) ทำให้ผักบุ้งมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุด

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และคณะ (2547: 481-488) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำหมักชีวภาพ และองค์ประกอบ โดยทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และชีวเคมีในน้ำหมักชีวภาพโดยใช้เศษวัสดุ 3 ชนิด คือ หัวปลานิล พุง และเกล็ดปลานิล และเศษผักหลายชนิด เปรียบเทียบการหมักด้วยการเติมหัวเชื้อสับประรด และหัวเชื้อจากแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* และ *L. caseii* ในปริมาณที่เท่าๆกัน พบว่าองค์ประกอบต่างๆ ระหว่างการหมักที่ระยะเวลา 30 45 60 และ90 วัน มีความแปรปรวน คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีของน้ำหมักส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ มีค่า pH และค่า EC ที่สูงขึ้น คุณสมบัติทางเคมีนั้นพบว่า ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) และธาตุอาหารรองของพืช (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ Cu) มีน้อยมากองค์ประกอบของการทดลององค์ประกอบทางชีวเคมี เช่น มีน้ำตาลหลายชนิดปริมาณลดลงถึงระดับคงที่ ซึ่งน่าจะเป็นดัชนีชี้บอกจุดสิ้นสุดของกระบวนการหมัก และคล้ายฮอร์โมน GA_3 เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น

สุรชัย พัฒนาพิบูล และคณะ (2547: 107-116) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักอินทรีย์พืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ ในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน พบว่า ผลการทดลองแต่ละชนิดตอบสนองต่อการใช้น้ำหมักอินทรีย์ในทำนองเดียวกันโดยพบว่า การใช้น้ำหมักอินทรีย์พืชเพียงอย่างเดียวทั้งในอัตราที่เจือจาง 1:1000 และ 1:500 จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและดูดกินอาหารน้อยมากและไม่แตกต่างกันและน้อยกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามหากใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำหมักอินทรีย์กลับทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และดูดกลืนอาหารเพิ่มขึ้นดีกว่าการใช้สารลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและยังพบว่าอัตราเจือจางน้ำหมักอินทรีย์ 1:1000 ทำให้พืชเจริญเติบโตดีกว่าอัตราเจือจาง 1:500

อนุวัฒน์ ยินดีสุข และบวร ไชยยา (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ในทางเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพด ชานอ้อย กระดูกหัวหมู และต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุเท่ากับ 5 ลิตร: 5 ลิตร: 50 ลิตร: 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ3เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาธาตุสารอาหารหลัก ผลการทดลอง พบว่าน้ำหมักจากหัวมันเทศให้ปริมาณไนโตรเจนสูง ร้อยละ 1.31น้ำหมักจากกระดูกหมู ให้ปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด ร้อยละ 0.06 และน้ำหมักจากมันเทศให้ปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.70

สมเกียรติ สุวรรณคีรี (2547: 105) เมื่อทำการหมักเศษผักหรือเศษวัสดุพืชไปได้ประมาณ 2-3 วัน จุลินทรีย์จะเริ่มทำงานแล้วทำการย่อยสลายเศษวัสดุพืชเหล่านั้น ภายในภาชนะถังหมักผิวด้านบนของเศษวัสดุพืชจะเริ่มมีเส้นใยของเชื้อจุลินทรีย์สีขาวเกิดขึ้นมากมายและมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยว ในขณะที่การย่อยสลายของวัสดุพืชหรือเศษพืชผักเกิดขึ้น จะมีสารละลายออกมาจากเศษพืชผัก ซึ่งเป็นสีน้ำตาลคล้ำ (ลักษณะของสีของปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพขึ้นกับเศษพืชผักและน้ำตาลที่นำมาหมัก เช่น มะเขือเทศ ผักกาด หรือกะหล่ำ น้ำตาลทรายแดง น้ำอ้อยป่น หรือกากน้ำตาล) กลุ่มเส้นใยของเชื้อจุลินทรีย์จะหายไปเมื่อทำการหมักได้ประมาณ 7-10 วัน การย่อยสลายของเศษพืชยังคงดำเนินต่อไปอีกประมาณ 14-25 วัน (จำนวนวันขึ้นอยู่กับชนิดของเศษวัสดุเหลือใช้หรือเศษพืชผัก) เศษวัสดุหรือเศษพืชผักจะย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพก็สามารถนำไปใช้ได้ ก่อนนำไปใช้ต้องให้ปริมาณน้ำตาลหรือกากน้ำตาลไม่ตกค้างในปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพเพราะน้ำตาลหรือกากน้ำตาลเป็นตัวการทำให้ก่อโรคในพืช เช่น ราดำ ปริมาณปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการหมักจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืชผักผลไม้ที่ใช้หมัก ซึ่งจะมีน้ำอยู่ประมาณ 95-98 เปอร์เซ็นต์ สีของปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และน้ำตาลที่ใช้หมัก ถ้าเป็นน้ำตาลฟอกขาวก็จะเป็นสีอ่อน ถ้าเป็นกากน้ำตาลปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตได้จะเป็นสีน้ำตาลแก่ จากนั้นนำมากรองแล้วบรรจุลงในภาชนะถังแกลลอนหรือขวดพลาสติกเพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่หมักสมบูรณ์แล้วจะมีกลิ่นหอมออกเปรี้ยว ๆ และมีกลิ่นแอลกอฮอล์บ้าง ถ้าชิมดูจะมีรสเปรี้ยว

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวโดยการศึกษาขั้นตอนในการเลือกใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษพืช เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และจากสัตว์ เช่น พุ่งปลา หัวปลา และไส้ปลาทู เป็นต้น โดยจะศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ภาชนะพลาสติกมีฝาปิดขนาดความจุ 20 ลิตร จำนวน 3 ใบ
2. ถุงพลาสติกสำหรับปลูกผักกาดขาว ขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุง
3. สารเร่ง พด.2 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดินมีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์
4. พืชและสัตว์
5. กากน้ำตาล
6. ผักกาดขาว
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
8. ตะแกรง
9. กระบอกตวงสารละลาย
10. อุปกรณ์สำหรับรดน้ำ
11. ตู้อบ (Hot Air Oven)
12. บีกเกอร์ (Beaker)
13. บิวเรต (Burette)
14. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmayer Flas)
15. กระดาษกรอง Filer paper (Whatman No.5)
16. กรวยกรอง (Funnel)
17. กระบอกตวง (Graduated cylinder)
18. แท่งคน (Grass rod)

19. หลอด Kjeldahl

20. หลอดทดลอง (Test tube)

21. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)

22. เครื่องกลั่น Micro Kjeldahl

23. เครื่องย่อย Micro Kjeldahl

24. เครื่อง Spectrophotometer

25. โถดูดความชื้น (Desiccators)

3.1.2 สารเคมี

1. Ammonium molybdate: $((NH_4)_6MO_7O_{24}\text{-}4H_2O)$
2. Ammonium vanadate ($NH_4\ VO_3$)
3. Boric asit: H_3BO_3
4. Ethanol: C_2H_5OH
5. Hydrochloric asit: HCI
6. Methyl red indicator: $C_{16}H_{18}N_3CIS.2H_2O$
7. Potassium dihydrogen phosphate: KH_2PO_4
8. Sodium hydroxide: NaOH
9. Sulfutic acid: H_2SO_4
10. สารเร่ง พด.-2
11. ปุ๋ยยูเรีย

3.2 วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ โดยมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 2: 1: 2

สูตรที่ 2 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 2: 2

สูตรที่ 3 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 1: 2

โดยทั้ง 3 สูตรใส่กากน้ำตาล และสารเร่ง พด.2 เท่ากัน หลังจากนั้นนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปหาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ที่เวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ซึ่งขั้นตอนการเตรียมน้ำหมักชีวภาพแต่ละสูตรมีดังนี้

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

1. เก็บรวบรวมวัตถุดิบจากพืช ได้แก่ เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และสัตว์ ได้แก่ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู โดยนำวัตถุดิบดังกล่าวมาสับให้ได้ขนาดเล็ก แล้วนำมาใส่ถุงตาข่ายตามอัตราส่วนในแต่ละสูตร

2. นำกากน้ำตาล สารเร่ง พด.2 และน้ำ ผสมทุกส่วนให้เข้ากันในถังพลาสติก แล้วนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาใส่ลงในถัง ปิดฝาแล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่มทีอุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 สูตร หลังจากนั้นน้ำหมักชีวภาพที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วันไปทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

2.1 วัดอุณหภูมิ โดยใช้เครื่อง Thermometer

2.2 วัดความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH Meter

2.3 วัดการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้เครื่อง Electrical conductivity meter

2.4 วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Micro kjeldahl method ใช้เครื่อง Modification of the kjeldahl method

2.5 วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Bray No. II ใช้เครื่อง Visible Spectrophotometer

2.6 วิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer นำผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ไปศึกษาต่อไปในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

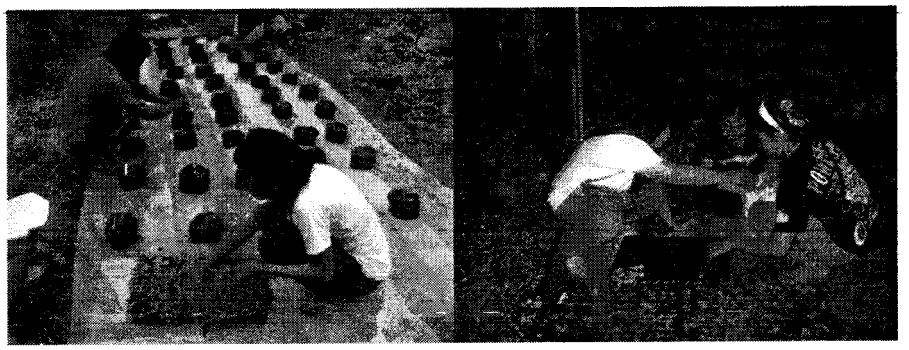
ทำการปลูกผักกาดขาวในถุงพลาสติกขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุงๆ ละ 1 ต้น ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมี 5 ชุดทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้

1. ชุดการทดลองที่ 1 รดน้ำธรรมดา
2. ชุดการทดลองที่ 2 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 1 (2: 1: 2)
3. ชุดการทดลองที่ 3 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 2 (1: 2: 2)
4. ชุดการทดลองที่ 4 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 3 (1: 1: 2)
5. ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมี (15:15:15)

631.89
ก176

การเพาะกล้าและเตรียมดินปลูกผักกาดขาว

1. เพาะกล้าในถาดหลุม ๆ ละ 2 เมล็ด เป็นเวลา 14 วัน



ภาพที่ 1 กล้าผักกาดอายุ 14 วัน

2. นำดินผสมใส่ถุงพลาสติก ขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุง ๆ ละ 2 กิโลกรัม

ภาพที่ 2 การเตรียมดินสำหรับปลูก

3. คัดเลือกต้นกล้าผักกาดขาวที่สมบูรณ์ แข็งแรง ลงปลูกในถุง ๆ ละ 1 ต้น รดน้ำทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง รอให้ต้นกล้าที่ย้ายปลูกแข็งแรง (7 วัน) จึงรดด้วยน้ำหมักชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำอัตราส่วน 1: 500 สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

ภาพที่ 3 นำกล้าผักกาดลงปลูกในถุง

การเก็บข้อมูล

หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ นับตั้งแต่ย้ายปลูกลงถุงพลาสติก ทำการเก็บข้อมูลดังนี้

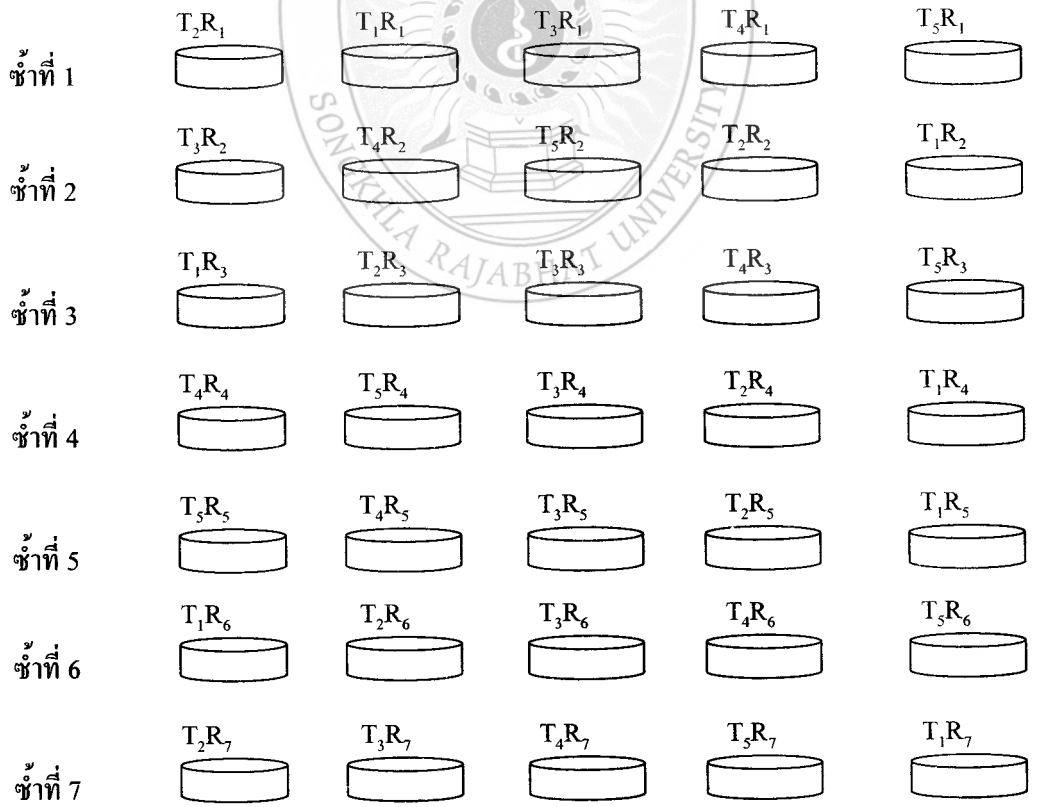
1. บันทึกจำนวนต้นที่ปกติของจำนวนผักกาดขาวทั้งหมด
2. บันทึกจำนวนต้นที่ตายของจำนวนผักกาดขาวทั้งหมด
3. บันทึกน้ำหนัก ความกว้าง และความสูงของแต่ละต้น

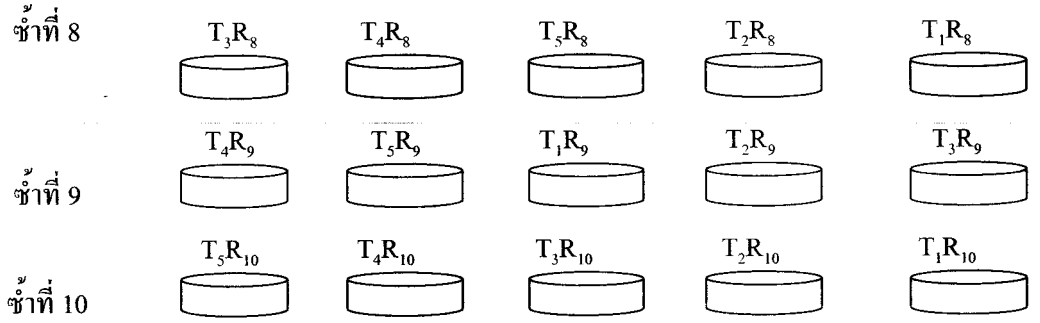
การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างการทดลองแบบต่าง ๆ

แผนผังการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมี 5 ชุดทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ





R = ซ้ำ (R_1-R_{10})

T1 = รดน้ำธรรมดา

T2 = สูตรที่ 1 (2: 1: 2)

T3 = สูตรที่ 2 (1: 2: 2)

T4 = สูตรที่ 3 (1: 1: 2)

T5 = ปุ๋ยเคมี 15:15:15

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4

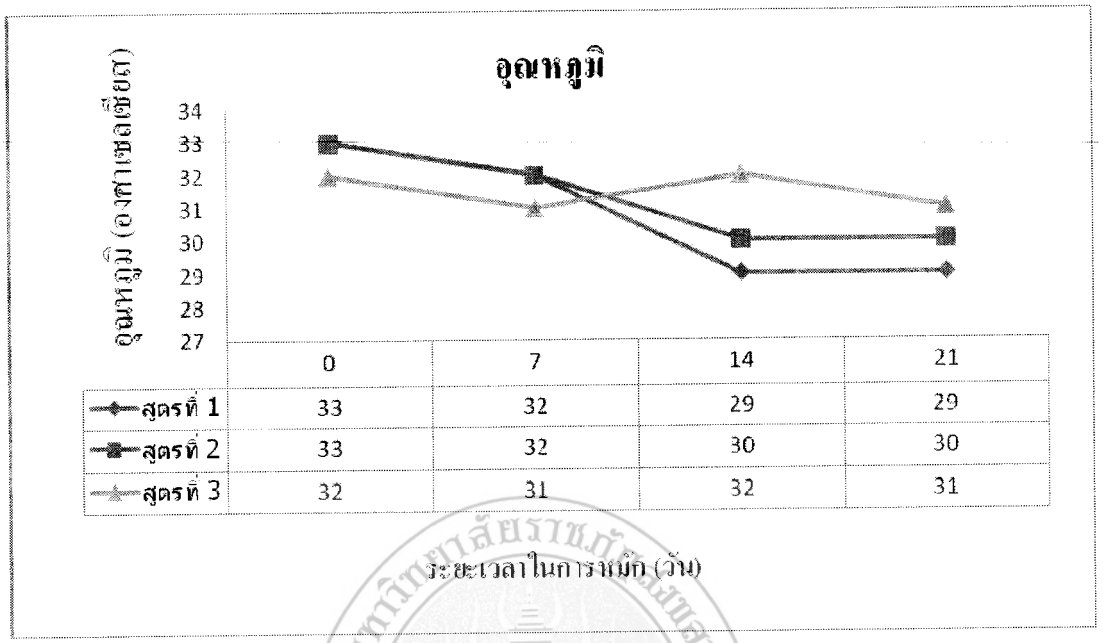
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาดมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) สูงสุด และศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวจากนั้นทำการหมักเป็นเวลา 21 วัน โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม นอกจากนี้ได้นำน้ำหมักชีวภาพมาทดสอบประสิทธิการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ซึ่งมีการทดลองดังต่อไปนี้

ลักษณะทางกายภาพของน้ำหมักชีวภาพ

4.1 อุณหภูมิ

กระบวนการย่อยสลายของน้ำหมักชีวภาพเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจุลินทรีย์หลายชนิดประกอบด้วยกัน และเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม สารละลายภายในน้ำหมักชีวภาพเริ่มการเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอนโดยระดับอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ดังภาพที่ 4.1 ผลการวัดอุณหภูมิภายในถังหมักของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร โดยผลการวัดอุณหภูมิในถังหมักสูตรที่ 1 พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักน้ำหมักชีวภาพมีอุณหภูมิภายในถังหมักเริ่มต้นที่ 33 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในถังหมักก็มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนในสัปดาห์สุดท้ายของการหมัก มีอุณหภูมิภายในถังหมักสิ้นสุดที่ 29 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิของถังหมักสูตรที่ 2 พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักน้ำหมักชีวภาพมีอุณหภูมิภายในถังหมักเริ่มต้นที่ 33 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในถังหมักก็มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนในสัปดาห์สุดท้ายของการหมัก มีอุณหภูมิภายในถังหมักสิ้นสุดที่ 30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของถังหมักสูตรที่ 3 พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักน้ำหมักชีวภาพมีอุณหภูมิภายในถังหมักเริ่มต้นที่ 32 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิในถังหมักมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีอุณหภูมิในถังหมักสิ้นสุดที่ 31 องศาเซลเซียส



	0	7	14	21
สูตรที่ 1	33	32	29	29
สูตรที่ 2	33	32	30	30
สูตรที่ 3	32	31	32	31

ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 สูตร

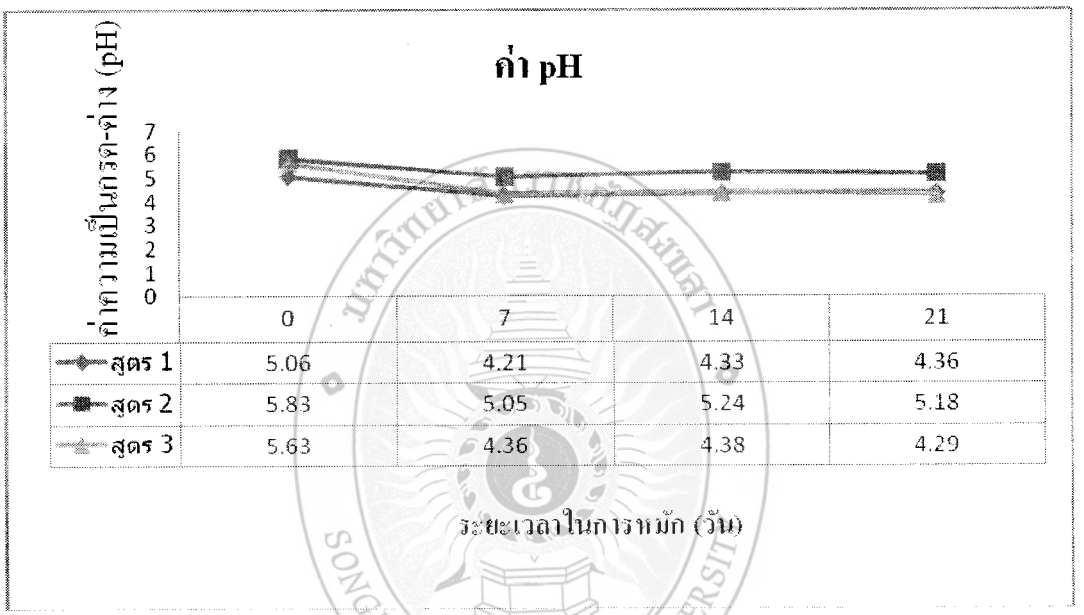
ลักษณะทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ

4.2 ความเป็นกรด - ด่าง

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในถังหมักมีความสัมพันธ์กับการเจริญและกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ ถึงแม้ว่าในกระบวนการหมักจะมีจุลินทรีย์หลายกลุ่มเข้ามามีบทบาทในกระบวนการหมัก แต่ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของกระบวนการดังกล่าวควรอยู่ระหว่าง 3.6-4.5 เนื่องจากมีความเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในปุ๋ยน้ำชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร (2549: 31)

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของวัสดุหมักของถังหมักทั้ง 3 สูตร มีความใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4.2 โดยถังหมักสูตรที่ 1 มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นเท่ากับ 5.06 หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จนสิ้นสุดการหมักมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 4.36 ถังหมักสูตรที่ 2 มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เริ่มต้นเท่ากับ 5.83 หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จนสิ้นสุดการหมักมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ

5.18 และถังหมักสูตรที่ 3 มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 5.63 หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จนสิ้นสุดการหมักมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 4.29 ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทยปุ๋ยน้ำชีวภาพต้องมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5.5-8.5 (กรมวิชาการเกษตร, 2549)



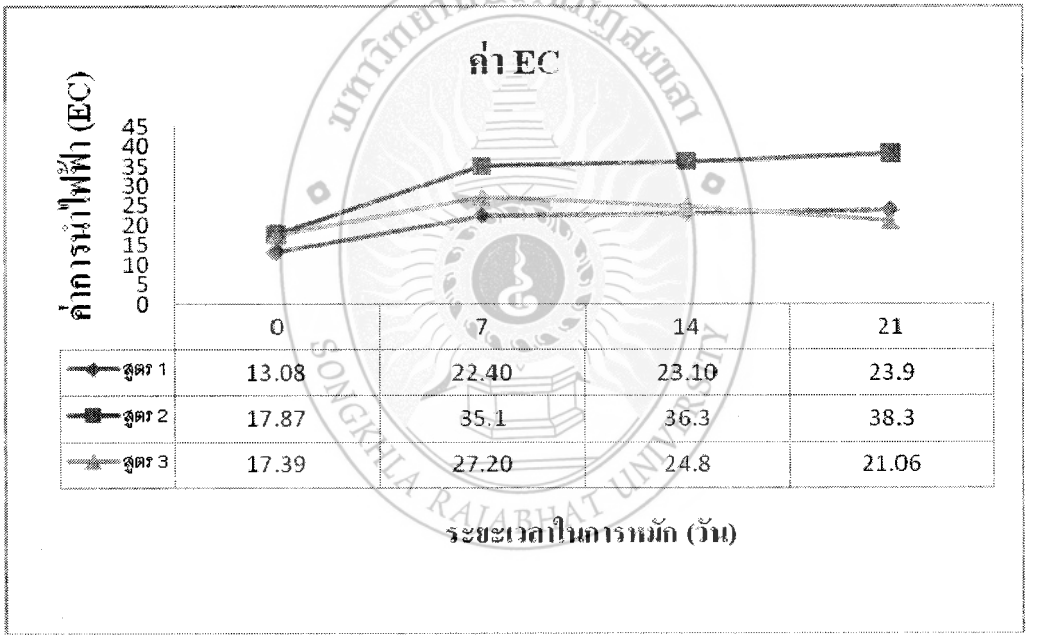
	0	7	14	21
สูตร 1	5.06	4.21	4.33	4.36
สูตร 2	5.83	5.05	5.24	5.18
สูตร 3	5.63	4.36	4.38	4.29

ภาพที่ 4.2 ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร

4.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ จากการหมักวัสดุแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน โดยพบว่าค่า ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะมีความแตกต่างกัน โดยพบว่าค่า ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา ผัก และหอยเชอรี่จะใกล้เคียงกันมีค่า 21.60, 15.93 และ 29.18 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ในขณะที่ค่า EC ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำผลไม้และพืชพื้นเมืองจะ มีค่าเฉลี่ย 3.78 และ 2.19 (dS/m) การที่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลา และหอยเชอรี่มีค่า EC สูงนั้นอาจเป็นผลมาจากในวัสดุเศษปลาและหอยเชอรี่มีแร่ธาตุที่ก่อให้เกิดค่า EC สูง เช่น ธาตุโซเดียม หรือคลอรีน (พงษ์ พฤกษา, 2548: 56)

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า EC ของวัสดุหมักของถังหมักทั้ง 3 สูตร มีความใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4.3 โดยถังหมักสูตรที่ 1 มีค่าการนำไฟฟ้า EC เริ่มต้นเท่ากับ 13.08 (dS/m) หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนสิ้นสุดการหมักมีค่าการนำไฟฟ้า EC เท่ากับ 23.90 (dS/m) ถังหมักสูตรที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้า EC เริ่มต้นเท่ากับ 17.87 (dS/m) หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนสิ้นสุดการหมักมีค่าการนำไฟฟ้า EC เท่ากับ 38.30 (dS/m) และถังหมักสูตรที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้า EC เท่ากับ 17.39 (dS/m) หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนสิ้นสุดการหมักมีค่าการนำไฟฟ้า EC เท่ากับ 21.60 (dS/m)

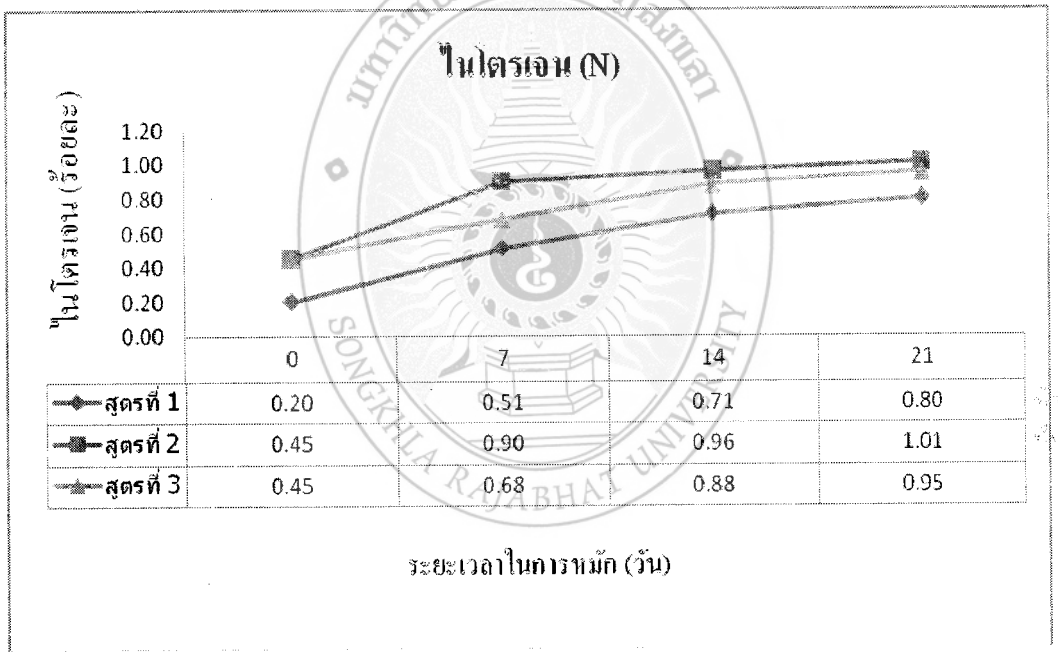


ภาพที่ 4.3 ผลการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร

4.4 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในกระบวนการหมักปริมาณไนโตรเจนภายในถังหมักยังมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ใช้ไนโตรเจนในการสังเคราะห์โปรตีนเพื่อ

สร้างเซลล์ใหม่ ในระหว่างการหมักน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 สูตรมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ดังที่แสดงในภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ร้อยละไนโตรเจนของถังหมักทั้ง 3 สูตรเมื่อเริ่มต้นการหมักมีค่าร้อยละ 0.20,0.45 และ0.45ตามลำดับและปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกๆสัปดาห์ จนสิ้นสุดระยะเวลาการหมักร้อยละไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 สูตรมีค่าร้อยละ 0.80, 1.01 และ0.95 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์การเพิ่มปริมาณของเซลล์รวมทั้งการตายของจุลินทรีย์เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ



ภาพที่ 4.4 ผลการวัดค่าไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ ดังตารางที่ 4.4 ในอัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 2 (1:2:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน มีค่าสูงที่สุด คือ 0.96 รองลงมา อัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 3 (1:1:2) คือ 0.88 และอัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 1 (2:1:2) คือ 0.71 ตามลำดับ พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

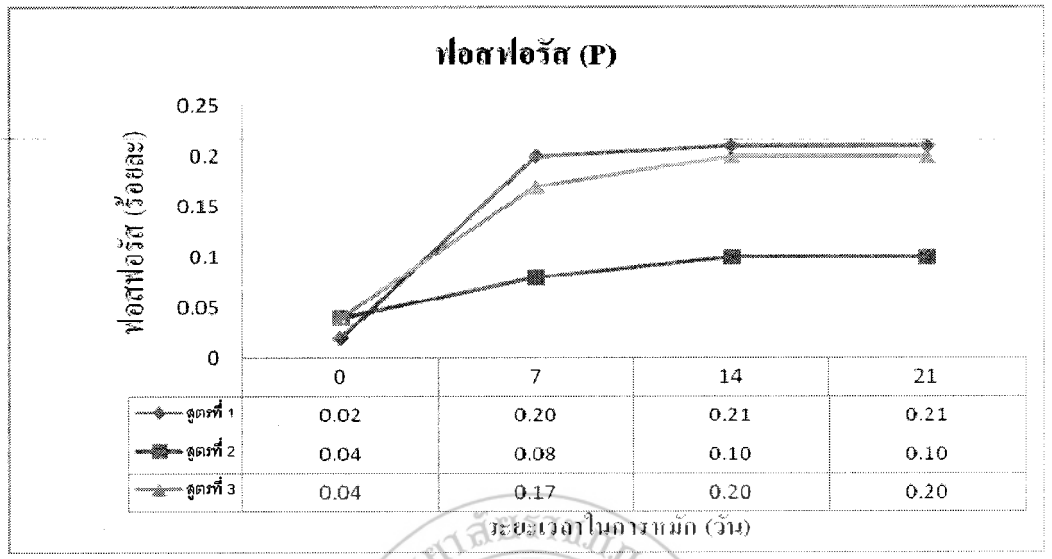
ตารางที่ 4.4 ค่าการวิเคราะห์ไนโตรเจน (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)

	เวลา			
สูตร/เวลา	0	7	14	21
1	0.20^{b}±0.01	0.51^{c}±0.01	0.71^{c}±0.01	0.80^{c}±0.02
2	0.45^{a}±0.00	0.90^{a}±0.01	0.96^{a}±0.06	1.01^{a}±0.03
3	0.45^{a}±0.00	0.68^{b}±0.01	0.88^{b}±0.01	0.95^{b}±0.01
C.V. (%)	0.91	0.83	4.17	2.64
F-test	*	*	*	*

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$

4.5 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกับไนโตรเจน โดยในกระบวนการหมักเชื้อจุลินทรีย์จะเป็นตัวกลางที่สำคัญในการเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ให้อยู่รูปที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ (จำเป็น อ่อนทอง, 2545) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพ ดังภาพที่ 4.5 พบว่าน้ำหมักชีวภาพในถังหมักสูตรที่ 1 เมื่อเริ่มต้นมีปริมาณฟอสฟอรัส มีค่าร้อยละ 0.02 จนสิ้นสุดการทดลองจะมีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.21 ส่วนน้ำหมักชีวภาพในถังหมักสูตรที่ 2 เมื่อเริ่มต้นจะมีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.04 จนสิ้นสุดการทดลองจะมีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.10 และ ปริมาณฟอสฟอรัสในถังน้ำหมักสูตรที่ 3 จะมีค่าเริ่มต้นที่ร้อยละ 0.04 เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.20



ภาพที่ 4.5 ผลการวัดค่าฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร

หลังวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ ดังตารางที่ 4.5 ในอัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 1 (2:1:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน มีค่าสูงที่สุด คือ 0.21 รองลงมา อัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 3 (1:1:2) คือ 0.20 และ อัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 2 (1:2:2) คือ 0.10 ตามลำดับ พบว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

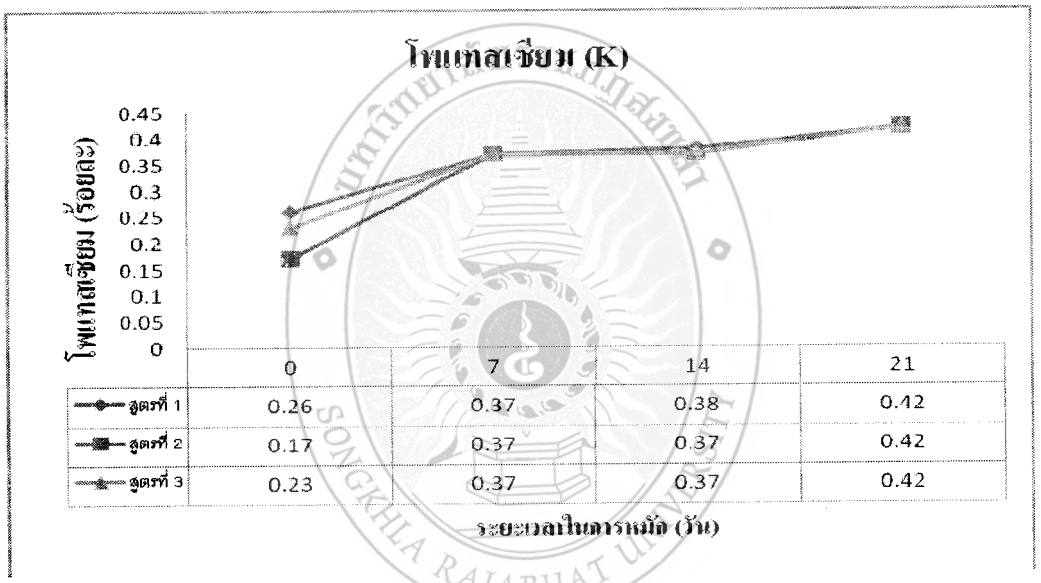
ตารางที่ 4.5 ค่าการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)

	เวลา			
สูตร/เวลา	0	7	14	21
1	0.02^{b}±0.00	0.20^{a}±0.00	0.21^{a}±0.01	0.21^{a}±0.01
2	0.04^{a}±0.00	0.08^{c}±0.00	0.10^{c}±0.95	0.10^{c}±0.01
3	0.04^{a}±0.00	0.17^{b}±0.01	0.20^{b}±0.01	0.20^{b}±0.01
C.V. (%)	8.07	2.21	2.77	2.64
F-test	*	*	*	*

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$

4.6 โพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักของที่สำคัญของพืช จากการทดลองพบว่าโพแทสเซียมของทั้ง 3 สูตร มีแนวโน้มลดลง โดยในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก ปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพในถังน้ำหมักทั้ง 3 สูตร มีค่าร้อยละ 0.26, 0.17 และ0.23 ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จนสิ้นสุดการหมัก ปริมาณโพแทสเซียมในถังน้ำหมักทั้ง 3 สูตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.42, 0.42 และ 0.42 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผลการวัดค่าโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพ ทั้ง 3 สูตร

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ ดังตารางที่ 4.6 ในอัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 1 (2:1:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน มีค่าสูงที่สุด คือ 0.38 รองลงมา อัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 3 (1:1:2) คือ 0.37 และ อัตราส่วนการหมักของสูตรที่ 2 (1:2:2) คือ 0.37 ตามลำดับพบว่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 ค่าการวิเคราะห์โพแทสเซียม (ร้อยละ) ระยะเวลาการหมัก (วัน)

	เวลา			
สูตร/เวลา	0	7	14	21
1	0.26[a]±0.01	0.37±0.00	0.38[a]±0.01	0.42±0.00
2	0.17[c]±0.01	0.37±0.01	0.37[b]±0.01	0.42±0.01
3	0.23[b]±0.01	0.37±0.01	0.37[b]±0.01	0.42±0.01
C.V. (%)	2.37	2.19	1.55	1.23
F-test	*	ns	*	ns

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ns ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p > 0.05$

ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ที่ทำการปลูกที่ระยะเวลา 45 วัน โดยอัตราส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์มีการเจริญเติบโตในด้านความสูงดีที่สุด เนื่องจากจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพเป็นตัวสำคัญเพราะจะทำให้เกิดการย่อยสลายในกระบวนการหมักของวัสดุที่นำมาใช้ในการหมัก และในการย่อยสลายเศษวัสดุต่างๆ และจะได้ธาตุอาหารออกมาจากกระบวนการดังกล่าว ซึ่งธาตุอาหารมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช จากตารางที่ 4.7 พบว่าอัตราส่วนการใช้น้ำหมักที่ผลิตจากพืชและสัตว์มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ในด้านความสูงที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยผักกาดขาวที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ สูตรที่ 3 (1: 1: 2) เท่ากับ 14.25 เซนติเมตร/ต้น มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุด รองลงมา สูตรที่ 2 (1: 2: 2) เท่ากับ 12.75 เซนติเมตร/ต้น สูตรที่ 1 (2: 1: 2) เท่ากับ 12.50 เซนติเมตร/ต้น ปุ๋ยเคมี (15:15:15) เท่ากับ 12.25 เซนติเมตร/ต้น และรดน้ำธรรมดา เท่ากับ 11.50 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตของผักกาดขาวจากการเก็บเกี่ยวเมื่อครบ 45 วัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนัก (กรัม) ±sd	ความกว้าง (ซม.) ±sd	ความสูง (ซม.) ±sd
1. รดน้ำธรรมดา	33.50±15.67	14.50±1.91	11.50^{b}±2.08
2. รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 1	25.00±4.08	13.75±1.71	12.50^{ab}±1.00
3.รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 2	36.00±11.60	13.75±2.22	12.75^{ab}±0.96
4. รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 3	40.75±9.78	16.50±0.58	14.25^{a}±0.96
5.ใช้ปุ๋ยเคมี (15:15:15)	36.50±13.92	14.25±4.27	12.25^{b}±0.96
C.V. (%)	34.11	16.86	10.05
F-test	ns	ns	*

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ns ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p > 0.05$

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า

1. จากการศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ โดยการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนของ พืชและสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล ต่อ น้ำ ดังนี้ อัตราส่วนที่ 1 คือ 2:1:2 อัตราส่วนที่ 2 คือ 1:2:2 อัตราส่วนที่ 3 คือ 1:1:2 โดยทุกอัตราส่วนทำการหมักที่ระยะเวลา 0, 7, 14และ 21 วัน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ตรวจในห้องปฏิบัติการทุกๆสัปดาห์เพื่อตรวจหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า อัตราส่วนที่ทำให้กระบวนการหมักจากพืชและสัตว์ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงที่สุด คือ อัตราส่วนการหมักที่ 2 (1:2:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วันโดยมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ และ อัตราส่วนการหมักที่ 1 (2:1:2) ทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 0.38 เปอร์เซ็นต์

2. จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่ทำการปลูกที่ระยะเวลา 45 วัน นับแต่วันปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวทำการทดลองโดยการปลูกพันธุ์เข้าปลีหลวม ในถุงพลาสติกขนาด 5 × 9 นิ้ว ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย

1. ชุดการทดลองที่ 1 รดน้ำธรรมดา
2. ชุดการทดลองที่ 2 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 1 (2: 1: 2) ขนาดความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพ ต่อ น้ำเปล่า เท่ากับ 1:500
3. ชุดการทดลองที่ 3 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 2 (1: 2: 2) ขนาดความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพ ต่อ น้ำเปล่า เท่ากับ 1:500
4. ชุดการทดลองที่ 4 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 3 (1: 1: 2) ขนาดความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพ ต่อ น้ำเปล่า เท่ากับ 1:500

5. ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมี (15:15:15) ขนาดความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพ ต่อน้ำเปล่า เท่ากับ 1:500

ทำการรดน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ 2 ครั้ง และทำการตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดขาวในด้านความสูงของแต่ละต้นและการหา %โดยน้ำหนัก จากการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดขาวในชุดการทดลองที่ 4 สูตรที่ 3 (1: 1: 2) มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุด รองลงมาชุดการทดลองที่ 3 สูตรที่ 2 (1: 2: 2) ชุดการทดลองที่ 2 สูตรที่ 1 (2: 1: 2) ชุดการทดลองที่ 5 ปุ๋ยเคมี (15:15:15) และ ชุดการทดลองที่ 1 รดน้ำธรรมดา ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลได้ว่า

ตอนที่ 1 การศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการทำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงสุด

จากการศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงสุด โดยการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนของพืช และสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล ต่อ น้ำ ดังนี้ อัตราส่วนที่ 1 คือ 2:1:2 อัตราส่วนที่ 2 คือ 1:2:2 อัตราส่วนที่ 3 คือ 1:1:2 โดยทุกอัตราส่วนทำการหมักที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพจากพืช และสัตว์ตรวจในห้องปฏิบัติการทุกๆสัปดาห์เพื่อตรวจหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่าอัตราส่วนที่ทำให้กระบวนการหมักจากพืชและสัตว์ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงสุด คืออัตราส่วนการหมักที่ 2 (1:2:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วันโดยมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.96 และ อัตราส่วนการหมักที่ 1 (2:1:2) ทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.21 และ ปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 0.38 ดังนั้นควรเลือกระยะเวลาการหมักที่ 14 วัน เพราะเป็นระยะเวลาการหมักที่เร็วกว่าและให้ธาตุอาหารหลักที่สูงที่สุด

ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพเกิดจากการนำเอาเศษวัสดุอินทรีย์ เช่น พืช หรือ สัตว์ที่มีลักษณะสด หรืออวบน้ำไปหมักกับกากน้ำตาลเข้มข้นซึ่งเป็นตัวการทำให้น้ำและสารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในเซลล์พืช (Cell Sap) หรือเซลล์สัตว์แตกออกมาจากเซลล์ด้วยแรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure) ซึ่งจุลินทรีย์ในธรรมชาติที่ติดมากับวัสดุที่นำมาหมักจะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนโดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน จุลินทรีย์เหล่านี้จะย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้

มีโมเลกุลเล็กลงอยู่ในรูปสารประกอบฮิวมิก กรดอะมิโน ธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (อานัฐ ตันโช. 2549: 109)

จากการทดลองพบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ในอัตราส่วนการหมักที่ 2 (1:2:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วันโดยมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 0.96 เปอร์เซ็นต์ และ อัตราส่วนการหมักที่ 1 (2:1:2) ทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 0.38 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2547) ที่กำหนดให้ปริมาณของธาตุอาหารไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร ฟอสฟอรัสไม่น้อย 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณ และโพแทสเซียมไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของ อาณัฐ ตันโช (2549 : 157) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.4-1.10 ฟอสฟอรัสเท่ากับ0.0-3.94 และโพแทสเซียมเท่ากับ 0.16-4.90

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกผลิตกรดอะซิติกหรือกรดแลคติกโดยจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์พวกกรดกรดอะซิติก และ กรดแลคติกออกมาในกระบวนการหมัก อานัฐตันโช (2549 : 155) โดยความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ อัตราส่วนที่ 2 (1:2:2)และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 5.24 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตราฐานของน้ำหมักชีวภาพ (กรมวิชาการเกษตร, 2549) และสอดคล้องกับปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ (2537 : 93) ที่ทำการตรวจวิเคราะห์น้ำชีวภาพที่หมักจากหอยเชอรี่และพืชอื่นๆ พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.9 และยังสอดคล้องกับการศึกษาของอาณัฐ ตันโช (2549 : 157) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุหลักต่างๆมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.48 – 8.4

การนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ เป็นค่าแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหาร และสารประกอบอนินทรีย์ต่าง ๆ มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ แต่เป็นปริมาณโดยรวมค่า EC นี้ไม่สามารถบอกถึงปริมาณของธาตุ หรือสารตัวใดตัวหนึ่งว่ามีปริมาณเท่าใด ซึ่งถ้าต้องการทราบค่าปริมาณของธาตุและสารประกอบอย่างละเอียดต้องทำการวิเคราะห์หาทางเคมีในแต่ละตัวที่ต้องการทราบ ถ้าน้ำหมักชีวภาพมีค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงว่ามีปริมาณธาตุอาหารอยู่มาก

ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำหมักจะสูงขึ้นตามระยะเวลาที่หมัก โดยน้ำหมักจากเศษสัตว์จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำหมักจากเศษพืช และน้ำหมักจากพืชสีเขียวจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำหมักจากผลไม้ อาณัฐ ตันโช (2549 : 156) โดยค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์อัตราส่วนที่ 2 (1:2:2) และทำการหมักที่ระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 19.95 ds/m ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำหมักชีวภาพ (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ตอนที่ 2 การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่ทำการปลูกที่ระยะเวลา 45 วันนับตั้งแต่วันที่ปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยวพบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ทำให้ผักกาดขาวมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกโดยไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพ เพราะน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สามารถนำไปใช้กับพืชได้เป็นอย่างดี พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชละสัตว์ในชุดการทดลองที่ 4 สูตรที่ 3 (1:1:2) การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้น 1:500 มีผลต่อความสูงของผักกาดขาวสูงสุด เนื่องจากจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพเป็นตัวสำคัญเพราะจะทำให้เกิดการย่อยสลายในกระบวนการหมักจุลินทรีย์จะช่วยให้วัสดุที่นำมาหมักย่อยสลายและจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาจากกระบวนการดังกล่าวซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช และในส่วนของการนำน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและสัตว์ไปใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเข้มข้นในการใช้เพราะน้ำหมักชีวภาพมีความเข้มข้นสูงหากนำไปใช้อาจเป็นพิษต่อพืชได้ซึ่งพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนความเข้มข้น 1: 500 มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว พบว่า การเจริญเติบโตของพืชในชุดการทดลองที่ 4 สูตรที่ 3 (1: 1: 2) ที่ระยะเวลา 14 วัน อัตราส่วนความเข้มข้น 1 : 500 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตมีปริมาณน้อยมากหากเทียบกับความต้องการของพืชทั่วไป ถ้าหากเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยหมักในสูตรดังกล่าวอย่างจริงจัง ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักดังกล่าวให้เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตรเพิ่มขึ้นด้วยควรมีการศึกษากับพืชประเภทอื่นๆที่หลากหลาย เช่น พืชที่ให้ผล และไม้ดอก เพื่อที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาชนิดปลาที่ต่างกันมาผลิตน้ำหมักชีวภาพ

2.2 ควรมีการศึกษาขนาดและอายุของปลาที่นำมาผลิตน้ำหมักชีวภาพ

2.3 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อพืชชนิดอื่น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547.

กรมวิชาการเกษตร. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ เทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่น, 2549.

จำเป็น อ่อนทอง. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545.

จำรัส กิจธำรง. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ เทคโนโลยีปุ๋ยปลาหมัก. ในเอกสารประกอบการประชุมเรื่อง เทคโนโลยีดินปุ๋ยและเครื่องจักรกลเกษตร เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต. หน้า 50. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544.

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และคณะ. คุณภาพน้ำหมักชีวภาพและองค์ประกอบ. พิมพ์ครั้งที่ 42 หน้า 481-488. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียสโตร์, 2547.

ปรัชญา รัศมีธรรมงศ์. 108 สูตรการผลิตปุ๋ยชีวภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เพชรกะรัต, 2537.

พงษ์ พฤษา. ปุ๋ยและน้ำสกัดชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2 นนทบุรี: นีออนบุ๊กมีเดีย. 112 หน้า, 2548.

เรืองฤทธิ์ ริณพัฒน์. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์เหลือใช้อุตสาหกรรมการเกษตรต่อการผลิตผักชนิดต่างๆ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2547.

สมเกียรติ สุวรรณคีรี. ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพ. ในเอกสารประกอบการประชุมเรื่อง ปุ๋ยน้ำชีวภาพกับการประยุกต์ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM). มหาวิทยาเชียงใหม่, 2547.

สุรชัย พัฒนาพิบูล และคณะ. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพพืชต่อการเจริญเติบโตของ ผักกาดขาว กว้างตุ้ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. หน้า 107-116, 2547.

อนุวัฒน์ ยินดีสุข และ บวร ไชยยา. การศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากการหมักจากขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2550.

อภิญญา แสงสุวรรณ. การผลิตน้ำหมักจากขยะอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

อภิรักษ์ ภาวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2549

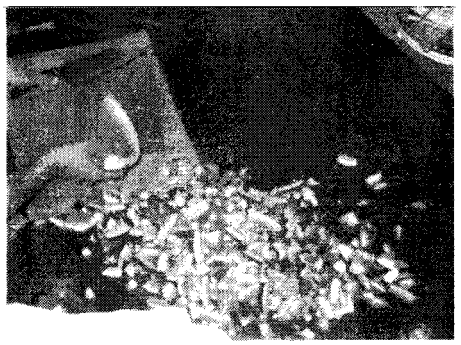
อาณัฐ ตันโช. เกษตรธรรมชาติประยุกต์ หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2549

นิรนาม. ผักกาดขาว. 30/10/55. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http//www.geocities.com. 2555.

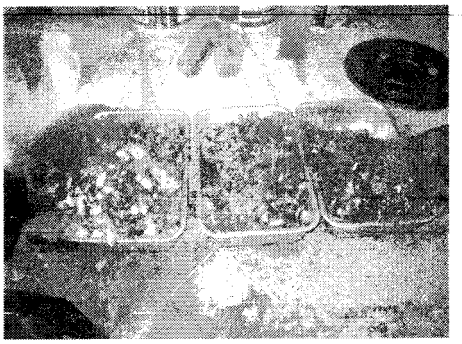
ภาคผนวก ก

ภาพประกอบงานวิจัย

ภาคผนวก ก



ภาพที่1 สับวัตถุดิบให้เป็นชิ้นเล็กๆ



ภาพที่ 2 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้หมัก

ภาพที่ 3 ผสมกากน้ำตาล น้ำ และสารเร่ง พ.ด 2

ภาพที่ 4 ชั่งวัตถุดิบ

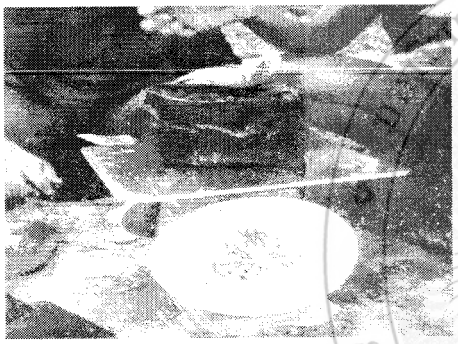
ภาพที่ 5 นำวัตถุดิบลงในถังหมัก

ภาพที่ 6 วัดอุณหภูมิ

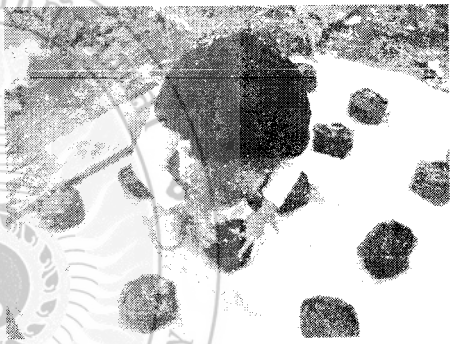
ภาพประกอบการวิจัย

ภาพที่ 7 เพาะผักกาดขาวในถาดหลุม

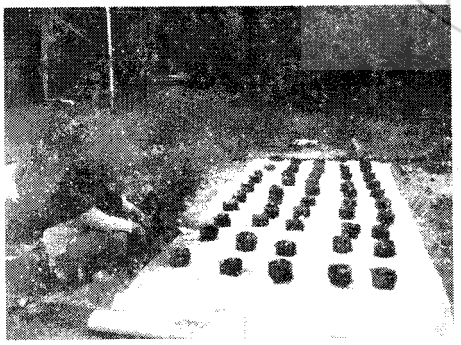
ภาพที่ 8 ผสมดินให้เข้ากัน



ภาพที่ 9 เตรียมดินสำหรับปลูก

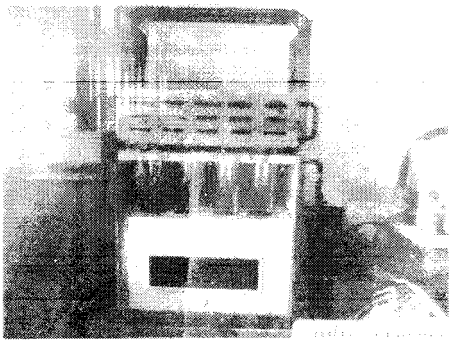


ภาพที่ 10 ปลูกกล้าผักกาดขาวลงในถุง



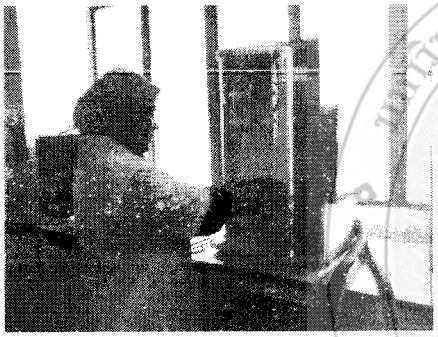
ภาพที่ 11 บันทึกผลผักกาดขาว

ภาพที่ 12 เก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์



ภาพที่ 13 เครื่องย่อย Micro Kjeldahl

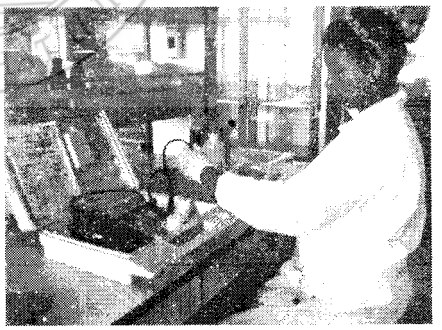
ภาพที่ 14 สกัดตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ



ภาพที่ 15 วิเคราะห์ไนโตรเจน

ภาพที่ 16 วัดการนำไฟฟ้า (EC)

ภาพที่ 17 วิเคราะห์ฟอสฟอรัส



ภาพที่ 18 วัดความเป็นกรด – ด่าง (pH)

ภาคผนวก ข

แบบเสนอโครงการวิจัย

แบบเสนอโครงการวิจัย
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิจัยเฉพะทางสิ่งแวดล้อม (4003001)

1. ชื่อโครงการวิจัย ผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

Effect of Fermented Bioextracts from Plant and Animal on Growth of Chinese Cabbag (*Brassica pekinensis*)

2. ปีการศึกษาที่ทำการวิจัย 2554

3. สาขาที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

4. ประวัติของผู้วิจัย

4.1 นางสาวดวงหทัย จันทร์สีสุข ศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Miss Duonghathai Jansisook, Education of Bachelor Degree 4, Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University.

4.2 นางสาวนาฮีมะ ลาเต๊ะ ศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Miss Naheemah Lateh, Education of Bachelor Degree 4, Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University.

4.3 นางสาวปานเพ็ชร ฝอยทอง ศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
Miss Parnphat Foithong, Education of Bachelor Degree 4,
Environmental Science, Faculty of Science and Technology,
Songkhla Rajabhat University.

5. รายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย

5.1 ความเป็นมาและสาเหตุของปัญหา

ผักกาดขาวเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากมาย อาทิเช่น มีเส้นใยอาหารที่จะช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องผูก แก้ไอ ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ส่งผลให้มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และยังเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ปลูกได้ง่าย เจริญได้ในดินเกือบทุกชนิด และมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบการใช้สารเคมีสูงในการผลิตพืชผัก ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและแมลง ซึ่งส่วนใหญ่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีสารพิษตกค้างในพืชผัก ในดินและน้ำ การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของผักนั้น นอกจากปุ๋ยเคมีแล้วยังมีปุ๋ยอีกหลายชนิดที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยน้ำชีวภาพ เป็นต้น น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จากธรรมชาติ จากกระบวนการหมัก พืช ผัก ผลไม้ หรือสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยหมักกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล โดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของการหมัก ในน้ำหมักชีวภาพจะมีทั้งจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และสารอินทรีย์ต่าง ๆ หลากหลายชนิด เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน และธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักในแต่ละครั้งอาจไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและอัตราส่วนของวัตถุดิบ และระยะเวลาในการหมัก

ดังนั้นในการศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาชนิดและอัตราส่วนของวัตถุดิบ และระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ธาตุ

อาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพมากที่สุด ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ นอกจากได้น้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกผักแล้ว ยังช่วยลดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมจากเศษขยะหรือวัตถุดิบที่เหลือใช้จากครัวเรือนอีกทางหนึ่งด้วย

5.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
2. เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ในน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
3. เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

5.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อได้อัตราส่วนและระยะเวลาในการหมักน้ำหมักชีวภาพเพื่อให้ได้ธาตุอาหารสูงสุด
2. เพื่อได้วิธีการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์
3. เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร

5.4 การประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.4.1 ผักกาดขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica pekinensis*

ชื่อสามัญ Chinese Cabbage

วงศ์ Cruciferae

ชื่ออื่นๆ ผักกาดขาวปลี แปะฉ่าย แปะฉ่ายลุ้ย

ลักษณะ : ผักกาดขาวปลีเป็นผักที่มีอายุปีเดียว ผักกาดขาวขึ้นได้ในดินเกือบทุกประเภท ชอบดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ในดินต้องชื้นตลอดฤดูปลูก ผักกาดขาวปลีต้องการน้ำมากสม่ำเสมอ และควรพรวนดินบ่อยๆ ในระยะที่เริ่มเข้าปลี ในประเทศไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี และปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์

ผักกาดขาวที่นิยมปลูกมี 3 ชนิดคือ

1. พันธุ์เข้าปลียาว มีลักษณะสูง รูปไข่ เช่น พันธุ์ผักกาดโสภณ ผักกาดขาวปลีฝรั่ง

2. พันธุ์เข้าปลีกลมแน่น ลักษณะทรงสั้น อ้วนกลมกว่า

3. พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี ใช้ปลูกอยู่ทั่วไปในบ้านเรา เช่น ผักกาดขาวใหญ่ ผักกาดขาวธรรมดา เหมาะสำหรับปลูกในเขตที่ฝนตกชุก (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

5.4.1.1 คุณค่าทางอาหาร

ผักกาดขาวมีสารอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างครบ เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาล ที่สำคัญคือผักกาดขาวมี แคลเซี่ยม และวิตามินซีในปริมาณสูง ซึ่งแคลเซี่ยมนอกจากจะมีหน้าที่เสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรงแล้ว ยังทำให้กล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ ปัจจุบันยังพบว่า แคลเซี่ยมมีบทบาทในการลดความดันโลหิตสูง และป้องกันมะเร็งในลำไส้อีกด้วย ส่วนวิตามินซีจะมีบทบาทในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างความแข็งแรงของผนังหลอดเลือด ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ป้องกันมะเร็ง และกำจัดสารพิษและโลหะหนักให้แก่ร่างกาย

5.4.1.2 ประโยชน์

ผักกาดขาวเป็นผักที่เห็นกันทั่วไป แต่มีคุณค่าทางอาหารมากมายชนิด ผักกาดขาวอุดมไปด้วย โฟ-เลต ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ในระยะ 3 เดือนแรก ถ้าแม่ได้รับโฟเลตน้อยเกินไป การสร้างระบบประสาทและ DNA ของทารกอาจผิดปรกติได้ นอกจากนี้โฟเลตยังช่วยทำให้เม็ดเลือดแดงแข็งแรงอีกด้วย ผักกาดขาวมีสรรพคุณหลายด้านทั้งช่วยย่อยอาหาร ขับปัสสาวะ แก้ไอ ขับเสมหะ แก้พิษสุรา ซ้ำเส้นใยอาหารที่มีอยู่มากในผักกาดขาวยังช่วยให้ผู้ที่ท้องผูกบ่อยๆ ผ่อนหนักเป็นเบาได้

5.4.1.3 สรรพคุณ

หัวผักกาดขาว: มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเย็น ช่วยย่อย แก้ไอมีเสมหะ ไม่มีเสียง อาเจียนเป็นโลหิต ท้องเสีย

เมล็ด: มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเป็นกลาง แก้ไอมีเสมหะ และหืด ช่วยให้ย่อยท้องเสีย

ใบ: มีรสเผ็ดขม คุณสมบัติเป็นกลาง ช่วยย่อย เจ็บคอ ท้องเสีย ขับน้ำนม

5.4.1.4 ตำรับยา

1. อาการเรอเปรี้ยว: หั่นหัวผักกาดขาวดิบ 3-4 แว่นเคี้ยวกิน

2. เสียงแห้งไม่มีเสียง: คั้นน้ำหัวผักกาดขาว แล้วเติมน้ำขิงเล็กน้อยดื่ม

3. ไฟไหม้น้ำร้อนลวกหรือโดนสะเก็ดไฟ: ตำหัวผักกาดขาวให้แหลกแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือจะใช้เมล็ดทำให้แหลกแล้วพอกก็ได้

4. ฟกช้ำดำเขียว (ไม่เป็นแผล): ใช้หัวหรือใบตำให้ละเอียดแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือใช้เมล็ด 60 กรัม ตำให้ละเอียด คลุกกับเหล้า พอกบริเวณที่เป็น

5. แผลในปาก: คั้นน้ำหัวผักกาดขาวแล้วใช้บ้วนปากบ่อยๆ

6. หวัด: ต้มหัวผักกาดขาวดื่มน้ำ

7. ไอ: หัวผักกาดขาวพอประมาณใส่ขิงและน้ำผึ้งเล็กน้อยต้มดื่มน้ำ

5.4.1.5 ข้อควรระวัง

ผู้ที่มีอาการม้ามพร่อง คือ มีอาการท้องอืด แน่น เป็นประจำ กินอาหารแล้วไม่ค่อยย่อย มีแก๊สในกระเพาะอาหารมาก ไม่ควรกิน แต่ถ้ามีอาการท้องอืด แน่น ชั่วคราวเนื่องจากกินอาหารที่ย่อยยาก หรือกินมากเกินไป

หัวผักกาดขาวมี Mustard oil ซึ่งมีรสเผ็ด เมื่อสารนี้รวมกับเอนไซม์ในหัวผักกาดขาว มีฤทธิ์กระตุ้นให้กระเพาะอาหารและลำไส้เคลื่อนไหว ทำให้กินอาหารได้มากขึ้น และยังช่วยย่อยอาหารอีกด้วย ดังนั้นหลังกินอาหารจำพวกเนื้อหรือของมันๆ ควรกินหัวผักกาดขาวสักเล็กน้อย เนื่องจาก Amylase ในหัวผักกาดขาวไม่ทนต่อความร้อน จะถูกทำลาย ณ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นอกจากนี้วิตามินซีก็ไม่ทนต่อความร้อนสูง ดังนั้นจึงควรกินหัวผักกาดขาวดิบๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

5.4.1.6 การเตรียมดิน

1. แปลงเพาะกล้า ควรไถดินให้ดี ตากไว้ 5-7 วัน เพื่อฆ่าเชื้อโรคในดิน หลังจากนั้น ก็คลุกเคล้าด้วยปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก ที่สลายตัวดีแล้ว ให้มาก พรวนย่อยดินให้ละเอียด โดยเฉพาะผิวหน้าดิน เพื่อป้องกันมิให้เมล็ดซึ่งมีขนาดเล็กตกในดินลึกเกินไป เมื่อปลูกโดยใช้วิธีหว่าน

2. แปลงปลูก ผักกาดขาวเป็นผักที่มีระบบรากตื้น ควรไถลึกประมาณ 15-20 ซม. ตากดินไว้ 7-10 วัน ผสมปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก พรวนดินให้ร่วนละเอียด อันนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

5.4.1.7 การปลูก

1. ปลูกแบบหว่าน โดยการหว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจายทั้งแปลงซึ่งการปลูกวิธีนี้เหมาะสำหรับเมล็ด ที่มีราคาไม่แพง และโดยเฉพาะ ในท้องที่ภาคกลาง ที่ยกแปลงกว้างมีร่องน้ำ การหว่าน ควรหว่านให้เมล็ดกระจาย สม่ำเสมอ โดยทั่วไปจะผสมพวกทราย ใช้ปุ๋ยคอกหรือ ปุ๋ยหมักหว่านทับลงไปหนาประมาณ 0.5-1.0 ซม. เพื่อช่วยรักษาความชื้น เสร็จแล้วคลุมฟางแห้งสะอาดอีกชั้นหนึ่ง รดน้ำด้วยบัวโดยละเอียดให้ทั่วแปลง หลังจากต้นกล้างอก และมีใบจริง 1-2 ใบ เริ่มมีราก ถอนแยกจัดระยะปลูกให้ได้ ระยะ ระหว่างต้น เท่ากับ 50-50 ซม.

2. การปลูกโดยโรยเป็นแถวหรือหยอดเป็นหลุม ให้โรยเมล็ดเป็นแถวบนแปลงปลูก โดยให้ระยะระหว่างแถวห่างกัน 50 ซม.ลึกลงไปในดินประมาณ 0.5-1.0 ซม. หรือทำเป็นหลุมตื้นๆหยอดเมล็ดลงไป ประมาณ 3-5 เมล็ดกลบดินหนา 0.5 ซม. เมื่อต้นกล้าเริ่มมีใบจริง 2 ใบ ให้เริ่มถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น และถอนแยกครั้งสุดท้ายอายุไม่ควรเกิน 30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

5.4.1.8 การดูแลรักษา

1. การให้ปุ๋ย เนื่องจากผักกาดขาวเป็นผักกินใบ ควรให้ปุ๋ยที่มีสัดส่วน N: P: K = เป็น 2:1:1 เช่นปุ๋ยสูตร 20-10-10 หรือสูตรใกล้เคียงนี้ในอัตราประมาณ 80-150 กก./ไร่ ทั้งนี้ขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแห่งการใส่ให้ใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นปุ๋ยรองพื้น ครึ่งหนึ่งโดยใส่ตอนปลูกครั้งที่สองใส่เมื่อผักอายุ 20 วัน โดยโรยข้างต้น หลังจากใส่ปุ๋ยแล้วต้องพรวนกลบปุ๋ยลงดิน

2. การให้น้ำ ผักกาดขาวปลีต้องการน้ำมากและสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก

3. การพรวนดินกำจัดวัชพืช ควรทำบ่อยๆในระยะแรกๆจนถึงระยะเริ่มเข้าปลี (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

5.4.1.9 การเก็บเกี่ยว

ให้ใช้มีดคมๆตัดที่โคนต้น ตัดแต่งใบที่เป็นโรคหรือแมลงกัดกินออกบ้าง ควรเหลือใบนอกๆ ไว้บ้างเพื่อป้องกันการกระทบกระแทก ในระหว่างการขนส่ง

- พันธุ์ที่เข้าปลีไม่แน่น อายุที่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 40-45 วัน หลังจากหว่านเมล็ด โดยเลือกเก็บเกี่ยวต้นเริ่มแก่เต็มที่ได้ขนาด

- สำหรับพันธุ์ที่เข้าปลียาว หรือปลีกลมแน่น อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 50-80 วัน หลังจากหยอดเมล็ด ก็เก็บเกี่ยวได้โดยเก็บ ขณะปลีห่อแน่นเต็มที่ก่อนที่ปลีจะเริ่มคลายตัวหลวมออก (นิรนาม, 2555)

5.4.2 น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ เป็นน้ำหมักที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่นกับกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง และผ่านกระบวนการหมักหรือย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (อานัฐ ตันโช, 2549: 109) ซึ่งวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์จะมีลักษณะสดหรือมีความชื้นสูงในลักษณะที่เป็นของเหลว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547: 36) นับได้ว่าการทำน้ำหมักชีวภาพเป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรม เช่น การปลูกพืช และการเลี้ยงสัตว์

กระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพจะเป็นการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ด้วยจุลินทรีย์โดยการใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมี 2 แบบ คือ การหมักแบบต้องการออกซิเจน และการหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจนเพราะจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักมีทั้งชนิดที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจนในกระบวนการหมักส่วนใหญ่จะเป็นการย่อยสลายในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน โดยมีอุณหภูมิประมาณ 15-45 องศาเซลเซียส บางระบบมีอุณหภูมิ 38-55 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์จะเป็นพวก Mesophillic ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ส่วนพวกเมอเคปเทนและก๊าซซัลไฟด์ปล่อยออกมาเล็กน้อย

กรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมักจะทำให้สารละลายเข้มข้นที่ได้อาจมีสีน้ำตาลเข้ม หรือถ้าใช้น้ำตาลชนิดอื่นในการหมักสารละลายเข้มข้นที่ได้อาจจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนและถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์จะได้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการหมัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547: 36)

5.4.2.1 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 2 ประเภท ตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้ 2 ประเภท (อภิรักษ์ ภาวิน, 2549) คือ

5.4.2.1.1 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากพืช

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากพืชนี้ผลิตโดยการหมักเศษพืชสดในภาชนะที่มีฝาเปิดกว้าง ใช้เศษพืชผสมกับกากน้ำตาล ในอัตราส่วนน้ำตาลต่อเศษพืช เท่ากับ 1:3 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ ปิดฝาภาชนะหลังจากบรรจุเศษพืชลงภาชนะแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มเพื่อให้มีการหมักต่อไปประมาณ 3-7 วัน นอกจากการใช้เศษพืชแล้วอาจผลิตโดยใช้ขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมักแล้วโรยตัวเร่งจุลินทรีย์ลงไป ภายใน 10-14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายออกมาจากขยะเปียกสามารถนาไปใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง โดยนำไปเจือจางด้วยอัตราส่วนน้ำปุ๋ย 1 ส่วน ต่อน้ำ 100-1,000 ส่วน ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์น้ำยังสามารถใช้สมุนไพรที่มีศักยภาพในการป้องกันกาจัดศัตรูพืช เช่น เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม หนอนตายหยาก ว่านน้ำ ข่า สาบเสือ นำมาหมักได้ด้วยเพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำสมุนไพรที่สามารถใช้ป้องกันกาจัดศัตรูพืช

5.4.2.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากสัตว์

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำประเภทนี้สามารถใช้ปลาหรือหอยเชอรี่ในการหมัก ในกรณีที่ใช้ปลาจะใช้เศษอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด กากน้ำตาล 20 กิโลกรัม สารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 200 กรัม ใส่ลงในถัง 200 ลิตร และผสมน้ำพอท่วมเศษปลาแล้วคนให้เข้ากัน ไม่ปิดฝา คนวันละ 4-5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการหมัก 20-30 วัน ปลาจะย่อยสลายหมด เติมน้ำให้เต็มถังแล้วคนให้เข้ากันก่อนจะนำไปใช้ ในกรณีใช้หอยเชอรี่ในการผลิตจะนำหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด นำมาผสมกับกากน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ในอัตราส่วน 3:3:1 คนให้เข้ากันแล้วปิดฝาทิ้งไว้ สังเกตดูว่ามีกลิ่นเหม็นหรือไม่ ถ้ามีกลิ่นเหม็นให้ใส่กากน้ำตาลเพิ่มขึ้นและคนให้เข้ากันจนกว่าจะหายเหม็น ทำอย่างนี้เรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่เกิดก๊าซให้เห็นบนผิวหน้าของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากหอยเชอรี่ดังกล่าว

5.4.3 กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เกิดจากกระบวนการหมักภายใต้สภาพมีอากาศ จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญที่ก่อให้เกิดการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนย่อยสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายสภาพเป็นแร่ธาตุเป็นกระบวนการที่ไม่เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการหมักภายใต้สภาพมีอากาศ คือ 14 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_3) น้ำ (H_2O) และความร้อน (กรมวิชาการเกษตร , 2549)

5.4.4 กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)

จุลินทรีย์จะย่อยสลายมูลสัตว์จนมีอณูเล็กลงและได้สารที่จุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทน นำไปสร้างก๊าซมีเทนในที่สุด โดยมีการแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

5.4.4.1 ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์

เป็นปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolytic stage) ที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน โดยกลุ่มของแบคทีเรีย ให้เป็นโมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ เช่น กลูโคส กรดอะมิโน กลีเซอรอล เป็นต้น ในขณะเดียวกันผลจากปฏิกิริยาย่อยสลายนี้จะเป็นก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอลล์ จากปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในบ่อหมักมีความเป็นกรดและแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพความเป็นกรดจะทำหน้าที่ต่อไป

5.4.4.2 ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenic stage)

การสร้างกรดอะซิติกจากกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก ในขณะเดียวกันผลจากปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

5.4.4.3 ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanogenic stage)

ปฏิกิริยาการสร้างก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียชนิดที่ผลิตก๊าซมีเทน ซึ่งมีอยู่หลายชนิด และเป็นแบคทีเรียที่ต้องอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ก๊าซมีเทนอาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอินทรีย์กับน้ำ และ CO_2 กับ H ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำ ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-80% CO_2 ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่น ๆ เช่น NH_3 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2O) เป็นต้น

5.4.5 ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ชนิด

5.4.5.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืชมีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้นสารที่สกัดได้จากเซลล์พืช ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ชนิดที่สองได้แก่น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เช่นเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้

5.4.5.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ เช่น น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักปลาเป็นการย่อยสลายเศษเหลือใช้จากปลา เช่น หัวปลา ก้างปลา หางปลา เลือด กระเพาะปลาโดยการใช้เอนไซม์ในกระบวนการหมักซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังผ่านกระบวนการหมักจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสารอินทรีย์อื่น (อานัฐ ตันโช, 2549: 109)

5.4.6 ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ

การผลิตน้ำหมักชีวภาพในปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่างๆ ทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชนตลอดประชาชนที่ให้ความสนใจในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมากทำให้มีวิธีและสูตรต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นจำนวนมาก การผลิตน้ำหมักชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดินโดยการใช้เชื้อ พด. 2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการหมักจะใช้อัตราส่วน เศษวัสดุ (พืช) ต่อกากน้ำตาล ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 4:1:1 และเศษวัสดุ (สัตว์) ต่อกากน้ำตาล ต่อน้ำ ในอัตราส่วน 3:1:1 ซึ่งในตารางที่

1 และตารางที่ 2 และมีการแนะนำการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่การเกษตร ในตารางที่ 3 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ตารางที่ 1 น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 7 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ผักหรือผลไม้	4
กากน้ำตาล	1
น้ำ	1
สารเร่ง พด. 2	1 ซอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

ตารางที่ 2 น้ำหมักชีวภาพจากปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 50 ลิตร (ใช้เวลาการหมัก 21 วัน)

ส่วนผสม	อัตราที่ใช้
ปลา	3
กากน้ำตาล	1
ผลไม้	1
น้ำ	1
สารเร่ง พด. 2	1 ซอง (25 กรัม)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

ตารางที่ 3 การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่การเกษตร

พื้นที่การเกษตร	อัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพ	วิธีการใช้
1. ข้าว		
1.1 แช่เมล็ดพันธุ์ข้าว	น้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร/เมล็ดข้าว 20 กิโลกรัม	แช่เมล็ดข้าว 12 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นพักไว้ 1วัน จึงลงปลูก
1.2 ช่วงเตรียมดิน	น้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 100 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินระหว่างเตรียมดินหรือก่อนไถกลบต่อซังข้าว
1.3 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 120มิลลิลิตร /ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดิน เมื่อข้าวอายุ 30 50 และ 60 วัน
2. พืชไร่		
2.1 ช่วงการเจริญเติบโต	น้ำหมักชีวภาพ 400 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 200ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน ก่อนออกดอกและช่วงติดผล
2.2 แช่ท่อนพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลัง	น้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร/น้ำ20 ลิตร	แช่ท่อนพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลังเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จึงลงปลูก
3. พืชผักและผลไม้	น้ำหมักชีวภาพ 50 มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 50 ลิตร	ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุกๆ 10 วัน
4. คอกเลี้ยงสัตว์	น้ำหมักชีวภาพ 25มิลลิลิตร/น้ำ 2.5 ลิตร/พื้นที่ 1ตารางเมตร	ฉีดพ่นหรือรดลงพื้นในคอกเลี้ยงสัตว์หรืออาบน้ำให้กับสัตว์เลี้ยง
5. การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช	น้ำหมักชีวภาพ 120มิลลิลิตร/ไร่/ครั้ง โดยเจือจางด้วยน้ำ 60ลิตร	ช่วยลดการแพร่ระบาดของเพลี้ยไฟ ผักเพลี้ยอ่อน โรครากและโคนเน่า โรคใบจุดและราสนิม

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

5.4.7 จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้วจะมีหลายกลุ่มและหลากหลายสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดเป็นจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่เป็นแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบ เป็นชนิดแกรมบวก ส่วนแบคทีเรียแกรมลบจะพบได้น้อยมาก แบคทีเรียแกรมบวกที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ในสกุล Bacillus เช่น *Bacillus* mycoides, B. *cereus* และ *B. cirulans* อีกกลุ่มหนึ่งที่พบคือแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ที่พบมากได้แก่ *Lactobacillus sp* ที่พบได้บ้างเล็กน้อย ได้แก่ *Pediococcus* sp, *Streptococus* sp. และ Leuconostoc sp. ซึ่งจะพบได้ในน้ำหมักทุกชนิดไม่ว่าจะทำการหมักจากเศษพืชสีเขียว ผักผลไม้ หรือน้ำหมักจากสัตว์ เช่น ปลา หอย และไข่ โดยจะลดปริมาณและความหลากหลายลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป รองลงมาที่พบได้คือ เชื้อรา โดยเชื้อราที่พบได้ส่วนใหญ่เป็นยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae, Candida zeylanoides, C. boidinii* และ *C. krusei* ซึ่งจะพบได้ในน้ำหมักที่ผลิตจากพืชสีเขียวและปลา และจะลดจำนวนลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก เช่นเดียวกับแบคทีเรีย ส่วนราเส้นใย มีปริมาณที่น้อยในน้ำหมักซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนในกระบวนการหมัก ถ้ากระบวนการหมักไม่เหลือพื้นที่อยู่ 1 ใน 3 ของภาชนะที่ใช้ในการหมักก็อาจจะพบได้น้อยหรืออาจจะไม่สามารถพบได้เลย ส่วนจุลินทรีย์อื่นๆ พบได้เป็นส่วนน้อย ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยทั่วไป ดังแสดงตามตารางที่ 4 (อานัฐ ตันโช, 2549: 164-165)

จากการรายงานของอาณัฐ ตันโช (2549: 167) ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวมมี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติก ยีสต์ ราเส้นใย ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม

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

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2549)

5.4.8 การพิจารณากิจกรรมทางกายภาพในระหว่างการหมัก

1. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากจำนวนฝ้าขาวหรือโคโลนีของจุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพในระหว่าง 1-3 วันแรกของการหมัก เนื่องจากมีการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตแล้วเพิ่มจำนวนเซลล์

2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพิจารณาจากฟองก๊าซที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของวัสดุและใต้ผิววัสดุที่ใช้ในกระบวนการหมักเนื่องจากกระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ ยีสต์ และจุลินทรีย์ชนิดที่ผลิตกรดอินทรีย์

3. การผลิตแอลกอฮอล์มีจำนวนมากขึ้น โดยพิจารณาจากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่ค่อนข้างฉุน ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยีสต์และจุลินทรีย์ชนิดที่สร้างกรดอินทรีย์พวกกรดแลคติก

4. ความใสของสารละลาย โดยจะมีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและจะค่อยเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดจากกระบวนการหมักโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ให้มีการเน่าเสีย (เรืองฤทธิ์ ริณพัฒน์, 2547: 102)

การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่หมักได้สมบูรณ์แล้ว

น้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักที่สมบูรณ์แล้ว มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้จะไม่มีกลิ่นเหม็น แต่จะมีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือซีอิ้ว และมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น และจะไม่มีกลิ่นหวานของน้ำตาล

2. น้ำหมักชีวภาพจะต้องไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากกระบวนการหมักได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว

3. น้ำหมักชีวภาพที่ได้จะมีค่า pH เป็นกรด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4 (อานัฐ ตันโช, 2549: 165)

5.4.9 คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

1. มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตตไคนิน และจิบเบอร์เรลลิน

2. อินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซีติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก

3. มีวิตามินบี

4. มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4

5. มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 20 เดซิซีเมนต่อเมตร

การใช้น้ำหมักอย่างมีประสิทธิภาพ

1. เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักมีระดับความเข้มข้นของสารละลายสูงมาก (ค่า EC เกิน 4 dS/m) และมีความเป็นกรดจัด มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.6-4.5 ก่อนที่จะมีการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้จะต้องมีการปรับสภาพค่า pH ให้มีค่าเป็นกลางก่อน โดยการเติม หิน ฟอสเฟต ปูน โคโลไมท์ ปูนขาว กระดูกป่น อย่างใดอย่างหนึ่งในอัตราส่วน 5-10 กิโลกรัม ต่อน้ำหมักชีวภาพ 100 ลิตร แล้วจึงผสมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 30-50 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

2. น้ำหมักชีวภาพจะเกิดประโยชน์ต่อพืชสูงสุดเมื่อได้ผ่านกระบวนการหมักจนมั่นใจว่าจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายอินทรีย์สารสมบูรณ์แล้ว

3. น้ำหมักชีวภาพแต่ละสูตรจะมีระดับฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ในกระบวนการหมัก จึงจำเป็นต้องคัดเลือกวัสดุที่ใช้ในกระบวนการหมักให้ตรงกับความต้องการของพืชที่ทำการปลูก (จำรัส กิจธำรุง, 2544:134)

4. การใช้น้ำหมักชีวภาพควรใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก โดยจะใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกคลุกเคล้าลงในดินขณะเตรียมดินปลูก และใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชในระหว่างที่พืชกำลังมีการเจริญเติบโตซึ่งน้ำหมักชีวภาพสามารถใช้ได้ทั้งกับพืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และไม้ผล

5. ความถี่ในการใช้น้ำหมักจะทำการให้ได้บ่อยแค่ไหนนั้นจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการของพืช โดยสังเกตได้จากใบพืชที่มีสีเขียวหรือสีเหลืองซีดเกินไป หากพืชได้รับธาตุอาหารมากหรือน้อยเกินไปจะอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารพอเหมาะจะแข็งแรงและต้านทานโรคและแมลงได้ (ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์, 2547:72)

5.4.10 ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

5.4.10.1 ด้านการเกษตร

- ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในดินและน้ำ
- ช่วยปรับสภาพของโครงสร้างของดินให้ร่วงซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
- ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช
- ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ ด้านทานโรค
- ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
- ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

5.4.10.2 ด้านปศุสัตว์

- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นในฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ภายใน 24 ชั่วโมง
- ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ ภายใน 1-2 สัปดาห์
- ช่วยป้องกันโรคหิวาและโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ
- ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน โดยไม่ให้เข้าดักแด้
- ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค

5.4.10.3 ด้านการประมง

- ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
- ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
- ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆ ในปลา กบ จระเข้
- ช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมักได้

5.4.10.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

- ช่วยบำบัดน้ำเสียจากเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรมชุมชน
- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
- ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตร
- กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง
- ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นขึ้น และมีสภาพดีขึ้น

ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจในการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆมาทำการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดนั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 5, 6 และ 7 (ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์, 2537: 93)

จากการรายงานของปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ (2537: 93) ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ (ปุ๋ยปลาหมักสูตร วท.) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ (ปุ๋ยปลาหมักสูตร วท.)

ชนิด	ธาตุอาหารพืชเปอร์เซ็นต์ (ppm)							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
น้ำสกัดชีวภาพ	0.25	0.05	1.4	0.01	0.3	50	15	8
ปุ๋ยปลา วท.	5.7	0.4	2.4	0.48	0.08	1500	1500	10000
ปุ๋ยปลาเชิงการค้า	5.8	0.4	7.3	0.5	0.08	200	100	100
อีเอ็ม	0.03	0.10	0.04	0.01	0.01	50	10	5
ปุ๋ยปลาหมักชีวภาพ	0.58	0.10	0.55	0.01	0.03	65	11	7.2
ปุ๋ยหมักจากหอยเชอรี่	0.97	0.62	0.72	1.08	0.12	150	200	100

จากการรายงานของปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ (2537 : 93) ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักน้ำ อัตราส่วนอินทรีย์สาร : กากน้ำตาล คือ 3 : 1 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักน้ำ อัตราส่วนอินทรีย์สาร : กากน้ำตาล คือ3:1

ชนิดของปุ๋ยหมักน้ำ	เปอร์เซ็นของธาตุอาหารพืช					
	pH	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ปลาหมัก	3.2-3.9	0.4-1.10	0.0-3.94	0.90-0.86	0.014-0.51	-
หอยเชอรี่	4.5-6.3	0.6-1.58	0.0-0.06	0.16-4.90	0.08-0.15	0.27
เศษพืชผัก	3.8-3.9	0.27-0.40	0.14-0.15	0.35-1.44	0.41-0.43	0.15
เศษผักผลไม้	3.4-3.8	0.20-0.33	0.6-0.88	0.6-0.88	0.19-0.67	0.11

จากรายงานของอาณัฐ ตันโซ (2549 : 157) คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่าง ๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ

คุณสมบัติ	พืช	สมุนไพร	ปลา	หอย	ผสม
ความเป็นกรด-ด่าง	3.3-5.1	3.5-8.8	3.6-6.2	3.4-8.4	3.7-9.0
การนำไฟฟ้า (ds/m)	0.12-8.45	0.17-9.85	3.1-33.8	0.24-10.92	0.63-12.52
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.14-18.88	0.04-21.49	3.2-19.4	0.12-20.59	1.02-14.25
กรดฮิวมิก (%)	0.03-0.98	0.03-0.50	0.01-0.35	0.004-0.42	0.03-0.18
	(พบ 46%)	(พบ 23%)	(พบ 39%)	(พบ 32%)	(พบ 55%)

แต่ทั้งนี้ในการนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆไปใช้ในการผลิตพืชนั้นทางคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในพระบรมราชูปถัมภ์ได้ให้แนวทางไว้ว่า เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ย เพราะในน้ำหมักชีวภาพนั้นเมื่อมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยโดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยมาก กล่าวคือ มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ) เพียงร้อยละ 0.01-3.5 โดยน้ำหนัก ต่อหนึ่งธาตุและในการนำไปใช้ประโยชน์จะใช้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมากๆโดยการผสมกับน้ำจนมีความเจือจาง อย่างมาก ดังนั้น เพื่อการใช้ประโยชน์น้ำหมักชีวภาพให้เกิดประโยชน์ต่อพืช จึงควรมีการใช้หลายรูปแบบผสมผสานกัน เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยเคมีประกอบกันให้เหมาะกับดินแต่ละแห่งและแต่ละสภาพการเพาะปลูก แต่ละชนิดของพืชที่ปลูก และยังปัญหาทางด้านเศรษฐกิจสังคมการเกษตร นอกจากนี้ยังได้แนะนำให้มีการปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ที่จะทำการเพาะปลูกก่อนการใช้น้ำหมักชีวภาพหรืออาจใช้น้ำหมักชีวภาพนี้เป็นปัจจัยหนึ่งในการผลิตร่วมกับปัจจัยอื่นๆได้ เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก การปรับปรุงพันธุ์พืช ตลอดจนใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นน้ำหมักที่ผลิตจากพืชและสมุนไพรชนิดต่างๆมาผสมผสานกันในการทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรธรรมชาติ (อาณัฐ ตันโซ, 2549 : 155)

นอกจากนี้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากสารอินทรีย์เหล่านี้ คือควรมีความระมัดระวังในการเลือกสารอินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในการหมักหากมีการนำเอาวัสดุที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรคมาทำน้ำหมักชีวภาพอาจจะเป็นการแพร่เชื้อโรคพืชได้

5.4.11 หัวเชื้อจุลินทรีย์

สารเร่ง พด. 2 ผลิต โดยกรมพัฒนาที่ดิน เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียก หรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยทำการหมักในสภาพที่ที่ไร้ออกซิเจน ทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินสามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้จากดินบริเวณรากหญ้าแฝก และตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำแบบธรรมชาติของเกษตรกรประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธ์ ดังนี้

1. ยีสต์ผลิตแอลกอฮอร์ กรดอินทรีย์ และวิตามินบี
2. แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก
3. แบคที่เรียย่อยสลายโปรตีน

5.4.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิญญา แสงสุวรรณ (2546: บทคัดย่อ)ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากขยะอินทรีย์โดยการใช้ผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาว ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของการเติมอากาศ การเติมเชื้อแบคทีเรีย และการเติมถั่วเหลืองหรือปลาป่นเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของพีเอช การย่อยสลายของเศษผัก และความเข้มข้นของธาตุอาหารย่อยสลายของเศษผัก และความเข้มข้นของธาตุอาหารและในภาคสนาม เพื่อศึกษาของน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน โดยแบ่งออกเป็น2การทดลอง การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ Complestely Randomized Design (CRD) มี 5 วิธี ทำการทดลอง 4 ซ้ำ การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบ 2x4 Factorial Experiment in Completely Randomized Desing โดยมี2ปัจจัยคือปัจจัยที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น ปัจจัยที่ 2 อัตราการเจือจางของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ ผลการทดลองพบว่าการหมักแบบเติมอากาศทำให้เศษผักมีการย่อยสลาย ร้อยละ 88.04 ของน้ำหมักแห้งซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบไม่เติมอากาศที่มีการย่อยสลายร้อยละ 53.34 ของน้ำหมักแห้ง การหมักแบบเติมเชื้อแบคทีเรียเศษผักเกิดการย่อยสลายร้อยละ 40.34 ซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบไม่ใส่เชื้อแบคทีเรีย ที่เศษผักมีการย่อยสลาย ร้อยละ 36.39 และการเติมปลาป่นในปริมาณ 16.40 กรัม ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษผักสูงสุดร้อยละ 87.93 ส่วนการศึกษาในเรือนทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยน้ำหมักอัตราเจือจาง 1:500 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยรองพื้น สูตร 15-15-15 และยูเรีย (46-0-0) ทำให้ผักบุ้งมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุด

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล และคณะ (2547: 481-488) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำหมักชีวภาพและองค์ประกอบ โดยทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และชีวเคมีในน้ำหมักชีวภาพโดยใช้เศษวัสดุ 3 ชนิด คือ หัวปลานิล พุง และเกล็ดปลานิล และเศษผักหลายชนิด เปรียบเทียบการหมักด้วยการเติมหัวเชื้อสับประรด และหัวเชื้อจากแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* และ *L. caseii* ในปริมาณที่เท่าๆกัน พบว่าองค์ประกอบต่างๆ ระหว่างการหมักที่ระยะเวลา 30 45 60 และ90

วัน มีความแปรปรวน คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีของน้ำหมักส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ มีค่า pH และค่า EC ที่สูงขึ้น คุณสมบัติทางเคมีนั้นพบว่า ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) และธาตุอาหารรองของพืช (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ Cu) มีน้อยมากองค์ประกอบของการทดลององค์ประกอบทางชีวเคมี เช่น มีน้ำตาลหลายชนิดปริมาณลดลงถึงระดับคงที่ ซึ่งน่าจะเป็นดัชนีชี้บอกจุดสิ้นสุดของกระบวนการหมัก และคล้ายฮอร์โมน GA_3 เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น

สุรชัย พัฒนาพิบูล และคณะ (2547: 107-116) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักอินทรีย์พืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ ในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน พบว่า ผลการทดลองแต่ละชนิดตอบสนองต่อการใช้น้ำหมักอินทรีย์ในทำนองเดียวกันโดยพบว่า การใช้น้ำหมักอินทรีย์พืชเพียงอย่างเดียวทั้งในอัตราที่เจือจาง 1:1000 และ 1:500 จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและดูดกินอาหารน้อยมากและไม่แตกต่างกันและน้อยกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามหากใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำหมักอินทรีย์กลับทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และดูดกลืนอาหารเพิ่มขึ้นดีกว่าการใช้สารลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและยังพบว่าอัตราเจือจางน้ำหมักอินทรีย์ 1:1000 ทำให้พืชเจริญเติบโตดีกว่าอัตราเจือจาง 1:500

อนุวัฒน์ ยินดีสุข และบวร ไชยยา (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ในทางเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพด ชานอ้อย กระดูกหัวหมู และต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุ เท่ากับ 5 ลิตร: 5 ลิตร: 50 ลิตร: 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ3เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาธาตุสารอาหารหลัก ผลการทดลอง พบว่าน้ำหมักจากหัวมันเทศให้ปริมาณไนโตรเจนสูง ร้อยละ1.31น้ำหมักจากกระดูกหมู ให้ปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด ร้อยละ 0.06 และน้ำหมักจากมันเทศให้ปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.70

สมเกียรติ สุวรรณคีรี (2547: 105) เมื่อทำการหมักเศษผักหรือเศษวัสดุพืชไปได้ประมาณ 2-3 วัน จุลินทรีย์จะเริ่มทำงานแล้วทำการย่อยสลายเศษวัสดุพืชเหล่านั้น ภายในภาชนะถัง

หมักผิวด้านบนของเศษวัสดุพืชจะเริ่มมีเส้นใยของเชื้อจุลินทรีย์สีขาวเกิดขึ้นมากมายและมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยว ในขณะที่การย่อยสลายของวัสดุพืชหรือเศษพืชผักเกิดขึ้น จะมีสารละลายออกมาจากเศษพืชผัก ซึ่งเป็นสีน้ำตาลคล้ำ (ลักษณะของสีของปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพขึ้นกับเศษพืชผักและน้ำตาลที่นำมาหมัก เช่น มะเขือเทศ ผักกาด หรือกะหล่ำ น้ำตาลทรายแดง น้ำอ้อยป่น หรือกากน้ำตาล) กลุ่มเส้นใยของเชื้อจุลินทรีย์จะหายไปเมื่อทำการหมักได้ประมาณ 7-10 วัน การย่อยสลายของเศษพืชยังคงดำเนินต่อไปอีกประมาณ 14-25 วัน (จำนวนวันขึ้นอยู่กับชนิดของเศษวัสดุเหลือใช้หรือเศษพืชผัก) เศษวัสดุหรือเศษพืชผักจะย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพก็สามารถนำไปใช้ได้ ก่อนนำไปใช้ต้องให้ปริมาณน้ำตาลหรือกากน้ำตาลไม่ตกค้างในปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพเพราะน้ำตาลหรือกากน้ำตาลเป็นตัวการทำให้ก่อโรคในพืช เช่น ราดำ ปริมาณปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการหมักจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืชผัก ผลไม้ที่ใช้หมัก ซึ่งจะมีน้ำอยู่ประมาณ 95-98 เปอร์เซ็นต์ สีของปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และน้ำตาลที่ใช้หมัก ถ้าเป็นน้ำตาลฟอกขาวก็จะเป็นสีอ่อน ถ้าเป็นกากน้ำตาลปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตได้จะเป็นสีน้ำตาลแก่ จากนั้นนำมากรองแล้วบรรจุลงในภาชนะถังแกลลอนหรือขวดพลาสติกเพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพที่หมักสมบูรณ์แล้วจะมีกลิ่นหอมออกเปรี้ยว ๆ และมีกลิ่นแอลกอฮอล์บ้าง ถ้าชิมดูจะมีรสเปรี้ยว

5.5 ตัวแปร

5.5.1 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: พืชและสัตว์

ตัวแปรตาม : ปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ในน้ำหมัก

ตัวแปรควบคุม : อัตราส่วนของพืชและสัตว์ ระยะเวลาในการหมัก

5.5.2 นิยามศัพท์เฉพาะ

น้ำหมักชีวภาพ คือ การนำเอาพืช ผัก ผลไม้ สัตว์ชนิดต่างๆ มาหมักทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เป็นจำนวนมากไปช่วยย่อยสลายสารต่างๆ ที่ถูกปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโนและยังช่วยเร่งปฏิกิริยาให้สมบูรณ์เร็วขึ้น

ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

ผักกาดขาว คือ พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี เช่น ผักกาดขาวใหญ่ ผักกาดขาวธรรมดา

พืช คือ เศษที่เหลือจากการใช้งาน เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี กวางตุ้ง

สัตว์ คือ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู

สารเร่ง พด.2 คือ จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียก หรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยทำการหมักในสภาพที่ไร้ออกซิเจน ทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กากน้ำตาล คือ ของเหลวที่มีลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยจากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย แยกผลึกน้ำตาลทรายด้วยหม้อปั่น (centrifuge) ผลพลอยได้ที่สำคัญจาก การผลิตน้ำตาลทรายด้วยวิธีนี้ได้แก่ กากน้ำตาล ขี้ตะกอน (filter cake) และกากอ้อย (bagasses)

5.6 สมมติฐาน

1. อัตราส่วนของพืชและสัตว์และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักต่างกันมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักแตกต่างกัน

2. อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตผักกาดขาวต่างกัน

5.7 ขอบเขตการศึกษา

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำหมักชีวภาพจากพืชละสัตว์

พืช ได้แก่ เศษที่เหลือจากการใช้งาน เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง

สัตว์ ได้แก่ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู

2. **พืชที่ใช้ในการทดลอง คือ** ผักกาดขาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 45 วันโดยทำการปลูกในถุงพลาสติกขนาด 5 × 9 นิ้ว

3. ดินที่ใช้ในการปลูกผักกาดขาวเป็นดินร่วนและดินผสมสำเร็จรูปโดยมีอัตราส่วน 3:1

4. ศึกษาผลการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

4.1 วัดน้ำหนักของผักกาดขาว

4.2 วัดความกว้างของผักกาดขาว

4.3 วัดความสูงของผักกาดขาว

5. การวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนและระยะเวลาในการหมักน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักสูงที่สุด โดยอัตราส่วนของพืช สัตว์ และน้ำ มี 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 2: 1: 2

สูตรที่ 2 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 2: 2

สูตรที่ 3 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 1: 2

โดยทั้ง 3 สูตรใส่กากน้ำตาลและสารเร่ง พด.2 เท่ากัน นำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปหาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ที่เวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน นำผลการทดลองที่ได้ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

5.2 ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

5.8 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวโดยการศึกษาขั้นตอนในการเลือกใช้น้ำหมักชีวภาพจากเศษพืช เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และจากสัตว์ เช่น พุ่งปลา หัวปลา และไส้ปลาทู เป็นต้น โดยจะศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.8.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

5.8.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ภาชนะพลาสติกมีฝาปิดขนาดความจุ 20 ลิตร จำนวน 3 ใบ

2. ถุงพลาสติกสำหรับปลูกผักกาดขาว ขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุง

3. สารเร่ง พด.2 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดินมีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

4. พืชและสัตว์

5. กากน้ำตาล

6. ผักกาดขาว

7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

8. ตะแกรง

9. กระบอกตวงสารละลาย

10. อุปกรณ์สำหรับรดน้ำ

11. ตู้อบ (Hot Air Oven)

12. บีกเกอร์ (Beaker)

13. บิวเรต (Burette)

14. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmayer Flas)

15. กระดาษกรอง Filer paper (Whatman No.5)

16. กรวยกรอง (Funnel)

17. กระบอกตวง (Graduated cylinder)

18. แท่งคน (Grass rod)

19. หลอด Kjeldahl

20. หลอดทดลอง (Test tube)

21. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)

22. เครื่องกลั่น Micro Kjeldahl

23. เครื่องย่อย Micro Kjeldahl

24. เครื่อง Spectrophotometer

25. โถดูดความชื้น (Desiccators)

5.8.1.2 สารเคมี

1. Ammonium molybdate: $((NH_4)_6MO_7O_{24}\text{-}4H_2O)$

2. Ammonium vanadate $(NH_4\ VO_3)$

3. Boric asit: H_3BO_3

4. Ethanol: C_2H_5OH

5. Hydrochloric asit: HCI

6. Methyl red indicator: $C_{16}H_{18}N_3CIS.2H_2O$

7. Potassium dihydrogen phosphate: KH_2PO_4

8. Sodium hydroxide: NaOH

9. Sulfutic acid: H_2SO_4

10. สารเร่ง พด.-2

11. ปุ๋ยยูเรีย

5.8.2 วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเตรียมน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ โดยมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 2: 1: 2

สูตรที่ 2 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 2: 2

สูตรที่ 3 พืช: สัตว์: น้ำ เท่ากับ 1: 1: 2

โดยทั้ง 3 สูตรใส่กากน้ำตาล และสารเร่ง พด.2 เท่ากัน หลังจากนั้นนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปหาปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K ที่เวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ซึ่งขั้นตอนการเตรียมน้ำหมักชีวภาพแต่ละสูตรมีดังนี้

1. เก็บรวบรวมวัตถุดิบจากพืช ได้แก่ เปลือกสับปะรด เปลือกแตงโม ผักกะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และสัตว์ ได้แก่ หัวปลา พุงปลา และไส้ปลาทู โดยนำวัตถุดิบดังกล่าวมาสับให้ได้ขนาดเล็ก แล้วนำมาใส่ถุงตาข่ายตามอัตราส่วนในแต่ละสูตร

2. นำกากน้ำตาล สารเร่ง พด.2 และน้ำ ผสมทุกส่วนให้เข้ากันในถังพลาสติก แล้วนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาใส่ลงในถัง ปิดฝาแล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่มที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 สูตร หลังจากนั้นน้ำหมักชีวภาพที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วันไปทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

2.1 วัดอุณหภูมิ โดยใช้เครื่อง Thermometer

2.2 วัดความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH Meter

2.3 วัดการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้เครื่อง Electrical conductivity meter

2.4 วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Micro kjeldahl method ใช้เครื่อง Modification of the kjeldahl method

2.5 วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Bray No. II ใช้เครื่อง Visible Spectrophotometer

2.6 วิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียม โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer นำผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ไปศึกษาต่อไปในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว

ทำการปลูกผักกาดขาวในถุงพลาสติกขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุงๆ ละ 1 ต้น ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)โดยมี 5 ชุดทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ ดังนี้

1. ชุดการทดลองที่ 1 รดน้ำธรรมดา
2. ชุดการทดลองที่ 2 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 1 (2: 1: 2)
3. ชุดการทดลองที่ 3 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 2 (1: 2: 2)
4. ชุดการทดลองที่ 4 รดด้วยน้ำหมักสูตรที่ 3 (1: 1: 2)
5. ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมี (15:15:15)

การเพาะกล้าและเตรียมดินปลูกผักกาดขาว

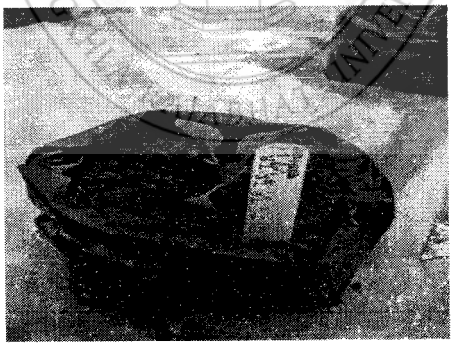
1. เพาะกล้าในถาดหลุม ๆ ละ 2 เมล็ด เป็นเวลา 14 วัน

ภาพที่ 1 กล้าผักกาดอายุ 14 วัน

2. นำดินผสมใส่ถุงพลาสติก ขนาด 5 × 9 นิ้ว จำนวน 50 ถุง ๆ ละ 2 กิโลกรัม

ภาพที่ 2 การเตรียมดินสำหรับปลูก

3. คัดเลือกต้นกล้าผักกาดขาวที่สมบูรณ์ แข็งแรง ลงปลูกในถุง ๆ ละ 1 ต้น รดน้ำทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง รอให้ต้นกล้าที่ย้ายปลูกแข็งแรง (7 วัน) จึงรดด้วยน้ำหมักชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำ อัตราส่วน 1: 500 สัปดาห์ละ 2 ครั้ง



ภาพที่ 3 นำกล้าผักกาดลงปลูกในถุง

การเก็บข้อมูล

หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ นับตั้งแต่ย้ายปลูกลงถุงพลาสติก ทำการเก็บข้อมูลดังนี้

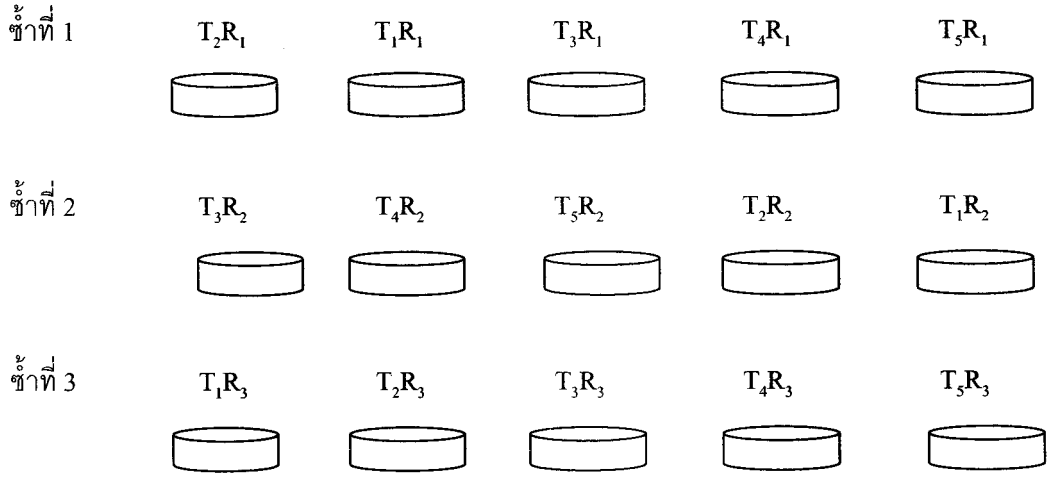
1. บันทึกจำนวนต้นที่ปกติของจำนวนผักกาดขาวทั้งหมด
2. บันทึกจำนวนต้นที่ตายของจำนวนผักกาดขาวทั้งหมด
3. บันทึกน้ำหนัก ความกว้าง และความสูงของแต่ละต้น

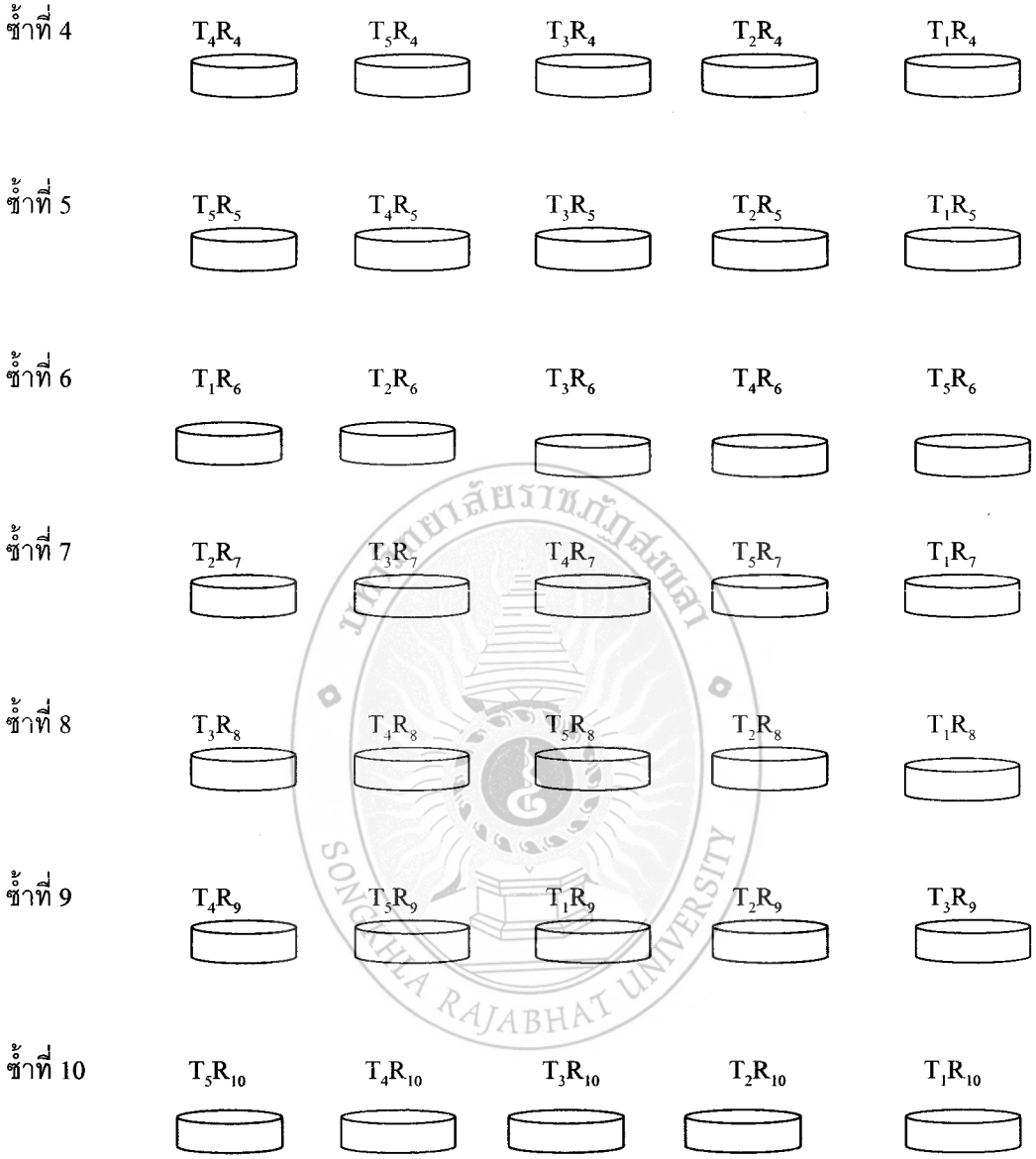
การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างการทดลองแบบต่าง ๆ

แผนผังการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยมี 5 ชุดทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ





R = ซ้ำ (R_1-R_{10})

T1 = รดน้ำธรรมดา

T2 = สูตรที่ 1 (2: 1: 2)

T3 = สูตรที่ 2 (1: 2: 2)

T4 = สูตรที่ 3 (1: 1: 2)

T5 = ปุ๋ยเคมี 15:15:15

5.9 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชและสัตว์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ได้เริ่มต้นทำการศึกษามาตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554 จนถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554 ดังแสดงในตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1. แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานตลอดโครงการ

รายละเอียด	ระยะเวลาการดำเนินการ (เดือน)											
	พ.ศ. 2554-2555											
	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	
1.ศึกษาเอกสารและรวบรวมข้อมูล	◄	———	———	———	———							
2.เขียนเค้าโครงวิจัย		◄	———	———	———							
3.ดำเนินการวิจัย			◄	———	———	———	———	———	———			
4.สรุปและอภิปรายผลการวิจัย					◄	———	———	———	———			
5.จัดทำรายงาน									◄	———	———	——— ►

ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2555

5.10 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5.12 งบประมาณในการวิจัย

ค่าใช้สอย	
ค่ายานพาหนะในการออกเก็บตัวอย่าง	1,000 บาท
ค่าวัสดุ	
ค่าสารเคมี	6,500 บาท
ค่าอุปกรณ์ทำน้ำหมักชีวภาพ	590 บาท
ค่าถ่ายเอกสาร	500 บาท
ค่าพริ้นงาน	250 บาท
ค่าจัดทำรูปเล่ม	1,250 บาท
รวม	10,590 บาท

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY