หอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ฝ 79767

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ที่มีผลต่อการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

Testing the Effectiveness of Bioextract with Pellet Organic Fertilizer on Hydroponics Plant System

ศราวุธ ภูมิเขตร์
สุวัฒน์ ยอดวงกอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หอสมุดสถาบันราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ.....
วันลงทะเบียน..... 3 ก.ค. 2550
เลขทะเบียน..... ท. 170300
เลขเรียกหนังสือ 631.447 ศ172ก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ. 2550

2550
ปุ๋ยชีวภาพ - วิจัย

คณะกรรมการสอบได้พิจารณารายงานโครงการวิจัยฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ บุตรศาสตร์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิตยา แซ่ซิ้ม)

.....กรรมการ
(อาจารย์มนชวัน วังกุลางกูร)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุมัติให้รายงานโครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

.....
(รองศาสตราจารย์นิตยา แซ่ซิ้ม)
หัวหน้าโปรแกรมวิชาเคมี

.....
(อาจารย์สมาน ศรีสะอาด)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันที่.....พฤศจิกายน พ.ศ.2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ บุตรศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย และคณาจารย์โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำแนะและแนวคิดต่างๆ จนการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และเครื่องมือต่างๆทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่เมตตาให้ความอุปการะกำลังทรัพย์สนับสนุนการศึกษาและให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่าและเกียรติใดๆอันพึงมีในโครงการวิจัยนี้ คณะวิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่คุณบิดา มารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศราวุธ ภูมิเขตร์

สุวัฒน์ ยอดวงกอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ที่มีผลต่อการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

ชื่อผู้วิจัย นายศราวุธ ภูมิเขตร์
นายสุวัฒน์ ยอดวงกอง

โปรแกรม / คณะ วิชาเคมี / วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ได้รับทุน 2550

ปีที่แล้วเสร็จ 2549

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า, ผักกวางตุ้ง และผักบุ้ง ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้น้ำยา 7 สูตร ดังนี้ สูตร 1 น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์, สูตร 2 น้ำหมักชีวภาพจากพืช, สูตร 3 น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 4 น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 5 น้ำหมักชีวภาพจากพืชผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 6 น้ำยาปุ๋ยเคมี และสูตร 7 น้ำฝน พบว่า การเจริญเติบโตของผัก 3 ชนิดในน้ำยาสูตรต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ความสูงและขนาดลำต้นของผักที่ปลูกในน้ำยาสูตร 6 มีค่ามากกว่าน้ำยาสูตร 1, 4, 2, 5, 3 และ 7 ตามลำดับ ในขณะที่ความยาวของรากผักในน้ำยาสูตรต่างๆเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ 6, 7, 2, 1, 5, 4 และ 3 ตามลำดับ

นอกจากนี้พบว่า ในน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์มีปริมาณแร่ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.56, 0.93 และ 1.88 % ในขณะที่น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชมีค่าเท่ากับ 0.82, 0.67 และ 0.21 % ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : Testing the Effectiveness of Bioextract with Pellet Organic Fertilizer on Hydroponics Plant System

Researcher : Mr.Sarawut Phumikhet

Mr.Suwut Yodwongkong

Faculty : Chemistry / Science and Technology

Academic Year : 2007

Academic Year : 2006

Abstract

This research aims to study the effectiveness of bioextracts and pellet organic fertilizer on growth of kale, pakchoi and water spinach in hydroponic system. Seven formulae; 1) animal's bioextract; 2) plant's bioextract; 3) pellet organic fertilizer; 4) mixture of animal's bioextract with pellet organic fertilizer; 5) mixture of plant's bioextract with pellet organic fertilizer; 6) chemical fertilizer; and 7) water. The results showed statistically significant difference in the growth of vegetables at the .05 level. The sixth formula showed significant difference of size of height and stem higher than those other formulae (1, 4, 2, 5, 3 and 7), respectively. In addition, the root lengths in various formular were 6, 7, 2, 1, 5, 4 and 3, respectively.

The quantities of nitrogen, phosphorus and potassium in animal's bioextract were 1.56, 0.93 and 1.88 %, while the plant's bioextract were 0.82, 0.67 and 0.21 %, respectively.

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5. ขอบเขตของการวิจัย	2
1.6. ระยะเวลาดำเนินงาน	2
1.7 สถานที่ทำการทดลอง	2
บทที่ 2 เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ปุ๋ยน้ำหมัก	3
2.2 ประเภทปุ๋ยน้ำหมัก	3
2.3 ลักษณะการหมัก	4
2.4 กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในการทำน้ำปุ๋ยน้ำหมัก	5
2.5 ขั้นตอนและวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ	6
2.6 ส่วนประกอบปุ๋ยน้ำหมัก	7
2.7 การนำน้ำหมักไปใช้	7
2.8 ประโยชน์ของปุ๋ยน้ำหมัก	8
2.9 ข้อแนะนำเกี่ยวกับน้ำหมักชีวภาพ	8

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.10 การปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์	9
2.11 ขั้นตอนการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์	9
2.12 ตัวอย่างของพืชที่สามารถปลูกได้โดยระบบไฮโดรโปนิกส์	11
2.13 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับ การปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์	12
2.14 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์	13
2.15 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	14
2.16 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์	16
2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	19
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	19
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	20
3.3 การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ	21
3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ที่มีผลต่อการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์	22
3.5 การเตรียมสารละลาย	23
3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl	25
3.7 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีแอสคอร์บิค	26
3.8 การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมโดยวิธี AAS – flame	27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	28
4.1 ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีเจลดาห์ล	28
4.2 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด	29
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้ UV-Visible Spectrophotometer	30
4.4 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส	32

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมโดยใช้ AAS-flame	33
4.6 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม	35
4.7 ผลการเจริญเติบโตของผักที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์	36
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	41
สรุปผลการทดลอง	41
ข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก วิธีการคำนวณ	46
ภาคผนวก ข สถิติที่เกี่ยวข้อง	58
ภาคผนวก ค รูปประกอบการวิจัย	60
ประวัติผู้วิจัย	65

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างของพืชที่สามารถปลูกโดยระบบไฮโดรโปนิกส์..... 11
3.1 วัตถุดิบในการเตรียมน้ำหมัก..... 21
3.2 การให้สารอาหารแก่ผัก..... 23
4.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน.. 28
4.2 ร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด..... 29
4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน..... 31
4.4 ร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส..... 32
4.5 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน..... 34
4.6 ร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม..... 35
4.7 ความสูงเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 36
4.8 ขนาดลำต้นเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 38
4.9 ความยาวรากเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกันเมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 39

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ..... 5
2.2 การเพาะต้นกล้าในระบบไฮโดรโปนิกส์..... 9
2.3 การย้ายต้นกล้าปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์..... 10
2.4 ผักหลังการลงปลูก 7วัน..... 10
2.5 ผักหลังการลงปลูก 24 วัน..... 11
2.6 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินกับการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์..... 12
3.1 แผนผังการปลูกพืช..... 22
4.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในน้ำหมักจากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน. 29
4.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 0.50-2.50 ppm..... 30
4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน..... 31
4.4 กราฟมาตรฐานโพแทสเซียมความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ppm ที่ความยาวคลื่น 766.5 nm..... 33
4.5 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน..... 34
4.6 ความสูงเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 36
4.7 ขนาดลำต้นเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 38
4.8 ความยาวรากเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน..... 39
ก-1 ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน..... 47
ก-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส..... 51
ก-3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากพืช..... 54
ก-4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักจากสัตว์..... 54
ค-1 ขั้นตอนการทำน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์และพืช..... 61
ค-2 ขั้นตอนการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์..... 62
ค-3 การเจริญเติบโตของผักคะน้า, กวางตุ้ง และผักบุ้งในสัปดาห์ที่ 5 จากสูตรอาหารต่างๆ.... 63

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเกษตรยุคใหม่ได้หันมานิยมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งเป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นในประเทศพัฒนาซึ่งมีปัญหาพื้นที่ทำการเกษตรลดลง เนื่องจากการเจริญเติบโตของชุมชน หรือพื้นที่ที่มีอยู่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีที่ไม่ใช้ดินเป็นวัสดุปลูก แต่พืชจะเจริญเติบโตโดยได้รับธาตุอาหารจากสารละลายธาตุอาหาร การปลูกพืชโดยวิธีนี้จึงสามารถทำได้ในทุกพื้นที่แม้จะไม่มีที่ดินสำหรับปลูกพืชหรือพื้นที่ดินที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ปลูกพืชได้ ซึ่งปัจจุบันไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้แพร่หลายในประเทศต่างๆ เช่น ไต้หวัน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อิสราเอล และประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป สำหรับประเทศไทยมีความเข้าใจกันโดยทั่วไปว่าการปลูกพืชด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูงและมีวิธีการยุ่งยากซับซ้อนต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ประกอบกับปัญหาขาดแคลนพื้นที่ทำการเกษตรยังไม่รุนแรงนัก ยังมีพื้นที่ทำเกษตรกรรมมากมาย สามารถปลูกพืชด้วยวิธีปกติได้เพียงพอกับความต้องการ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการอื่นมาทดแทน อย่างไรก็ดีในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา ได้มีการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์เป็นการค้าเพื่อผลิตพืชผักที่มีคุณภาพในปริมาณที่แน่นอน สนองความต้องการของตลาดพืชผักปลอดภัยจากสารพิษ โดยมีการปลูกพืชทดแทนพืชนำเข้าและปลูกเพื่อการส่งออก จึงทำให้ได้มีการหันมาสนใจในเรื่องการปลูกโดยไม่ใช้ดินนี้เป็นอย่างมาก โดยต่อได้มีการคิดค้นดัดแปลงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการปลูกพืชไร้ดิน เพื่อที่จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต มาทำเป็นแปลงปลูก และใช้ระบบน้ำวนไหลผ่านรากพืช โดยใส่ธาตุอาหารที่พืชต้องการลงในถังน้ำ ซึ่งทำให้ลดต้นทุนการปลูกพืชไร้ดินลงได้มาก และที่สำคัญคือไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืชทำให้ผลผลิตที่ได้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

(http://www.doae.go.th/library/html/detail/hydroponic/hydro_2.htm)

พืชจะเจริญเติบโตได้ต้องได้รับธาตุอาหารที่เรียกว่าปุ๋ย ปุ๋ยก็มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่นปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอนินทรีย์ และปุ๋ยชนิดอื่นๆ โดยพืชจะได้ปุ๋ยเมื่อพืชมีคายน้ำจึงจะทำให้สามารถดูดกินธาตุอาหารจากปุ๋ยไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ซึ่งปุ๋ยที่นำมาใช้กับการปลูกแบบไม่ใช้ดินนี้ส่วนมากจะเป็นธาตุอาหารที่อยู่ในรูปสารละลายซึ่งเรียกว่า "น้ำยาปุ๋ยเคมี" ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งมีราคาสูงพอควร ดังนั้นจึงได้มีการคิดประยุกต์สูตรอาหารพืชขึ้น โดยการนำเอาน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดซึ่งมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ในการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แทนการใช้น้ำยาปุ๋ยเคมี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพ

2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่างชนิดกันร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1) สารอาหารที่ได้จากการน้ำหมักสัตว์จะมีปริมาณสารอาหารที่พืชต้องการมากกว่าน้ำหมักพืช

2) พืชที่ได้รับสารอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ได้รับสารอาหารจากน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพียงอย่างเดียว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพในแต่ละสูตรที่ทำขึ้น

2) สามารถบอกถึงประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่มีผลต่อการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ได้

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1) น้ำหมักชีวภาพ 2 สูตร

น้ำหมักจากสัตว์		น้ำหมักจากพืช	
1. หัวเชื้อ	50 มิลลิลิตร	1. หัวเชื้อ	50 มิลลิลิตร
2. หอยเชอรี่	2 กิโลกรัม	2. กล้วยสุก	2 กิโลกรัม
3. ไส้ปลานิลของปลา CP	2 กิโลกรัม	3. ขนุนสุก	2 กิโลกรัม
4. ปูนา	2 กิโลกรัม	4. มะละกอสุก	2 กิโลกรัม
5. กากน้ำตาล	2 กิโลกรัม	5. กากน้ำตาล	2 กิโลกรัม

2) พืชที่ใช้ปลูกโดยระบบไฮโดรโปนิกส์ คือ ผักคะน้า, ผักกวางตุ้ง และผักบุ้ง

3) วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในน้ำหมักที่หมักไว้ 30 วัน

4) ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ตราดอกเตอร์

5) น้ำยาปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยของศูนย์เกษตรกรรมบางไทร

1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 10 เดือน (กุมภาพันธ์ 2549 - พฤศจิกายน 2549)

1.7 สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

โรงเรียนนาข่าวิทยาคม ตำบลนาข่า อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน เกษตรกรมีความสนใจการเกษตรแบบธรรมชาติและหรือเกษตรยั่งยืนกันมากขึ้น จึงใช้สิ่งต่างๆในธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัว มาทดลองและประยุกต์ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น การเกษตรแบบธรรมชาติโดยใช้เทคนิคทางด้านจุลินทรีย์ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือในธรรมชาตินี้ เป็นภูมิปัญญาที่ได้พัฒนาในหลายประเทศ เช่น เกาหลี ไทย เป็นต้น จนได้ปุ๋ยน้ำหมักหรือน้ำหมักชีวภาพไว้ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง (http://www.kasetcity.com/data/articledetails.asp?GID=213)

2.1 ปุ๋ยน้ำหมัก

ปุ๋ยน้ำหมักหรือน้ำหมักชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำเอาสารอินทรีย์ไปหมักในน้ำในระยะเวลาหนึ่ง จนสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ถูกดึงออกมาจากเซลล์ สารเหล่านี้ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารพืช กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และฮอร์โมน พืชต่าง ๆ ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ปุ๋ยน้ำหมักจากเศษพืช จึงแตกต่างจากผลไม้ แตกต่างจากเศษสัตว์ได้ (http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm)

2.2 ประเภทปุ๋ยน้ำหมักแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) ปุ๋ยน้ำหมักที่ผลิตจากพืช การทำน้ำสกัดชีวภาพ โดยการหมักเศษพืช สดในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาลจัดเรียงพืชผักเป็นชั้น โดยน้ำตาลทับสลับกันกับพืชผัก อัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศ โดยบรรจุผักลงภาชนะ ให้แน่น แล้วปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม ประมาณ 3-7 วัน จะเกิดของเหลวขึ้นสีน้ำตาล มีกลิ่น หอม ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์และอื่นๆ

2) ปุ๋ยน้ำหมักที่ผลิตจากสัตว์ เป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลาย เศษอวัยวะ ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือดผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลาย โดยใช้เอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (http://sukhothai.doae.go.th/khirimat/index/puychee.htm)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ซึ่งการสกัดส่วนประกอบต่าง ๆ ซึ่งเป็นของเหลวออกจากเซลล์ของพืชและสัตว์ อาจทำได้หลายประการ ในทางชีวภาพนี้มี 2 วิธีการใหญ่ ๆ ที่ใช้สกัดส่วนประกอบที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ออกมาคือ

1) การใช้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลาย มีจุลินทรีย์หลายชนิดในธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายเซลล์พืช สัตว์ แล้วปลดปล่อยสารต่าง ๆ ออกมา

2) การทำให้สารละลายภายนอกเซลล์เข้มข้นมาก (hypertonic concentration) กรณีเช่นนี้จะเป็นการดึงเอาของเหลวภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์และพาเอาสารประกอบออกมาด้วย (plasmolysis) ต้องใช้ความเข้มข้นที่พอเหมาะ เพราะถ้าเข้มข้นมากไป ส่วนประกอบของเซลล์อื่น ทั้งภายนอกและภายในเซลล์จะไม่ถูกย่อยสลาย เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโต การย่อยสลายผนังเซลล์ เซลลูโลส โปรตีน และอื่น ๆ จึงเกิดขึ้นช้า สารอาหารที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชจึงเกิดขึ้นน้อย

(http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm)

2.3 ลักษณะการหมักมี 2 แบบ

1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน เป็นการย่อยสลายวัตถุที่ย่อยสลายได้ด้วยโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งให้ผลผลิตของปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายที่เสถียรอย่างรวดเร็ว เช่นประมาณ 50 วัน และไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวนรุนแรง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในสมการ

$$\text{อินทรีย์สาร (CHONS)} + O_2 \xrightarrow{\text{Aerobic bacteria}} CO_2 + H_2O + NO_3^- + SO_4^{2-} + \text{heat}$$

2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการย่อยสลายวัตถุที่ย่อยสลายได้ด้วยโดยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งให้ผลผลิตของปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายที่เสถียรช้ากว่า เช่นประมาณ 2-12 เดือน และอาจส่งกลิ่นเหม็นรบกวนรุนแรง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในสมการ

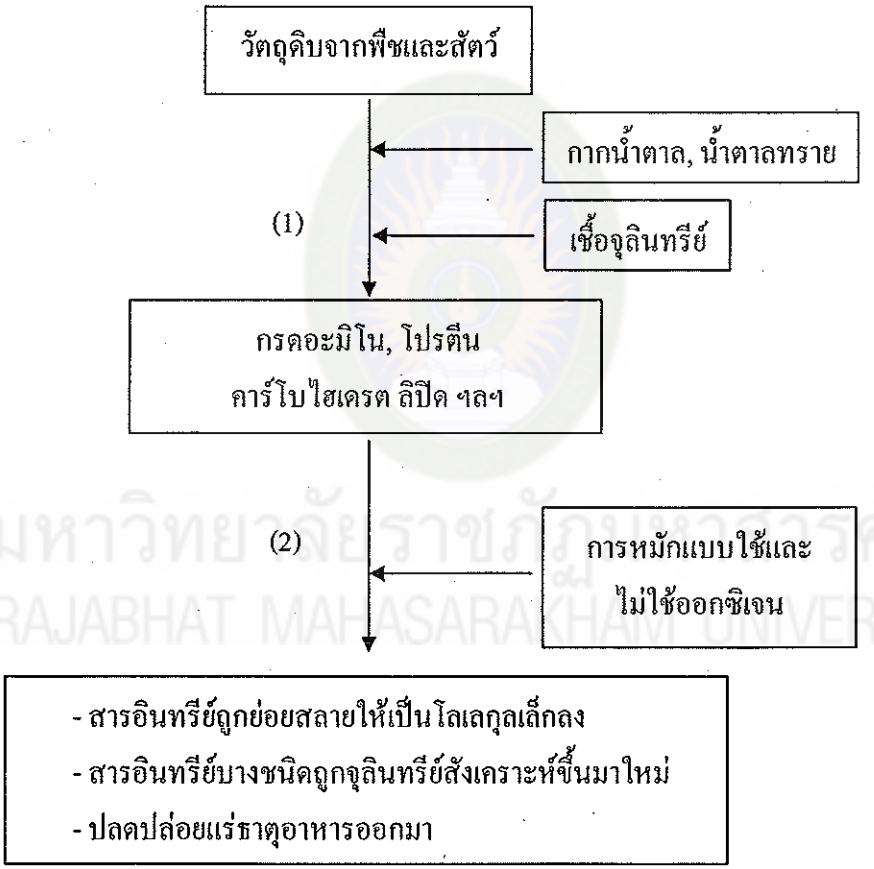
$$\text{อินทรีย์สาร (CHONS)} + H_2O \xrightarrow{\text{Anaerobic bacteria}} CO_2 + CH_4 + H_2O + NH_3 + H_2S + \text{heat}$$

(http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1030/lesson5_1.html)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นในการทำปุ๋ยน้ำหมัก

สำหรับกระบวนการหมักนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนพลาสโมไลซีส (1) ซึ่งเป็นการเติมกากน้ำตาลเพื่อดึงน้ำเลี้ยงออกจากเซลล์พืช ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนจุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายเศษสัตว์และพืช (2) ทำให้สารอินทรีย์ต่างๆถูกย่อยให้เล็กลงซึ่งในขั้นตอนนี้อาจมีการสร้างสารอินทรีย์บางชนิดขึ้นมาใหม่โดยจุลินทรีย์ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ในขั้นตอนการหมักนั้นนอกจากจะใช้กากน้ำตาลแล้วอาจเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์หรือไม่ก็ได้ ในขั้นตอนกระบวนการหมักแสดงดังรูป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.1 กระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ
ที่มา : เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์, 2546

เมื่อทำการหมักไปได้ระยะหนึ่งสามารถพิจารณาลักษณะของน้ำหมักชีวภาพได้ดังนี้

1) ปรากฏเชื้อยีสต์และจุลินทรีย์ที่เจริญเต็มผิวหน้าของวัสดุในช่วง 1-3 วัน หลังการหมัก

2) การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขึ้นบริเวณผิวหน้าวัสดุและใต้ผิววัสดุหมัก

3) เกิดกลิ่นแอลกอฮอล์ค่อนข้างฉุน

4) ได้ของเหลวใสและค่อนข้างเป็นสีน้ำตาลเข้ม

ซึ่งถ้ากระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จะสังเกตได้ดังนี้

1) มีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง

2) กลิ่นแอลกอฮอล์ลดลง

3) มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น

4) ไม่ปรากฏฟองก๊าซหรือมีน้อยมาก

5) ได้สารละลายใสไม่ขุ่น

6) ค่าพีเอชของน้ำหมักชีวภาพอยู่ระหว่าง 3-4

(เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์, 2546)

2.5 ขั้นตอนและวิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ

1) เตรียมน้ำสะอาด ตามอัตราส่วนที่ต้องการใส่ในถังพลาสติก หากเป็นน้ำประปาใส่ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้คลอรีนระเหย เจือจาง

2) เทกากน้ำตาลลงในภาชนะพลาสติกทำการตวง หรือชั่ง ตามต้องการ ตามอัตราส่วน

3) นำเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ หรือเปลือกผลไม้ที่มีอยู่นำใส่ถุงปุ๋ยพลาสติก แล้วนำไปแช่ในน้ำ ที่ผสมกับกากน้ำตาล เตรียมไว้กดให้จมน้ำ โดยใช้ก้อนอิฐ หรือวัสดุถ่วง ถ้าเศษผักหรือเปลือกผลไม้ชิ้นใหญ่ให้สับหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนลงใส่ในถุงจะช่วยให้การย่อยดีขึ้น

4) ปิดฝาทิ้งไว้ในที่ร่ม อย่าให้โดนแดดและน้ำฝน

5) เปิดฝาออก ทุก 7 วัน ให้ เพื่อให้อากาศเข้า ในระหว่างการเปิดฝาต้องระวังไม่ให้ไอน้ำที่อยู่ใต้ฝาหยดลงในน้ำหมัก เพราะจะทำให้น้ำหมักเสียหาย คุณภาพเสื่อมได้

6) เศษพืช ผัก ผลไม้ ที่นำมาใช้จะต้องสด หากมีส่วนเน่าอยู่บ้างสามารถใช้ได้แต่จะเปลืองกากน้ำตาล และการหมักจะไม่เป็นตามระยะเวลาที่กำหนด

7) หมักไว้จนสังเกตเห็นว่าเกิดฝ้าสีควันบุหรี่หรือสีขาวเข้ม แสดงว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

8) ถ้าไม่เป็นฝ้าสีขาว หรือสีควันบุหรี่ แสดงว่าการหมักยังไม่สมบูรณ์ต้องเพิ่มกากน้ำตาล หรือพืชผัก ลงไป (http://www2.seed.net/wksc/data%E0%B8%9E.htm)

2.6 ส่วนประกอบปุ๋ยน้ำหมัก

ส่วนประกอบภายในก็อาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการหมัก ระยะเวลาในการหมัก จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องและวัสดุที่ใช้หมัก แต่โดยภาพรวมแล้วในปุ๋ยน้ำหมักที่ผลิตขึ้นมาจะมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ธาตุอาหารพืช (plant minerals) เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เป็นต้น ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ยน้ำหมักจะแตกต่างกันออกไป ตามชนิดของวัสดุที่ใช้หมัก เช่น ปุ๋ยน้ำหมักสัตว์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม มากได้แก่ ปลา หอย เชอรี่ เป็นต้น ส่วนปุ๋ยน้ำหมักพืชที่ให้ไนโตรเจนมากได้แก่ ผลไม้สุกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกล้วย ฟักทอง มะละกอ เป็นต้น (http://www.nrru.ac.th/knowledge/agr004.asp)

2) กรดอะมิโน (amino acids) ปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนในปุ๋ยน้ำหมักแตกต่างกันออกไป กรดอะมิโนเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อพืช กล่าวคือ พืชสามารถดูดซับและนำไปใช้ได้โดยตรงเป็นส่วนใหญ่ บางส่วนเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำให้ดินมีชีวิตมากขึ้น

3) กรดอินทรีย์ (organic acids) ปริมาณและชนิดของกรดอินทรีย์ในปุ๋ยน้ำหมักจะแตกต่างกันไป พบทั้งกรดอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น กรดเบนซินแอซีติก, กรดฮิวมิก, กรดฟูลวิก และกรดอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กๆ เช่น กรดแอซีติก (acetic acid), และกรดฟอร์มิก (formic acid) เป็นต้น

นอกจากนี้แล้วในปุ๋ยน้ำหมักยังมีสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ อยู่อีกหลายชนิด เช่น แอลกอฮอล์ และฟีนอล ซึ่งมีขนาดของโมเลกุลตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ มีฮอร์โมนพืชอีกหลายชนิด เช่น ออกซิน, จิบเบอเรลลิน และไคเนติน ในปริมาณที่แตกต่างกัน สารเหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ต่อพืชทั้งสิ้น (http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.7 การนำน้ำหมักไปใช้ มี 3 วิธี

1) การรดที่โคนต้นหรือปล่อยตามร่อง ใช้ทุก 3 วันสำหรับพืชอายุสั้น ใช้ 7 วันสำหรับพืชทั่วไป ใช้เดือนละ 1 ครั้งสำหรับไม้ผล

2) ใช้อัดลงดินวิธีนี้จะช่วยนำปุ๋ยไปสู่รากพืชและแรงอัดจะช่วยทำให้ดินโปร่งขึ้นใช้ทุกๆ 15-20 วัน

3) ใช้ฉีดพ่นใบ โดยอาจจะผสมกับน้ำยาสมุนไพรฉีดไปพร้อมฉีดไปพร้อมๆกันเลย (ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์, 2542 : 72)

2.8 ประโยชน์ของปุ๋ยน้ำหมัก

1) ให้ธาตุอาหารในรูปอนินทรีย์แก่จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2) ในปุ๋ยน้ำหมักนี้มีธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช และยังมีธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และธาตุอาหารเสริมจำนวนหนึ่ง ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และนิกเกิลจำนวนหนึ่ง ซึ่งสามารถดูดซึมเข้าสู่ท่อลำเลียงของพืช และเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างรวดเร็ว

3) ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการชอนไชของรากพืช การส่งเสริมการเจริญเติบโตของเฮทเทอโรโทรฟในดิน ส่งผลให้ดินโปร่ง มีการถ่ายเทอากาศดี เหมาะแก่การเจริญเติบโตของราก

4) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีขนาดของโมเลกุลไม่ใหญ่นัก เช่น กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์บางชนิด พืชสามารถดูดกินเมื่อสัมผัสกับใบ และสามารถซึมผ่านเข้าสู่ใบได้ นอกจากนี้แล้วกลุ่มวิตามินและฮอร์โมนพืชบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำปุ๋ย

จะเห็นได้ว่า ปุ๋ยน้ำหมักจะมีประโยชน์ต่อทั้งการปรับปรุงสภาพทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน ซึ่งจะส่งเสริมการเจริญเติบโตต่อพืช ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ขณะเดียวกันพืชก็สามารถใช้สารอินทรีย์และอนินทรีย์จากสารละลายปุ๋ยน้ำหมักได้โดยตรงด้วย

(http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm)

2.9 ข้อแนะนำเกี่ยวกับน้ำหมักชีวภาพ

1) ควรเก็บรักษาน้ำหมักชีวภาพไว้ในที่ร่มอุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส ไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรง และห้ามเก็บไว้ในที่เย็น หรือแช่เย็น เพราะอาจทำให้น้ำหมักชีวภาพตายได้

2) ควรเปิดฝาเพื่อระบายอากาศบ้าง หากพบว่าขวดหรือถังหมักเริ่มบวม อาจจะทำให้แตกได้

3) น้ำหมักชีวภาพที่ผสมเพื่อจะใช้ ควรใช้ให้หมดภายใน 7 วัน ถ้าทิ้งไว้นานเกินไปอาจเสื่อมคุณภาพ

4) น้ำหมักชีวภาพปรกติจะมีกลิ่นหวานอมเปรี้ยว ถ้าเสียแล้วจะมีกลิ่นเหม็นเน่า ไม่สามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้ แต่สามารถนำไปผสมกับน้ำรดวัชพืช เพื่อยับยั้งการเจริญพันธุ์ได้

5) ในขณะหมักให้ใช้กระสอบ หรือถุงใส่หัวหอม ถุงกระเทียม ใส่เศษผัก ผลไม้ มัดให้แน่นใช้อิฐหรือหินทับ อย่าให้ลอย (http://www2.seed.net/wksc/data%E0%B8%9E.htm)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.10 การปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics)

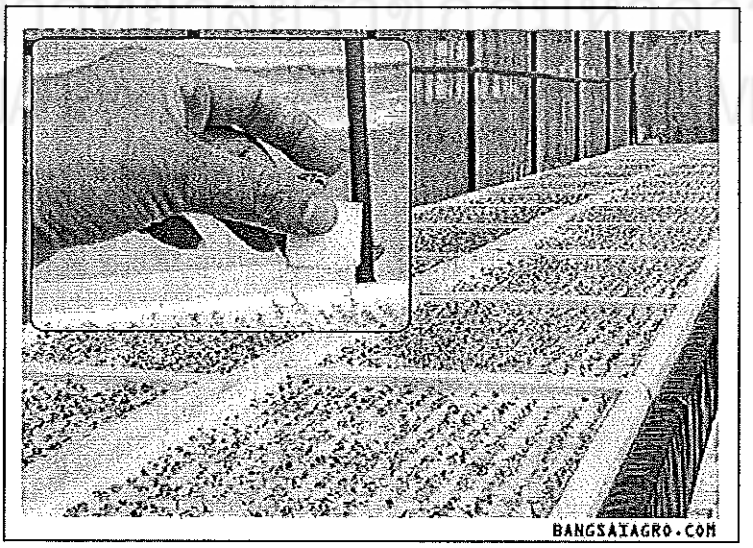
ไฮโดรโปนิกส์ หรือ Hydroponics เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก (nonsubstrate หรือ water cuture) กล่าวคือ จะทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง (water culture) นั่นเอง เนื่องจาก คำว่า Hydroponics มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำ คือ คำว่า "Hydro" หมายถึง "น้ำ" และ "Ponos" หมายถึง "งาน" ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน ความหมายก็คือ "Water-working" หรือ หมายถึง "การทำงานของน้ำที่มีสารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืช ซึ่งผู้ที่จะทำการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์นี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชให้ดี (http://www.bangsaiagro.com/general.asp)

2.11 ขั้นตอนการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์

1) จัดเตรียมแปลงปลูกให้พร้อม โดยประกอบแปลงปลูกตามรูปด้านซ้ายมือ นำถาดเพาะที่วางฟองน้ำแล้วมารดน้ำให้ชุ่มและใส่เมล็ดผักลงในฟองน้ำ 2 - 3 เมล็ดต่อ 1 ช่อง ลึก 1 - 2 มิลลิเมตร ใส่จนครบ และนำผ้ามาคลุมไว้ในที่ร่ม รดน้ำทิ้งไว้ 3 - 4 วัน ต้นกล้าจะงอกออกมา

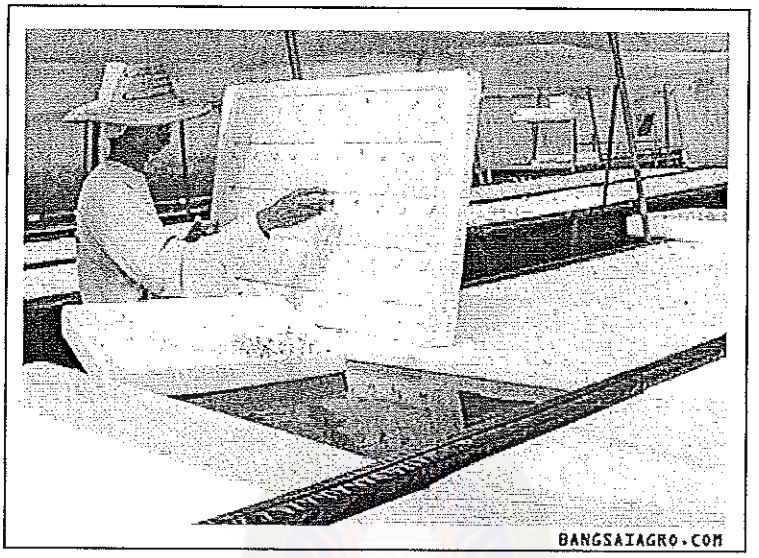
2) ย้ายถาดเพาะออกจากที่ร่มให้ได้รับแสงแดดเป็นเวลา 2 - 3 วัน จะได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ พร้อมย้ายลงแปลงปลูก

3) สภาพต้นกล้าที่สมบูรณ์สังเกตได้จากรากพืชจะมีความแข็งแรง

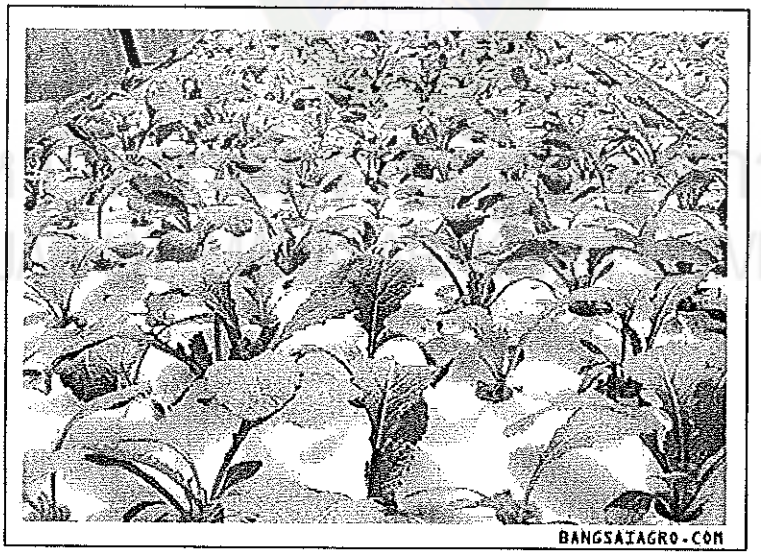


รูปที่ 2.2 การเพาะต้นกล้าในระบบไฮโดรโปนิกส์

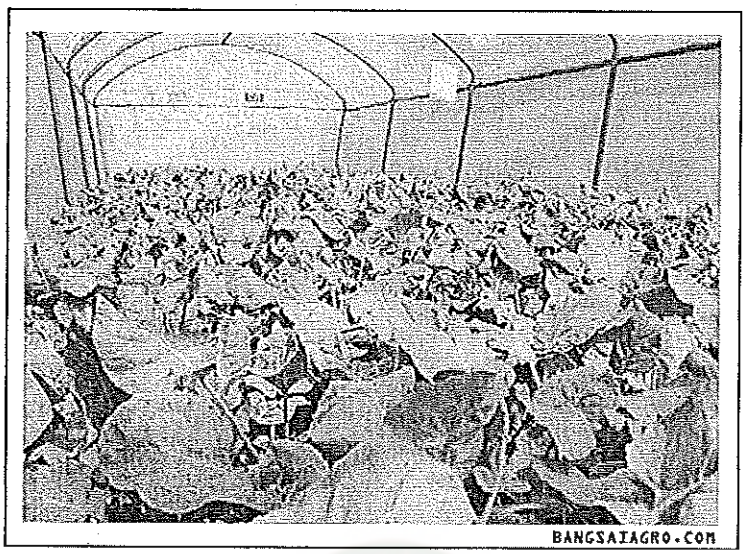
4) ย้ายต้นกล้าลงในแผ่นปลูก โดยสอดต้นกล้าจากด้านหลังเข้าไปในช่องปลูกให้ใบเลี้ยงคู่เสมอพอดีกับระดับแผ่นปลูก เพื่อให้แน่ใจว่ารากพืชจะสัมผัสกับน้ำในถาดปลูก



รูปที่ 2.3 การย้ายต้นกล้าปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์



รูปที่ 2.4 ผักหลังการลงปลูก 7วัน



รูปที่ 2.5 ผักหลังการลงปลูก 24 วัน

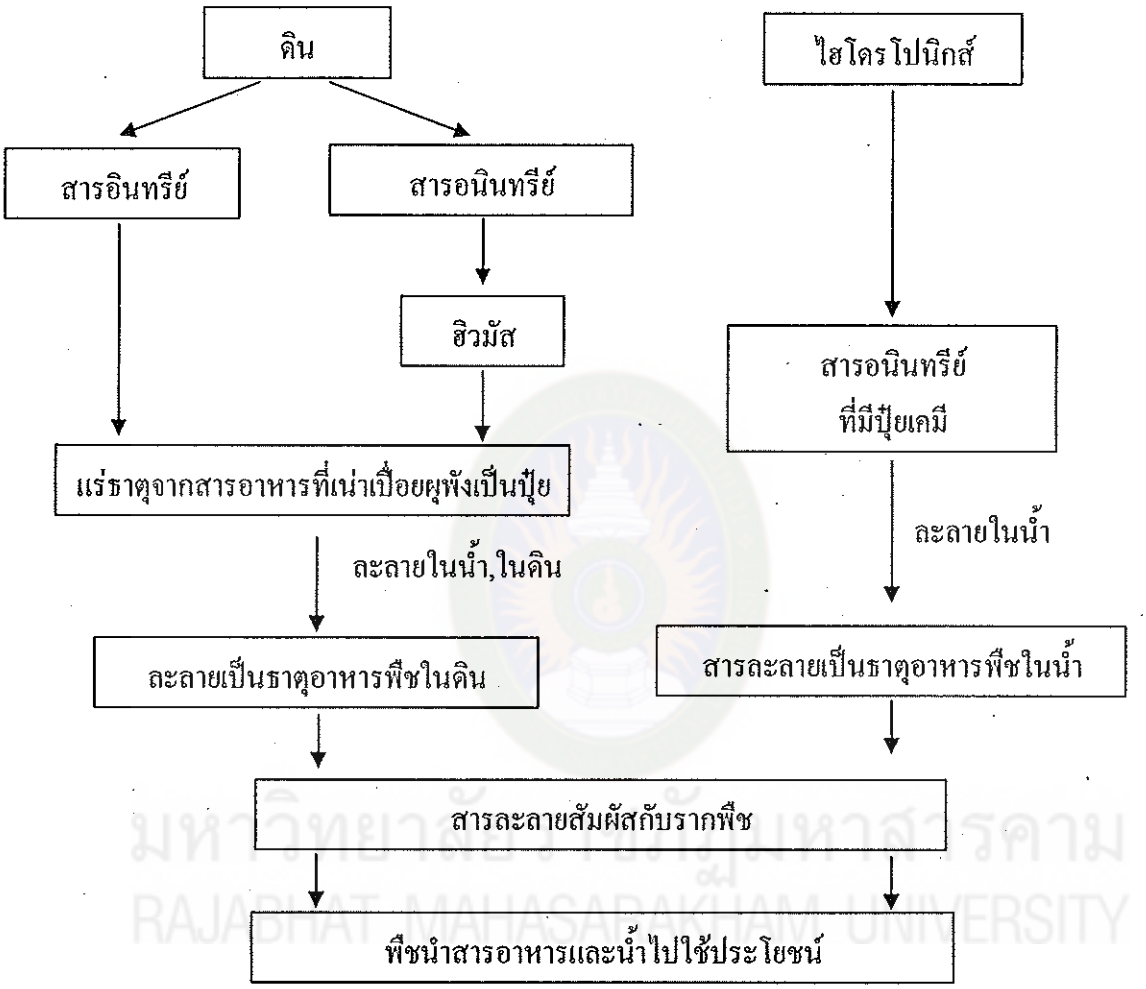
เติมปุ๋ยกรดซิลิคอนน้ำ 1 ลงในแปลง จำนวน 1 ลิตร หลังจากนั้น 4 ชั่วโมง เติมปุ๋ยกรดซิลิคอนน้ำ 2 ลงในแปลงอีก 1 ลิตรจากนั้นอีก 14 วัน ทำการปรับสะดือน้ำให้ลดลง เพื่อเพิ่มอากาศให้กับรากพืช เก็บผลผลิตหลังจากปลูกพืชแล้ว 24 วันก่อนเก็บผลผลิต 5 วัน ทำการเพาะต้นกล้าชุดใหม่ เพื่อย้ายลงแปลงปลูกแทน (http://www.bangsaiagro.com/view.asp?ccode=book1)

2.12 ตัวอย่างของพืชที่สามารถปลูกโดยระบบไฮโดรโปนิกส์

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของพืชที่สามารถปลูกโดยการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์

พืชผัก	ไม้ผล/ผัก รับประทานผล	ไม้ดอก	พืชสมุนไพรพืช	อาหารสัตว์
ผักคะน้า ผักกาดขาว คื่นฉ่าย ผักชี	ส้ม, สตรอเบอรี่ กล้วย, แตงกวา แตงแคนตาลูบ, ถั่วฝักยาว พริก, มะเขือ	กุหลาบ คาร์เนชั่น เบญจมาศ	ว่านหางจระเข้ พืชสวนครัวต่างๆ	หญ้า บาร์เล่ย์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.13 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินตามธรรมชาติกับการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์



รูปที่ 2.6 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินกับการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์

ที่มา : http://www.bangsaiagro.com/general.asp

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.14 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์

ข้อดี

1) สามารถทำการเพาะปลูกพืชได้ในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

2) ให้ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกสูงกว่า และสามารถทำการผลิตได้สม่ำเสมอ และต่อเนื่อง

3) อัตราการใช้แรงงานเวลาในการปลูกและค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

4) ใช้น้ำ และธาตุอาหารได้อย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้น้ำลดลงถึง 10 เท่าตัวของการปลูกแบบธรรมดา

5) ประหยัดเวลา และแรงงานในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช

6) ลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันและกำจัดแมลงได้ 100%

7) สามารถปลูกได้ในเมืองเพราะใช้พื้นที่น้อยทำให้ประหยัดค่าขนส่ง

8) ผลผลิตมีคุณภาพ และไม่มีสารพิษตกค้าง และไม่มีปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน

9) ผลผลิต คุณภาพ และราคา ดีกว่าการปลูกบนดินมาก เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็ว

10) ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ เช่น สารเคมีตกค้างในดิน เป็นต้น

11) คนพิการก็สามารถทำการปลูกได้ เป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับผู้ด้อยโอกาส

12) เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสีย

1) การลงทุนขั้นต้นสูงกว่าการปลูกบนดิน

2) ผู้ปลูกต้องมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการปลูกพืชแบบระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นอย่างดีและมีประสบการณ์มากพอในการควบคุมดูแล

3) ต้องการการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ

4) เป็นสิ่งใหม่สำหรับเกษตรกรที่ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ

(http://www.bangsaiagro.com/general.asp)

2.15 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์นั้น ปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปธาตุอาหารที่พืชต้องการมีทั้งสิ้น 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ ส่วนอีก 13 ธาตุจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ

1) ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก (macronutrient elements) คือธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพืชมีความต้องการในปริมาณมากเมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ มีทั้งหมด 6 ธาตุ ได้แก่

1.1) ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของพืช เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน นิวคลีโอไทด์ และคลอโรฟิลล์ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารประกอบที่สำคัญมากต่อขบวนการเมตาโบลิซึมของพืช พืชที่ได้รับไนโตรเจนเพียงพอจะเจริญเติบโตดี มีใบสีเขียวเข้ม ในพืชผัก ไนโตรเจนมีส่วนสำคัญในการเพิ่มคุณภาพ เพราะเป็นตัวทำให้ผักมีลักษณะอวบน้ำ พืชผักรับประทานต้นหรือใบจึงต้องการไนโตรเจนสูง เพื่อให้ต้นและใบมีความกรอบ มีกากหรือเส้นใยน้อย ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ

1.2) ฟอสฟอรัส (P) มีหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงานซึ่งเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญมาก พลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเมตาบอลิซึมของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต (อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต, ATP) สำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืช นอกจากนั้นฟอสฟอรัสยังช่วยให้พืชออกดอกและแก่เร็ว ทำให้พืชมีความแข็งแรงและต้านทานต่อโรคแมลง

1.3) โพแทสเซียม (K) ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในพืช แต่มีหน้าที่เกี่ยวกับการทำงานด้านสรีรวิทยาของพืช เป็นธาตุจำเป็นในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต และการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืช จึงเป็นธาตุที่จำเป็นมากต่อพืชผักประเภทหัว นอกจากนี้โพแทสเซียมยังควบคุมการปิดเปิดของปากใบ และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ในพืชผักรับประทานต้นและใบ มีความต้องการโพแทสเซียมไม่น้อยกว่าไนโตรเจน เพราะเป็นธาตุที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพ เช่น ช่วยให้กระหล่ำปลีห่อหัวได้ดี น้ำหนักดี มีเนื้อแน่นและเป็นเงาน่ารับประทาน ส่วนผักกาดต่างๆ ที่รับประทานใบถ้าได้รับโพแทสเซียมเพียงพอจะไม่เฉาง่ายเมื่อตัดส่งตลาด จึงสดอยู่ได้นาน

1.4) แคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ หน้าที่หลักภายในพืชจึงเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเนื้อเยื่อและเซลล์พืช นอกจากนั้นยังมีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์อีกด้วย

1.5) แมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในในการดูดซึมธาตุอาหาร และการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของพืช

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
BANSOMDEJCHAOPHRAYA RAJABHAT UNIVERSITY

1.6) กำมะถัน (S) เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของพืชมากพอๆ กับฟอสฟอรัสแต่พืชแต่ละชนิดจะมีกำมะถันในปริมาณต่างกัน พืชตระกูลถั่ว หอม กระหล่ำปลี หน่อไม้ฝรั่ง กระเทียม ต้องการกำมะถันเพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติให้ดีขึ้น

2) ธาตุที่ต้องการในปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (micronutrient element) คือธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่พืชต้องการในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่นๆ โดยมีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่

2.1) เหล็ก (Fe) เป็นธาตุที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนย้ายในพืช โดยเหล็กเป็นส่วนประกอบของเฟอริดอกซิน (ferridoxin) ซึ่งเป็นสาระสำคัญในขบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของพืช นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ เฟอรัสอิออน (Fe^{2+}) และ
เฟอริกอิออน (Fe^{3+})

2.2) แมงกานีส (Mn) เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานร่วมกับธาตุอื่น เช่น เหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะถูกควบคุมโดยค่า pH ของสารละลาย รูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้คือ แมงกานีสอิออน (Mn^{2+})

2.3) สังกะสี (Zn) เป็นธาตุจำเป็นต่อการสังเคราะห์ IAA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขยายตัวของเซลล์ มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด และยังมีบทบาทในการสร้างแป้งของพืชด้วย รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ ซิงค์อิออน (Zn^{2+}) ที่อาจได้จากซิงค์ซัลเฟตหรือซิงค์คลอไรด์

2.4) ทองแดง (Cu) แต่เป็นธาตุที่มีความจำเป็นเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ช่วยในกระบวนการหายใจ และส่งเสริมให้พืชนำเหล็กมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชคือ คอปเปอร์อิออน (Cu^{2+}) ที่อาจได้จากคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) หรือคอปเปอร์คลอไรด์ ($CuCl_2$)

2.5) โบรอน (B) หน้าที่ของโบรอนในพืชยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อกันว่าโบรอนมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต การสร้างกรดอะมิโนและโปรตีน การงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสรตัวผู้ และกิจกรรม ต่างๆ ของเซลล์ เช่น การแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ การเจริญเติบโตของเซลล์ นอกจากนั้นโบรอนยังมีอิทธิพลต่อสัดส่วนการดูดใช้ธาตุอาหาร

2.6) โมลิบดินัม (Mo) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ 2 ชนิด คือไนโตรจีเนส (nitrogenese) ซึ่งสำคัญต่อการตรึงไนโตรเจนจาก

2.7) คลอรีน (Cl) ถ้าความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 1 ส่วนใหญ่จะเป็นพิษต่อพืช บทบาทภายในพืชยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ถ้าขาดคลอรีนพืชจะเหี่ยวง่าย

นอกจากธาตุต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีธาตุอีกหลายชนิดที่คาดว่าเป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ยังไม่ทราบบทบาทแน่ชัด เช่น โซเดียม (Na), ซิลิกอน (Si), นิเกิล (Ni) และ เวเนเดียม (V) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.16 ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

1) อุณหภูมิสำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจของราก เช่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25° C เป็น 30° C จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจาก 8.25 ppm เหลือเพียง 7.51 ppm

2) ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำของพืช เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงจะทำให้พืชคายน้ำน้อยลง ส่งผลให้การลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากรากไปสู่ใบลดลง และยังทำให้อุณหภูมิที่ใบสูงขึ้น นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์สูงยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคบางโรคได้ง่ายอีกด้วย

3) แสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงของพืช

4) องค์ประกอบของบรรยากาศ เช่น คาร์บอนไดอกไซด์ ออกซิเจน เป็นต้น

5) คุณภาพน้ำ เนื่องจากพืชที่ปลูกได้รับธาตุอาหารต่างๆจากสารละลายธาตุอาหารจึงต้องใช้น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ คือ น้ำฝน หรือน้ำจากคลองชลประทาน

6) พีเอชของน้ำมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยทั่วไปการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ สารละลายธาตุอาหารพืชควรมีพีเอช อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 หรือประมาณ 6 ไม่ควรเกิน 7 ขึ้นกับชนิดพืช

(http://bscollege.th.gs/web-b/scollege/Page6.HTML)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์ (2546 : บทคัดย่อ) การศึกษาน้ำหมักชีวภาพจากพืช 3 ชนิดได้แก่ ชนิดที่ 1น้ำหมักชีวภาพที่มีใบน้อยหน่าเป็นวัสดุในการหมัก ชนิดที่ 2 น้ำหมักชีวภาพที่มีใบสะเดาเป็นวัสดุหลักในการหมัก ชนิดที่ 3 น้ำหมักชีวภาพที่มีใบสาบเสือเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยทำการสำรวจคุณสมบัติทางกายภาพ วิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุอาหารพืช 6 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งแปรผลในรูปร้อยละของ N, P_2O_5, K_2O, CaO, MgO และ S โดยน้ำหนักต่อปริมาตรน้ำหมักชีวภาพและศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม พบว่าผลของน้ำหมักชีวภาพชนิดที่ 3 ทำให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีที่สุด รองลงมาคือชนิดที่ 2 และชนิดที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหาร และการใช้น้ำหมักชีวภาพที่เจือจางอัตราส่วน 1: 100 ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าใช้น้ำหมักชีวภาพที่เจือจางในอัตราส่วน 1: 200

ชัยนาท จันทร์แดงและบุญญาฤทธิ์ ศิริพรรณ (2544 : บทคัดย่อ) การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาชนิดและความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพจากพืชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถว น้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากพืช 4 ชนิดคือ เศษผัก จามจุรี โสน และถั่วลิสง มาสับให้เป็นชิ้นเล็กหมักกับกากน้ำตาลและน้ำในอัตราส่วน 3:1:1 โดยน้ำหนักเป็นเวลา 30 วัน แล้วนำมาเจือจางเป็น 2 ความเข้มข้นคือ อัตราส่วนน้ำสกัดต่อน้ำ 1:250 และ 1:500 ส่วน โดยปริมาตรใช้กับข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ปลูกแบบ RCBD จำนวน 40 หน่วยการทดลอง โดยมีระยะห่างระหว่างหน่วย 70 x 30 เซนติเมตร ผลปรากฏว่า อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำ 1:500 ข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากโสน, เศษผัก, ถั่วลิสง และจามจุรี มีน้ำหนักต้นแห้งเฉลี่ย 33.86, 33.10, 27.66 และ 24.67 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจาก เศษผัก, โสน, ถั่วลิสง และจามจุรีมีน้ำหนักฝักเฉลี่ย 53.71, 52.27, 44.32 และ 32.80 กรัมต่อต้น ตามลำดับ อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำ 1:250 ข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจาก ถั่วลิสง โสน, เศษผักและจามจุรี มีน้ำหนักต้นแห้งเฉลี่ย 36.54, 32.99, 28.86 และ 27.49 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจาก ถั่วลิสง โสน, เศษผักและจามจุรี มีน้ำหนักฝักเฉลี่ย 52.28, 49.88, 40.81และ 38.84 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยมีบางการทดลองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จีระพันธ์ จันทะงาม และโพธิ์ทอง อัคลา (2544 : บทคัดย่อ) การศึกษาน้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ได้จากการหมักอินทรียวัตถุจากสัตว์สด 4 ชนิด คือ หอยเชอรี่ หอยทาก น้ำล้างเนื้อไก่ + เศษเนื้อไก่ และน้ำล้างเนื้อปลา+เศษเนื้อปลา โดยใช้วิธีในการหมัก 30 วัน แล้วนำมาทดลองใช้กับข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถว ที่ปลูกแบบ Randomize Complete Block Design 10 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 2 ต้น จำนวน 4 ซ้ำ รวมทั้งหมด 40 หน่วยการทดลอง โดยใช้น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ในอัตราส่วน 1 : 250 และ และ 1 : 500 โดยปริมาตร โดยใช้รดข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวทุกๆ 5 วัน ผลเมื่อเปรียบเทียบแบบ F-Test ปรากฏว่ามีเพียงน้ำหนักต้นแห้งที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ในอัตราส่วนความเข้มข้น 1 : 250 เท่า นั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถาพร บุญตา และสุรการต์ ภารสำราญ (2544 : บทคัดย่อ) การทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักในการเพาะปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักในการเพาะปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยได้ทำการทดลองที่แปลงปลูกพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏมหาสารคามระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2544 ถึงวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2544 รวมเวลาทั้งสิ้น 30 วัน ได้วางแผนการทดลองแบบ RCBD แบ่งออกเป็น 4 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ 12 หน่วยการทดลอง ในแต่ละตำรับการทดลองประกอบด้วยไม่ใช่ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักและใช้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักในอัตราส่วน 50 มิลลิลิตร, 100 มิลลิลิตรและ150 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักอัตรา 150 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ได้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 10.97 กิโลกรัม ความสูงจากโคนต้นถึงปลายใบเฉลี่ยเท่ากับ 50.22 เซนติเมตร ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักในตำรับการทดลองอื่นๆพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

มยุรา ภูราศี และสมใจ เถาว์ชาลี (2544 : บทคัดย่อ) การศึกษาปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในน้ำหมักจากการหมักพืชและสัตว์ 6 ชนิด คือ โสน จามจุรี ถั่งลิสง พุงปลา ไส้ไก่ และหอยเชอรี่ ที่มีระยะการหมักได้ 30 วัน พบว่าปริมาณไนโตรเจนจากการวิเคราะห์โดยวิธีเจลดาห์ล
เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ คือ จามจุรี ถั่วลิสง โสน ไส้ไก่ หอยเชอรี่ และพุงปลา มีปริมาณเท่ากับ 0.0045%, 0.0235%, 0.1408%, 0.2638, 0.4056% และ 0.4708% ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสโดย Yellow Method เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ คือ โสน, ถั่งลิสง, จามจุรี, ไส้ไก่, พุงปลา และหอยเชอรี่มีปริมาณเท่ากับ 0.0245%, 0.0298%, 0.0354%, 0.0546%, 0.0617% และ 0.0781% ตามลำดับ และโพแทสเซียมโดยวิธี AAS-flame เรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ 0.0100%, 0.0108%, 0.0250%, 0.0318%, 0.0365% และ 0.0667% ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องอะตอมมิก แอพซอพชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น A 3110 ยี่ห้อ PERKIN ELMER
2) เครื่องยูวี-วิสเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Lambda 12 ยี่ห้อ PERKIN ELMER
3) ชุดย่อยและกลั่นเจลดาห์ล
4) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
5) เตาอบ
6) เตาให้ความร้อน
7) บีกเกอร์
8) ขวดรูปชมพู่
9) ขวดวัดปริมาตร
10) บิวเรตต์
11) ปิเปต
12) กรวยกรอง
13) แท่งแก้วคนสาร
14) กระบอกตวง
15) กระดาษกรองเบอร์ 42

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

2) คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)

3) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)

4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

5) กรดบอริก (H_3BO_3)

6) กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

7) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

8) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)

9) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

10) แอมโมเนียมโมลิบเดท [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$]

11) โพแทสเซียมแอนติโมนิลทาร์เทรต [$K(SbO)C_4H_4O_6.0.5H_2O$]

12) เอทานอล (CH_3CH_2OH)

13) กรดไนตริก (HNO_3)

14) โบรโมครีซอลกรีน

15) เมทิลเรด

16) กรดแอสคอร์บิค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

3.3 การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

1) เตรียมถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร จำนวน 3 ใบ

2) เตรียมหัวเชื้อประกอบด้วย ตาสับปะรด 3 กิโลกรัม, มะนาว 2 กิโลกรัม, กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน แล้วหมักในถังพลาสติกโดยปิดฝาให้สนิททิ้งไว้นาน 30 วัน

3) เตรียมวัตถุดิบสำหรับที่จะทำน้ำหมักชีวภาพ 2 สูตร ดังนี้

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบในการเตรียมน้ำหมัก

น้ำหมักจากสัตว์		น้ำหมักจากพืช	
1. หัวเชื้อ	50 มิลลิลิตร	1. หัวเชื้อ	50 มิลลิลิตร
2. หอยเชอรี่	2 กิโลกรัม	2. กล้วยสุก	2 กิโลกรัม
3. ไส้ปลานิลของปลา CP	2 กิโลกรัม	3. ขนุนสุก	2 กิโลกรัม
4. ปูนา	2 กิโลกรัม	4. มะละกอสุก	2 กิโลกรัม
5. กากน้ำตาล	2 กิโลกรัม	5. กากน้ำตาล	2 กิโลกรัม

4) ผสมวัตถุดิบต่างๆลงในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ปิดฝาถังให้สนิท หมักนานเป็นเวลา 30 วัน

หมายเหตุ ในการหมักน้ำหมักจะต้องเปิดฝาเพื่อระบายแก๊สออกทุกๆ 7 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

370860

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่มีผลต่อการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์

นำน้ำหมักชีวภาพที่เตรียมได้ในข้อ 3.3 มาทดลองปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์โดยมีแผนการดังนี้

1) วางแผนการปลูกพืช แบบ RCBD โดยมีการทำ 3 ซ้ำ

2) พืชที่ปลูก 3 ชนิด คือ ผักคะน้า, ผักกวางตุ้ง และผักบุ้ง

3) ปัจจัยศึกษาคือ

3.1) น้ำหมักจากสัตว์

3.2) น้ำหมักจากพืช

3.3) ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

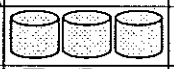
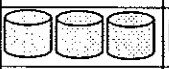
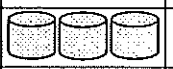
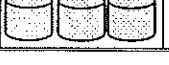
3.4) น้ำหมักจากสัตว์ + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

3.5) น้ำหมักจากพืช + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

3.6) น้ำยาปุ๋ยเคมี

3.7) น้ำฝน

4) ตัวแปรตาม คือ ความสูงต้นผัก, ขนาดลำต้น และความยาวของราก โดยติดตามการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน ซึ่งมีแผนผังการทดลองดังข้างล่าง

สารอาหาร / ชนิดผัก	น้ำหมักจากสัตว์	น้ำหมักจากพืช	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	น้ำหมักจากสัตว์ + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	น้ำหมักจากพืช + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	ปุ๋ยน้ำยาเคมี	น้ำฝน
	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	ส่วนที่ 5	ส่วนที่ 6	ส่วนที่ 7
ผักคะน้า							
ผักกวางตุ้ง							
ผักบุ้ง							

รูปที่ 3.1 แผนผังการปลูกพืช

5) ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดภาชนะและปริมาตรสารละลาย

ตารางที่ 3.2 การให้สารอาหารแก่ผัก

สัปดาห์ที่	น้ำหมักจากสัตว์	น้ำหมักจากพืช	ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	น้ำหมักจากสัตว์ + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	น้ำหมักจากพืช + ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	ปุ๋ยน้ำยาเคมี	น้ำฝน
1	-	-	-	-	-	-	-
2	เติม 3 ml	เติม 3 ml	เติม 20 ml	เติมปุ๋ยอินทรีย์ 20 ml + น้ำหมักอีก 3 ml	เติมปุ๋ยอินทรีย์ 20 ml + น้ำหมักอีก 3 ml	ปุ๋ยสูตร A + ปุ๋ยสูตร B อย่างละ 3 ml	-
3	เติมอีก 3 ml	เติมอีก 3 ml	-	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	-	-
4	เติมอีก 3 ml	เติมอีก 3 ml	-	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	-	-
5	เติมอีก 3 ml	เติมอีก 3 ml	-	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	เติมน้ำหมักอีก 3 ml	-	-

หมายเหตุ น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดความเข้มข้น 15%

คำนวณจากร้อยละโดยมวล = $\frac{\text{น้ำหนักของตัวละลาย}}{\text{น้ำหนักตัวทำละลาย}} \times 100$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5 การเตรียมสารละลาย

3.5.1 สารละลายสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

1) ตัวเร่งปฏิกิริยาผสม : K_2SO_4 จำนวน 20 กรัม ผสมกับ $CuSO_4$ จำนวน 2 กรัม

2) สารละลาย NaOH 40% : ละลาย NaOH จำนวน 40 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3) อินดิเคเตอร์ผสม : ละลาย H_3BO_3 จำนวน 2 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร อุ่นให้ร้อนเพื่อช่วยในการละลาย ทำให้เย็น แล้วเทอินดิเคเตอร์ผสม (ละลาย Bromocresol green จำนวน 0.0495 กรัม และ Methyl red จำนวน 0.0330 กรัม ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร) ลงไปจำนวน 20 มิลลิลิตร เติม NaOH 0.1 นอร์มัล ลงไปจนได้สีม่วงแดง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

4) สารละลาย HCl 0.02 นอร์มัล : ปิเปต HCl เข้มข้น 37% จำนวน 1.66 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.2 สารละลายสำหรับวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

1) สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 ppm : KH_2PO_4 ที่อบแห้งจำนวน 0.4394 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2) สารละลายไฮโดรคลอริก 6 นอร์มัล : ปิเปต HCl เข้มข้น 37% จำนวน 12.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 25 มิลลิลิตร

3) สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล : ปิเปต H_2SO_4 เข้มข้น 35 มิลลิลิตร.ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร

4) สารละลายแอนติโมนิลโพแทสเซียมทาเทรต : $K(SbO)C_4H_4O_6.0.5\ H_2O$ จำนวน 0.2743 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ จำนวน 4 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติก ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

6) สารละลายกรดแอสคอร์บิค 0.1 โมลาร์ : ละลายกรดแอสคอร์บิค จำนวน 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารนี้จะคงตัวอยู่ประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

7) น้ำยารวม (Combined Reagent) ประกอบด้วย

- กรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล	100	มิลลิลิตร
- สารละลายแอนติโมนิลโพแทสเซียมทาเทรต	10	มิลลิลิตร
- สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต	30	มิลลิลิตร
- สารละลายกรดแอสคอร์บิค	60	มิลลิลิตร

ก่อนผสมต้องปล่อยให้สารละลายแต่ละชนิดอยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อน แล้วจึงนำมาผสมกันโดยเรียงตามลำดับ น้ำยารวมนี้อยู่ตัวได้นาน 4 ชั่วโมง

3.5.3 สารละลายสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม

1) สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 ppm : KCl ที่อบแห้งจำนวน 0.1907 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2) เตรียม HCl 6 นอร์มัล : ปิเปต HCl เข้มข้น 37% จำนวน 12.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 25 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl

3.6.1 การย่อยตัวอย่าง

1) ปิเปตน้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดเจลดาห์ลเติมตัวเร่งปฏิกิริยาผสม 1 กรัม และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร

2) ทำสิ่งไร้ตัวอย่าง (Blank) ควบคู่ไปด้วย โดยใส่น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดเจลดาห์ลเติมตัวเร่งปฏิกิริยาผสม 1 กรัม และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร

3) นำไปย่อยในเครื่องย่อยโดยควบคุมอุณหภูมิของเครื่องให้อยู่ในช่วง 360-410 องศาเซลเซียส (ใช้ เบอร์ 8) ย่อยจนไม่มีเขม่าดำเหลืออยู่ใช้เวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง

4) นำหลอดออกมาจากเตาย่อย ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร

3.6.2 การกลั่น

1) ปิเปตสารละลายที่ได้จากการย่อย 10 มิลลิลิตรใส่ในขวดสำหรับกลั่น แล้วเติม NaOH 40% จำนวน 5 มิลลิลิตร

2) ปิเปตอินดิเคเตอร์ผสม จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เพื่อไปรองรับสารที่กลั่นได้

3) ทำการกลั่นนาน 2 นาที จะทำให้ได้สารละลายสีเขียว ประมาณ 50 มิลลิลิตร

3.6.3 การไทเทรต

นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน HCl เข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งได้สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีชมพูอมม่วง บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ

1) ก่อนที่กลั่นตัวอย่าง ให้กลั่นสิ่งไร้ตัวอย่างก่อน

2) ก่อนที่จะกลั่นสิ่งไร้ตัวอย่างและหลังจากที่เสร็จจากการกลั่นในแต่ละวันแล้ว ให้กลั่นล้างเครื่องก่อน ประมาณ 10 นาที โดยใช้น้ำกลั่นใส่ในหลอดสำหรับกลั่น

3) ต้องหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ HCl โดยนำไปไทเทรตกับ Na_2CO_3 เข้มข้น 1 นอร์มัล ก่อนนำไปทำการไทเทรตกับสารละลายตัวอย่างเพื่อหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

3.7 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีแอสคอร์บิค

3.7.1 การย่อยตัวอย่าง

1) ปีเปตน้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

2) ทำสิ่งไร้ตัวอย่าง (Blank) ควบคู่ไปด้วย โดยปีเปตน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

3) เติมกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างและสิ่งไร้ตัวอย่าง นำไปย่อยบนเครื่องให้ความร้อนจนกระทั่งควันสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นหายไป ระหว่างที่ย่อยแกว่งเบาๆระวังอย่าให้แห้ง

4) ยกบีกเกอร์ออกจากเครื่องให้ความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นสักระยะหนึ่ง

5) เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จำนวน 5 มิลลิลิตร นำไปย่อยต่อจนใส

6) นำบีกเกอร์ออกจากเครื่องให้ความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม HCl เข้มข้น 6 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.7.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน

1) เจือจางสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 ppm เป็น 10 ppm โดยปีเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 ppm มาจำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2) ปีเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 10 ppm มาจำนวน 5, 10 ,15, 20 และ 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ppm ตามลำดับ

3) เติมน้ำยารวมลง 16 มิลลิลิตร ในสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น เขย่าทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 890.9 nm โดยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

4) สร้างกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ppm

3.7.3 การหาปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง

1) นำสารละลายตัวอย่างและสิ่งไร้ตัวอย่าง ที่ย่อยเสร็จในข้อ 3.7.1 มาจำนวน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

2) เทสารละลายที่ได้ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ทาลีนอินดิเคเตอร์ 2 หยด จะได้สารละลายสีแดง

3) เติมกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล ลงจนกระทั่งสีแดงจางหายไป เติมน้ำยารวมลงไป 16 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้ทั่วกัน สารละลายจะเกิดเป็นสีน้ำเงิน

4) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับกราฟมาตรฐาน

5) คำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง

3.8 การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม โดยวิธี AAS – flame

3.8.1 การย่อยตัวอย่าง

1) ปิเปตน้ำหมักชีวภาพ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

2) ทำสิ่งไร้ตัวอย่าง (Blank) ควบคู่ไปด้วย โดยปิเปตน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

3) เติมกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 20 มิลลิลิตรลงในตัวอย่างและทำสิ่งไร้ตัวอย่าง นำไปย่อยบนเครื่องให้ความร้อน จนกระทั่งควันสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นหายไป ระหว่างที่ย่อยแกว่งเบาๆ ระวังอย่าให้สารละลายที่ย่อยแห้ง

4) ยกบีกเกอร์ออกจากเครื่องให้ความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นสักระยะหนึ่ง

5) เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเครื่องให้ความร้อนจนใส

6) นำบีกเกอร์ออกจากเครื่องให้ความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม HCl เข้มข้น 6 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

7) ทำการเจือจางสารละลายที่ย่อยได้เพื่อทำการวัด

ปิเปตสารละลายน้ำหมักพืชที่ย่อยได้มา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

ปิเปตสารละลายน้ำหมักสัตว์ที่ย่อยได้มา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วปิเปตมา 5 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร

3.8.2 การสร้างกราฟมาตรฐาน

1) เจือจางสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 ppm เป็น 100 ppm โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 ppm มาจำนวน 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2) ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 ppm มาจำนวน 5, 10 ,15, 20 และ 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ppm ตามลำดับ

3) สร้างกราฟมาตรฐานโพแทสเซียม โดยเครื่อง AAS- flame ที่ความยาวคลื่น 766.5 nm

3.8.3 การหาปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง

1) นำสารละลายตัวอย่างที่ย่อยเสร็จในข้อ 3.8.1 มาวัดเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2) คำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีเจลดาห์ล

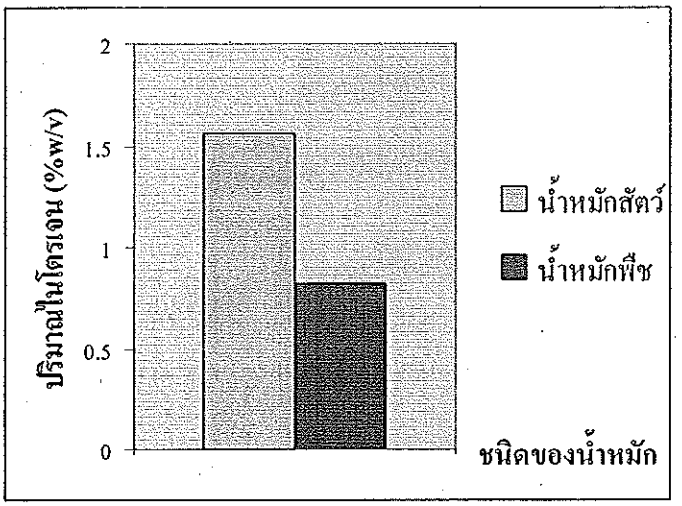
นำตัวอย่างน้ำหมักจากสัตว์ที่มีส่วนประกอบของ หอยเชอรี่ ปูนา ไส้ปลา และตัวอย่างน้ำหมักจากพืชที่มีส่วนประกอบของมะละกอสุก กล้วยสุก ขนุนสุก ที่มีระยะเวลาของการหมัก 30 วัน มาย่อยด้วย H_2SO_4 จากนั้นนำไปกลั่น โดยนำสิ่งที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน HCl 0.0198 N แล้วคำนวณหาปริมาณหาไนโตรเจนทั้งหมด โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (w/v)	
	น้ำหมักจากสัตว์	น้ำหมักจากพืช
1	1.57	0.83
2	1.56	0.82
3	1.57	0.81
$\bar{X}$	1.56	0.82
S.D.	0.00	0.01

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากสัตว์และพืชที่วิเคราะห์โดยวิธีเจลดาห์ล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 4.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในน้ำหมักจากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

จากตาราง 4.1 พบว่าปริมาณไนโตรเจนจากน้ำหมักสัตว์และพืชที่วิเคราะห์โดยวิธีเจลดาห์ล มีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าน้ำหมักจากพืช คือ 1.56 %w/v และ 0.82% w/v ตามลำดับ เนื่องจากน้ำหมักจากสัตว์มีสารอาหารซึ่งเป็นพวกโปรตีน ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าในน้ำหมักจากพืช

(http://ratchaburi.doae.go.th/damnoensaduak/puy.htm)

4.2 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด

เติม NH_4Cl 0.05 กรัม ลงในน้ำหมักจากพืชอย่าง จากนั้นทำการทดลองทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละการกลับคืน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด

ครั้งที่	ปริมาณไนโตรเจน ที่วิเคราะห์ได้	ปริมาณไนโตรเจนกับ NH_4Cl ที่วิเคราะห์ได้	ร้อยละการกลับคืน
1	8.31	20.65	94.30
2	8.25	20.24	91.65
3	8.11	20.51	95.36
ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืน			93.77

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าร้อยละการกลับคืนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 93.77

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส โดยใช้ยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นำน้ำหมักที่ได้มาย่อยด้วย HNO_3 – H_2O_2 แล้วหาปริมาณ ฟอสฟอรัสโดยวิธีแอสคอร์บิคเทียบกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 และ 2.50 ppm ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

Date : 29/6/2006 Time : 12:48:51

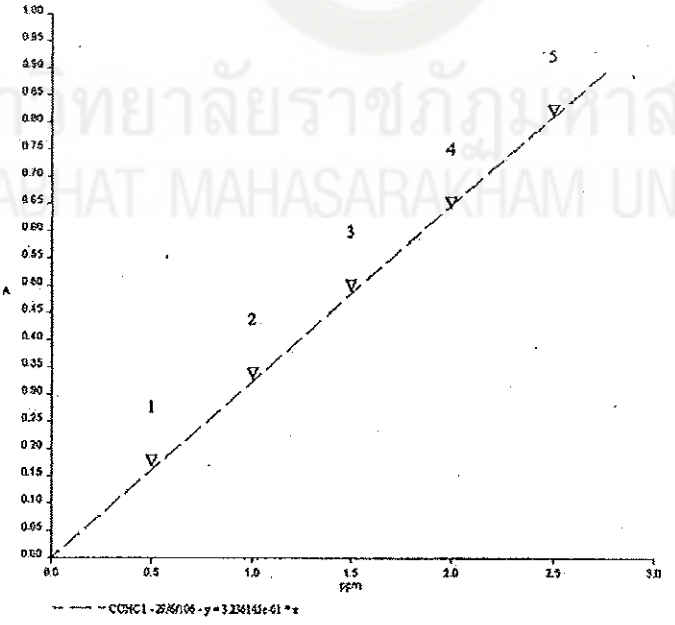
CALIBRATION

Date: 29/6/06 Time: 12:42:37 AM
Instrument: Lambda 12 S/N: 1
Method: conc1
Ordinate mode: Single wavelength
Baseline: No correction (0.00 0.00)

Wavelength(s)		Sample ID	Concentration		Ord. value
890.90	0.00	conc1.001	0.5000	ppm	0.1662
890.90	0.00	conc1.002	1.0000	ppm	0.3269
890.90	0.00	conc1.003	1.5000	ppm	0.4884
890.90	0.00	conc1.004	2.0000	ppm	0.6401
890.90	0.00	conc1.005	2.5000	ppm	0.8109

Equation: y = 3.236145e-01 * x

Residual error: 0.004791
Correlation coefficient: 0.999821



รูปที่ 4.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส ความเข้มข้น 0.50-2.50 ppm

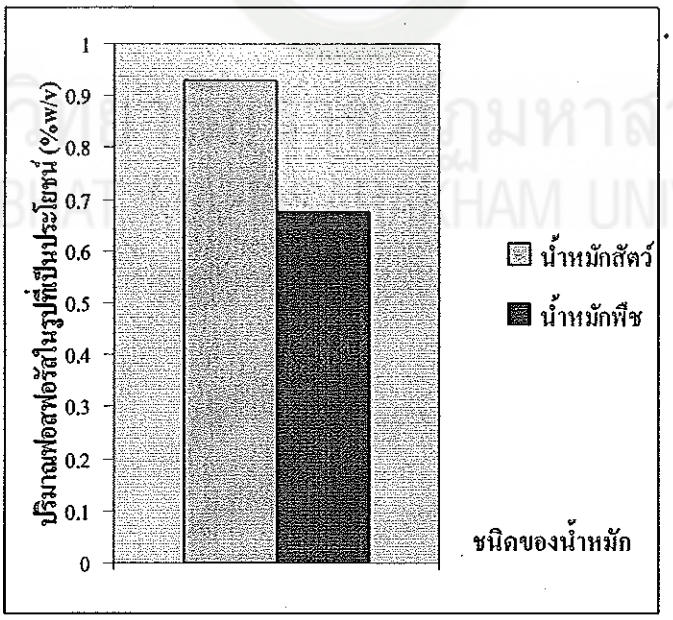
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นำน้ำหมักมาย่อยด้วย $HNO_3 - H_2O_2$ วัดปริมาณฟอสฟอรัสที่ย่อยได้โดยวิธีแอสคอร์บิค วัดค่าการดูดกลืนแสง เทียบกับกราฟมาตรฐานที่ความยาวคลื่นที่ 890.9 nm แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (w/v)	
	น้ำหมักจากสัตว์	น้ำหมักจากพืช
1	0.94	0.67
2	0.93	0.68
3	0.94	0.68
$\bar{X}$	0.93	0.68
S.D.	0.01	0.00

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้จากสัตว์และพืชที่วิเคราะห์โดยวิธีแอสคอร์บิคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

จากตาราง 4.3 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำหมักจากสัตว์และพืชที่วิเคราะห์โดยวิธีแอสคอร์บิค โดยใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าน้ำหมักจากพืช คือ 0.94 %w/v และ 0.68 %w/v ตามลำดับ เนื่องจากน้ำหมักจากสัตว์มีพวกก้าง เปลือกหอย กระดองปู ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าในน้ำหมักจากพืช (http://ratchaburi.doae.go.th/damnoensaduak/puy.htm)

4.4 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส

เติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในน้ำหมักจากพืชแล้วทำการย่อยด้วย $HNO_3 - H_2O_2$ วัดปริมาณฟอสฟอรัสที่ย่อยได้โดยวิธีแอสคอร์บิค วัดค่าการดูดกลืนแสง เทียบกับกราฟมาตรฐานที่ความยาวคลื่นที่ 890.9 nm แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส

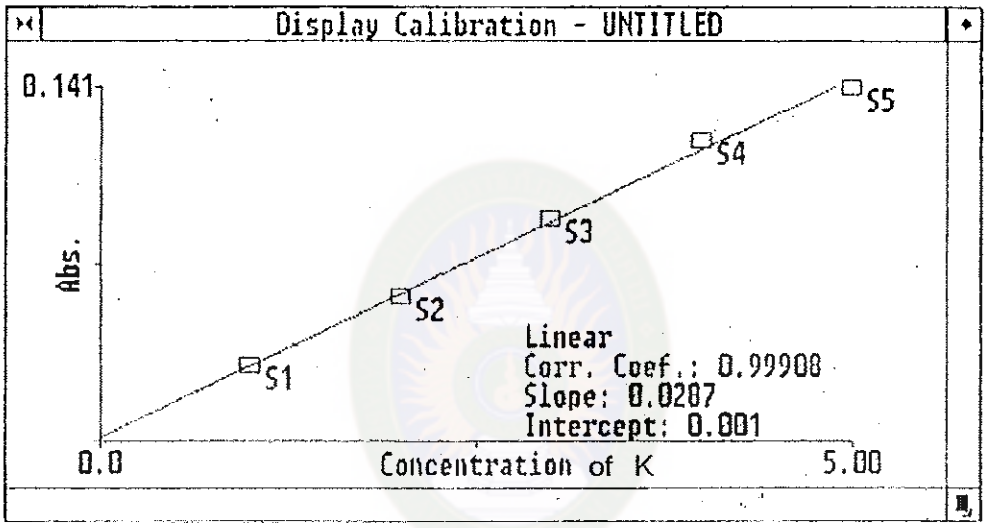
ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัสที่วัดได้	ปริมาณฟอสฟอรัสกับสารละลายมาตรฐานที่วัดได้	ร้อยละการกลับคืน
1	1.35	1.70	89.82
2	1.35	1.70	86.55
3	1.35	1.72	91.25
ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืน			89.20

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าร้อยละการกลับคืนปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 89.20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม โดยใช้ AAS-flame

นำน้ำหมักที่ได้มาย่อยด้วย HNO_3 – H_2O_2 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับกราฟมาตรฐาน ที่ความยาวคลื่น 766.5 nm และคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5



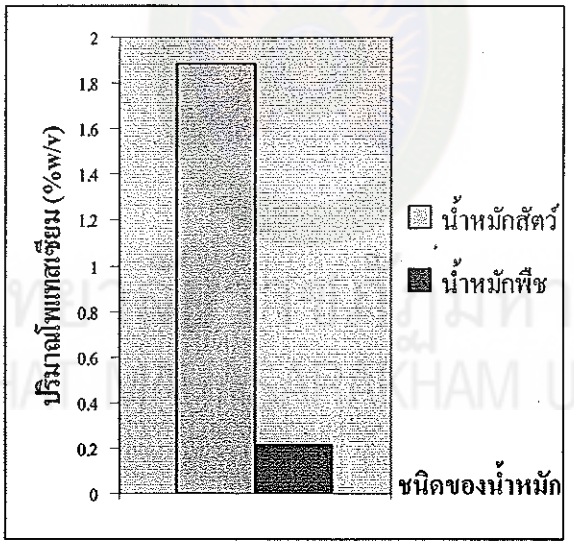
รูปที่ 4.4 กราฟมาตรฐานโพแทสเซียมความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ppm ที่ความยาวคลื่น 766.5 nm

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.5 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม (w/v)	
	น้ำหมักจากสัตว์	น้ำหมักจากพืช
1	1.89	0.21
2	1.84	0.21
3	1.93	0.21
$\bar{X}$	1.89	0.21
S.D.	0.04	0.00

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.5 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่ได้จากสัตว์และพืชที่วิเคราะห์โดยใช้ AAS-flame มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 4.5 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากสัตว์และพืชที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน

จากตาราง 4.5 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักจากสัตว์และพืชที่วิเคราะห์ โดยใช้ AAS-flame มีปริมาณของโพแทสเซียมจากน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าน้ำหมักจากพืช คือ 1.89 %w/v และ 0.21 %w/v ตามลำดับ เนื่องจากน้ำหมักจากสัตว์มีพวกเครื่องในสัตว์และเนื้อสัตว์น้ำจืด ดังนั้นจึงมีผลทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมในน้ำหมักจากสัตว์มากกว่าในน้ำหมักจากพืช

(http://ratchaburi.doae.go.th/damnoensaduak/puy.htm)

4.6 ผลการคำนวณร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม

เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 3 มิลลิลิตร ลงในน้ำหมักจากพืชแล้วทำการย่อยด้วย HNO_3 – H_2O_2 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับกราฟมาตรฐาน ที่ความยาวคลื่น 766.5 nm โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม

ครั้งที่	ปริมาณโพแทสเซียมที่วัดได้	ปริมาณโพแทสเซียมกับสารละลายมาตรฐานที่วัดได้	ร้อยละการกลับคืน
1	4.16	4.69	88.33
2	4.28	4.87	98.33
3	4.22	4.74	86.66
ค่าเฉลี่ยร้อยละการกลับคืน			91.10

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าร้อยละการกลับคืนปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 91.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.7 ผลการเจริญเติบโตของผักที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์

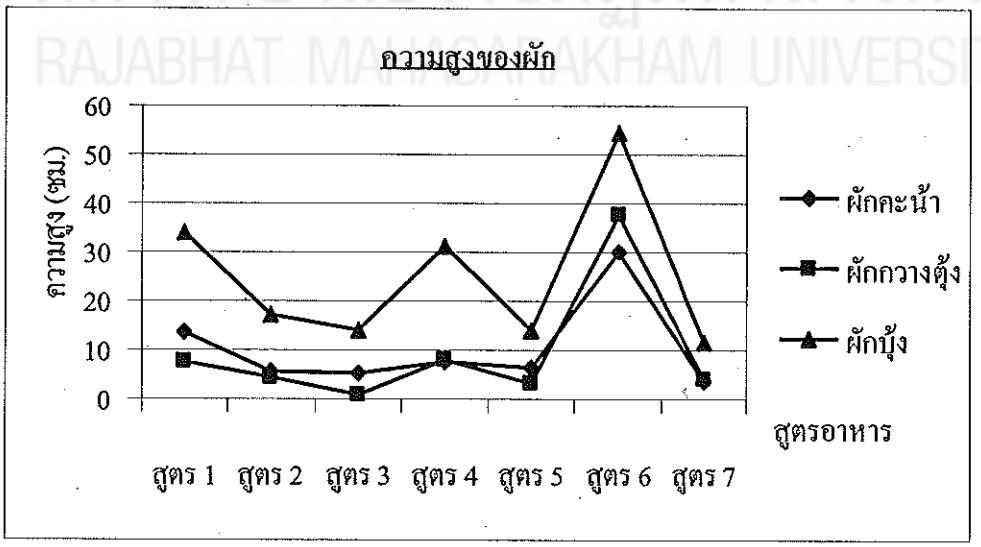
การทดลองปลูกผัก 3 ชนิด คือ ผักคะน้า, กวางตุ้งและผักบุ้ง โดยใช้สูตรอาหารต่างกัน 7 สูตร ดังนี้ สูตร 1 น้ำหมักจากสัตว์, สูตร 2 น้ำหมักจากพืช, สูตร 3 น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 4 น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 5 น้ำหมักจากพืชผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 6 น้ำยาปุ๋ยเคมี และ สูตร 7 น้ำฝน ในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นระยะเวลา 35 วัน สังเกตการเจริญเติบโตของผักโดยทำการวัด คือ ความสูงต้นผัก, ขนาดของลำต้นและความยาวของราก โดยใช้ความสูงเฉลี่ยของต้นผักแต่ละชนิดได้ผลดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.6 ,ขนาดลำต้นเฉลี่ยของต้นผักแต่ละชนิดได้ผลดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.7 และความยาวรากเฉลี่ยของต้นผักแต่ละชนิดได้ผลดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ความสูงเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

ชนิดของผัก	ความสูงเฉลี่ยของผัก (เซนติเมตร)						
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7
ผักคะน้า	13.6±0.42	5.4±0.40	5.2±0.20	7.6±0.30	6.4±0.26	30.2±0.50*	3.6±0.30
ผักกวางตุ้ง	7.6±0.44	4.4±0.26	1.0±0.00	8.2±0.26	3.2±0.20	37.6±0.51*	4.2±0.20
ผักบุ้ง	34.2±0.43	16.2±0.35	14.2±0.20	31.4±0.35	14.2±0.26	54.6±0.67*	11.6±0.21

หมายเหตุ ทำการวัดอย่างละ 3 ซ้ำ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสดงในรูปของแผนรูปได้ดังนี้



รูปที่ 4.6 ความสูงเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

จากความสูงเฉลี่ยของผักพบว่า ผักที่ปลูกในสารอาหารสูตร 6 มีความสูงผักมากกว่าผักที่ปลูกในสูตรอาหารอื่นๆ รองลงมาคือ สูตร 1, สูตร 4, สูตร 2, สูตร 5, สูตร 3 และ สูตร 7 ตามลำดับ พบว่า

ผักที่ปลูกด้วยสารอาหารสูตร 6 คือ น้ำยาปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุด เนื่องจากน้ำยาปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่เกิดจากสังเคราะห์ขึ้นทางวิทยาสตร์ที่ให้ธาตุอาหารหลักได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการของผัก

รองลงมาสารอาหารสูตร 1 คือ น้ำหมักจากสัตว์สาเหตุที่ทำให้ผักเจริญโตได้ดีกว่าสารอาหารสูตร 4 คือ น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เนื่องจากในการใส่น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจะทำให้รากของผักเน่า เนื่องจากน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ให้มีความเข้มข้นมากเกินไป ส่งผลทำให้มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมมากเกินไปจึงทำให้รากผักเน่า (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547 : 6)
ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรและในทำนองเดียวกัน สารอาหารสูตร 2 คือ น้ำหมักจากพืชและสารอาหารสูตร 5 คือ น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีความสูงมากว่ากัน เนื่องมาจากความเข้มข้นของน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ให้

ส่วนที่น้ำหมักจากสัตว์ทำให้ผักเจริญเติบโตได้ดีกว่าน้ำหมักจากพืช เนื่องจากในน้ำหมักจากสัตว์นั้นจะมีพวกโปรตีน กระดูก และเครื่องในสัตว์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักมากกว่าน้ำหมักจากพืชที่มีพวกเปลือกและเนื้อสุกงอมของผลไม้รสหวาน
(http://ratchaburi.doae.go.th/damnoensaduak/puy.htm)

ส่วนสารอาหารสูตร 4 และ 5 ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำหมักผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ทำให้ผักมีความสูงมากกว่าสารอาหารสูตร 3 ซึ่ง คือ ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพียงอย่างเดียวนั้น เนื่องจากในน้ำหมักชีวภาพจะมีจุลินทรีย์ แบคทีเรียต่างๆที่ช่วยเปลี่ยนธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากรูปที่ไม่สามารถใช้ได้ทันทีให้อยู่ในรูปที่ผักสามารถนำออกมาใช้ประโยชน์ได้เร็วขึ้น
(http://www.bma.go.th/kate/k23/patana/bioextract.htm)
จึงทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลง ทำให้รากไม่เน่ามากเหมือนสารอาหารสูตร 3 ที่มีแต่น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดอย่างเดียว

สุดท้ายสารอาหารสูตร 7 คือ น้ำฝนมีความสูงน้อยกว่าที่สุด เนื่องจากในน้ำฝนนั้นไม่มีธาตุอาหารหลักมากพอที่จะทำให้ผักเจริญเติบโตได้ดี ที่มีก็เพียงแต่สารอาหารที่สะสมอยู่ในเมล็ดเท่านั้น

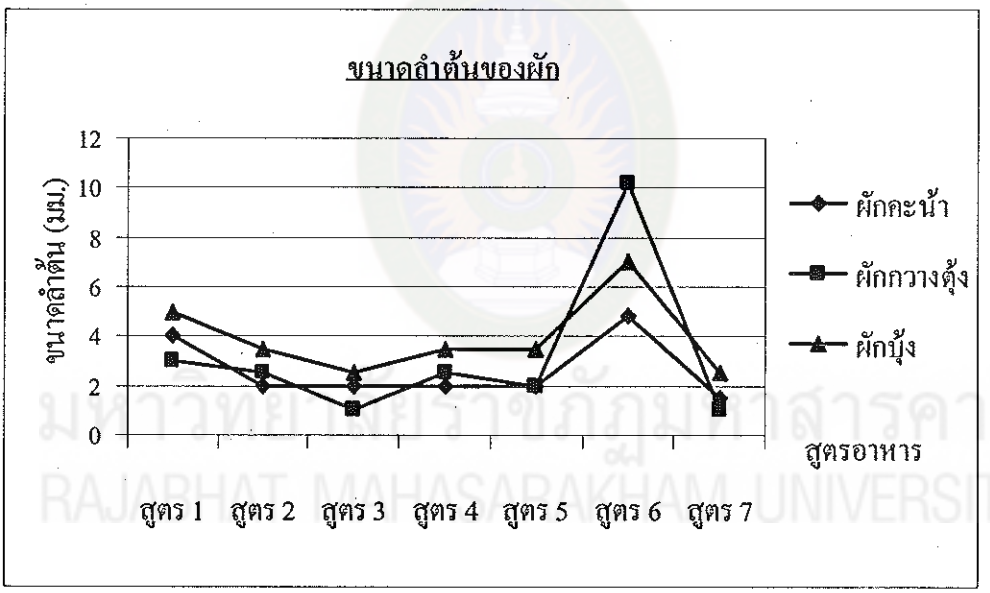
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.8 ขนาดลำต้นเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

ชนิดของผัก	ขนาดลำต้นเฉลี่ยของผัก (มิลลิเมตร)						
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7
ผักคะน้า	4.0±0.29	2.0±0.00	2.0±0.00	2.0±0.29	2.0±0.00	4.8±0.29*	1.5±0.00
ผักกวางตุ้ง	3.0±0.29	2.5±0.00	1.0±0.00	2.5±0.29	1.5±0.29	10.2±0.29*	1.5±0.00
ผักบุ้ง	5.0±0.50	3.5±0.29	3.0±0.29	3.5±0.29	3.5±0.29	7.0±0.58*	2.5±0.29

หมายเหตุ ทำการวัดอย่างละ 3 ซ้ำ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสดงในรูปของแผนรูปได้ดังนี้



รูปที่ 4.7 ขนาดลำต้นเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

จากขนาดลำต้นเฉลี่ยของผักพบว่า ผักที่ปลูกในสารอาหารสูตร 6 มีความสูงผักมากกว่าผักที่ปลูกในสูตรอาหารอื่นๆ รองลงมาคือ สูตร 1, สูตร 4, สูตร 2, สูตร 5, สูตร 3 และ สูตร 7 ตามลำดับ โดยการเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้นนั้นมีลักษณะในทำนองเดียวกันกับการเจริญเติบโตด้านความสูง ที่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากสาเหตุในลักษณะคล้ายกันกับการเจริญเติบโตด้านความสูง

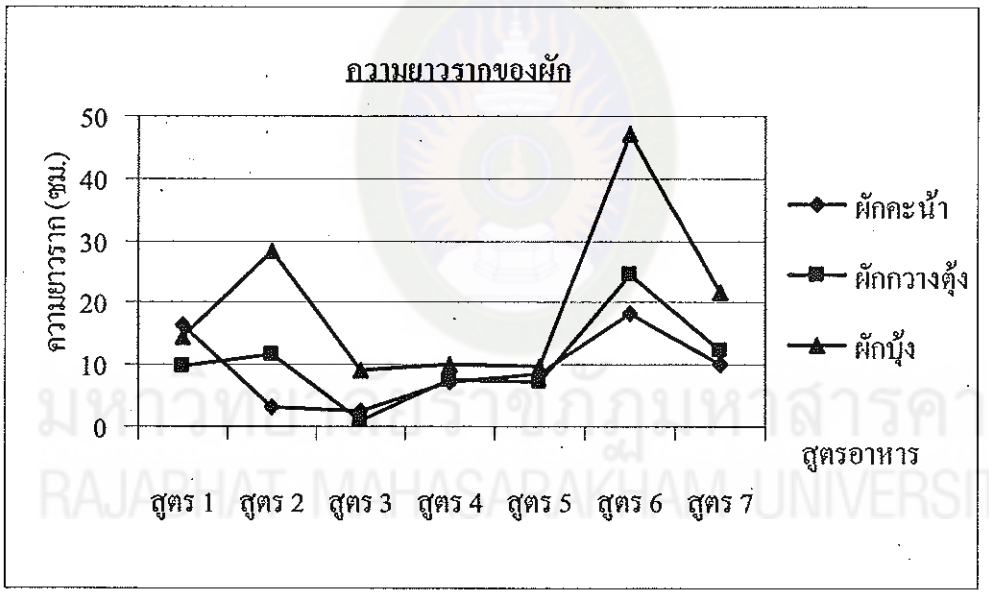
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.9 ความยาวรากเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

ชนิดของผัก	ความยาวรากเฉลี่ยของผัก (เซนติเมตร)						
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7
ผักคะน้า	16.2±0.20	3.2±0.35	2.6±0.20	7.2±0.35	8.4±0.20	18.2±0.40*	10.2±0.40
ผักกวางตุ้ง	9.8±0.4	11.6±0.40	1.0±0.00	7.6±0.20	7.2±0.26	24.6±0.40*	12.4±0.20
ผักบุ้ง	14.6±0.32	28.2±0.40	9.2±0.20	10.2±0.20	9.6±0.20	47.2±0.35*	21.6±0.40

หมายเหตุ ทำการวัดอย่างละ 3 ซ้ำ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสดงในรูปของแผนรูปได้ดังนี้



รูปที่ 4.8 ความยาวรากเฉลี่ยของผักในสูตรอาหารต่างกัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 35 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากความยาวรากเฉลี่ยของผักพบว่า ผักที่ปลูกในสารอาหารสูตร 6 มีความยาวรากมากกว่าผักที่ปลูกในสูตรอาหารอื่นๆ ซึ่งรองลงมาคือ สูตร 7, สูตร 2, สูตร 1, สูตร 5, สูตร 4 และ สูตร 3 ตามลำดับ พบว่าผักที่ปลูกด้วยสารอาหารสูตร 6 คือ น้ำยาปุ๋ยเคมีนั้นมีการเจริญเติบโตทางรากยาวและอวบมากที่สุด เนื่องจากน้ำยาปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่เกิดจากสังเคราะห์ขึ้นทางวิทยาสตร์ที่ให้ธาตุอาหารหลักได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการของผัก

รองลงมาสารอาหารสูตร 7 คือ น้ำฝน แต่เมื่อพิจารณาความอวบของรากเปรียบเทียบแล้ว พบว่ารากมีความยาวแต่ไม่อวบ เนื่องจากหลักทางชีววิทยาที่ผักต้องหาสารอาหารเพื่อการดำรงอยู่

สารอาหารสูตร 2 คือ น้ำหมักจากพืช มีความยาวรากมากกว่า สารอาหารสูตร 1 คือน้ำหมักจากสัตว์ เนื่องจากความเป็นกรดของน้ำหมัก ซึ่งในน้ำหมักจากสัตว์จะมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำหมักจากพืชที่จะส่งผลต่อเนื้อเยื่อรากถูกทำลายไปบางส่วน แต่เมื่อเปรียบเทียบความอวบของรากแล้ว พบว่าน้ำหมักจากสัตว์มีความอวบมากกว่าน้ำหมักจากพืช เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักจากสัตว์ที่มีมากกว่าน้ำหมักจากพืช และพบว่าสูตรอาหารที่มีปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นส่วนประกอบจะให้เกิดเจริญเติบโตของรากไม่ดี เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ให้มีความเข้มข้นมากเกินไป ทำให้มีไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมมากเกินความต้องการจึงเป็นสาเหตุทำให้รากผักเน่า (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547 : 6)

สารอาหารสูตร 4 และ 5 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างน้ำหมักผสมปุ๋ยอินทรีย์จะให้เกิดรากเน่า เนื่องจากความเข้มข้นของปุ๋ยอินทรีย์มากเกินไป แต่มีความยาวรากมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากในน้ำหมักชีวภาพจะมีจุลินทรีย์ แบคทีเรียต่างๆที่ช่วยเปลี่ยนธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากรูปที่ไม่สามารถใช้ได้ทันที ให้อยู่ในรูปที่ผักสามารถนำออกมาใช้ประโยชน์ได้เร็วขึ้น
(http://www.bma.go.th/kate/k23/patana/bioextract.htm)
จึงทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลง ส่งผลทำให้รากไม่เน่ามากเหมือนสารอาหารสูตร 3 ที่มีแต่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของน้ำหมักและปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อการเจริญเติบโตของผัก 3 ชนิด ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้น้ำยา 7 สูตร ซึ่งมีน้ำหมักจากสัตว์และน้ำหมักจากพืชเป็นส่วนประกอบและจากการศึกษาหาปริมาณ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในน้ำหมักที่หมักเป็นระยะเวลา 30 วันโดยวิธีเจลดาห์ล, วิธีแอสคอร์บิคโดยใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และเทคนิคเฟลม อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี ตามลำดับ พบว่า

น้ำหมักจากสัตว์และพืชมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 1.56% w/v และ 0.82% w/v ตามลำดับ และมีร้อยละการกลับคืนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 93.77

น้ำหมักจากสัตว์และพืชมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.94% w/v และ 0.68% w/v ตามลำดับ และมีร้อยละการกลับคืนปริมาณเฟอสฟอรัสเฉลี่ย เท่ากับ 89.20

น้ำหมักจากสัตว์และพืชมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.89% w/v และ 0.21% w/v ตามลำดับ และมีร้อยละการกลับคืนปริมาณโพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 91.10

จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ได้จากการการหมักโดยวัตถุดิบที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า น้ำหมักจากสัตว์จะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณที่มากกว่าน้ำหมักจากพืช

สถาบันราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการศึกษาผลของน้ำหมักและปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า, ผักกวางตุ้ง และผักบุ้ง ในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้น้ำยา 7 สูตร ดังนี้ สูตร 1 น้ำหมักจากสัตว์, สูตร 2 น้ำหมักจากพืช , สูตร 3 น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 4 น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 5 น้ำหมักจากพืชผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, สูตร 6 น้ำยาปุ๋ยเคมี และ สูตร 7 น้ำฝน ในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นระยะเวลา 35 วัน สังเกตผลการเจริญเติบโตของผักโดยทำการวัด คือ ความสูง, ขนาดลำต้นและความยาวของราก พบว่า การเจริญเติบโตของผัก 3 ชนิดในน้ำยาสูตรต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ความสูงและขนาดลำต้นของผักที่ปลูกในน้ำยาปุ๋ยเคมี มีค่ามากกว่าน้ำยาสูตรน้ำหมักจากสัตว์, น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, น้ำหมักจากพืช, น้ำหมักจากพืชผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด และน้ำฝน ตามลำดับ

ในขณะที่ความยาวของรากผักในน้ำยาสูตรต่างๆเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ น้ำยาปุ๋ยเคมี, น้ำฝน, น้ำหมักจากพืช, น้ำหมักจากสัตว์, น้ำหมักจากพืชผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด, น้ำหมักจากสัตว์ผสมปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด และน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองปลูกผัก 3 ชนิด คือ ผักคะน้า, ผักกวางตุ้งและผักบุ้ง พบว่าน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีผลต่อการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ให้ผลได้ไม่ดี เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ให้แก่ผักเข้มข้นมากเกิน จึงทำให้รากผักเน่า ซึ่งส่งผลต่อความสูงและขนาดลำต้นตามมา ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจศึกษาต่อในเรื่องนี้ ควรมีการทดลองเกี่ยวกับความเข้มข้นของน้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต, ความเข้มข้นของน้ำหมักที่ใช้เป็นสารอาหารผักให้หลากหลายขึ้น และมีการปรับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหมักก่อนการใช้เป็นสารอาหารแก่ผักควบคู่ไปด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

จีระพันธ์ จันทะงาม และโพธิ์ทอง อัคลา. (2538). **การศึกษาน้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถว.** โครงการวิจัยของโปรแกรมวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

ชัยนาท จันทร์แดงและบุญญาฤทธิ์ ศิริพรรณ. (2544). **การศึกษาน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถว** โครงการวิจัยของโปรแกรมวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

ดิเรก ทองอร่าม. (2547). **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ราชบุรี : ธรรมรักษ์การพิมพ์.

เด่นนภา ลาดนาเลา และสุธัมมา กาบินพงษ์. (2546). **การศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด และศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม.** โครงการวิจัยของโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. (2534). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : พรานนกการพิมพ์

มนูญ ศิรินุพงศ์. (2544). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มยุรา ภูราศี และสมใจ เถาว์ชาลี. (2544). **การศึกษาปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในน้ำหมักจากการหมักพืชและสัตว์.** โครงการวิจัยของโปรแกรมวิชาเคมี ภาควิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2545). เกษตรธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

โสระยา ร่วมรังสี. (2544). **การผลิตพืชส่วนแบบไม่ใช้ดิน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2547). **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาพร บุญตา และสุรการต์ ภารสำราญ. (2544). **การทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพจากปลาหมักในการเพาะปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง.** โครงการวิจัยของโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

สุริยา สาสนรักกิจ. (2542). **ปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Kyn's, Cho Han. 2003. **Natural Farming.** แปลโดย อานัฐ ตันโช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

"การปลูกพืชโดยระบบไฮโดรโปนิกส์". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.bangsaiagro.com/general.asp

"การหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1030/lesson5_1.html

"ขั้นตอนการหมักและวิธีการหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www2.seed.net/wksc/data%E0%B8%9E.htm

"ข้อแนะนำเกี่ยวกับน้ำหมักชีวภาพ". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www2.seed.net/wksc/data%E0%B8%9E.htm

"ประเภทปุ๋ยน้ำหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://sukhothai.doae.go.th/khirimat/index/puychee.htm

"ประโยชน์ปุ๋ยน้ำหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm

"ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://bscollege.th.gs/web-b/scollege/Page6.HTML

"ปุ๋ยน้ำหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm

"ส่วนประกอบปุ๋ยน้ำหมัก". (2005). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec48/agri/manure.htm

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

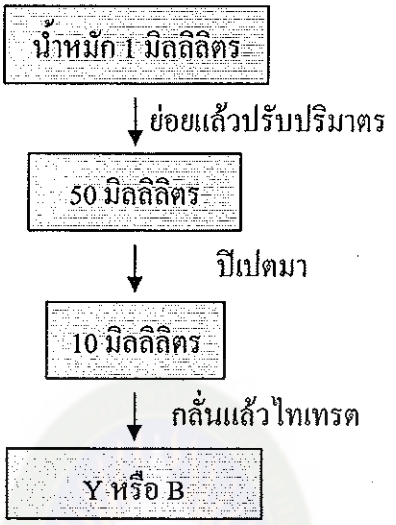
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำหมัก



รูปที่ ก-1 ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำหมัก

จาก $\text{meq } NH_3 = \text{meq HCl}$

$= \text{ml} \times N$

$= (Y-B) \times 0.0198 \text{ m mole}$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของ HCl 0.0198 m mole

Y = ของ HCl ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B =ของ HCl ที่ใช้ไทเทรตกับสิ่งไร้ตัวอย่าง

NH_3 1 m mole ประกอบด้วยไนโตรเจน = 14 มิลลิกรัม

ซึ่ง $NH_3 = (Y-B) \times 0.0198$ m mole ประกอบด้วยไนโตรเจน $= \frac{14 \times (Y-B) \times 0.0198}{1}$ มิลลิกรัม

สารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร มีไนโตรเจนอยู่ $= 14 \times (Y-B) \times 0.0198$ มิลลิกรัม

ถ้าสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร จะมี ไนโตรเจนอยู่ $= \frac{14(Y-B) \times 0.0198 \times 50}{10}$ มิลลิกรัม

$= 14(Y-B) \times 0.0198 \times 5$ มิลลิกรัม

ตัวอย่างน้ำหมัก 1 มิลลิลิตร มีไนโตรเจนอยู่ $= 14(Y-B) \times 0.0198 \times 5 \times 10^{-3}$ กรัม

ถ้าตัวอย่างน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร จะมีไนโตรเจน $= \frac{14(Y-B) \times 0.0198 \times 5 \times 100 \times 10^{-3}}{1}$ กรัม

$= 0.1386(Y-B)$ กรัม

ดังนั้นตัวอย่างน้ำหมักมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ = 0.1386(Y-B) กรัม / 100มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การคำนวณหาร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด

จากการทดลองใช้น้ำหมักจากพืชในการวิเคราะห์หาร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมด โดยเติม NH_4Cl จำนวน 0.05 กรัม ลงในน้ำหมักจากพืชตัวอย่างที่มีอยู่ 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละการกลับคืน

โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.0198 นอร์มัล ในการไทเทรต = Y มิลลิลิตร

ดังนั้น ในสารละลายที่ย่อยได้ 50 มิลลิลิตร มี NH_4Cl จำนวน 0.05 กรัม

หรือในสารละลายที่ย่อยได้ 50 มิลลิลิตร จะมี NH_4Cl จำนวน 50 มิลลิกรัม

จากย่อยและปรับปริมาตร

จะได้ว่า NH_4Cl 53.5 มิลลิกรัม มีไนโตรเจนอยู่ = 14 มิลลิกรัม

จากการเติม NH_4Cl 50 มิลลิกรัม จะมีไนโตรเจนอยู่ $= \frac{14 \times 50}{53.5}$ มิลลิกรัม

$= 13.08$ มิลลิกรัม

จะได้ว่าจากสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรมีไนโตรเจนอยู่ = 13.08 มิลลิกรัม

หลังจากการกลั่น จะได้ meq NH_3 = meq HCl

$= (Y-B) \times 0.0198$ m mole

NH_3 1 m mole ประกอบด้วยไนโตรเจน = 14 มิลลิกรัม

ซึ่ง $NH_3 = (Y-B) \times 0.0198$ m mole ประกอบด้วยไนโตรเจน $= 14 \times (Y-B) \times 0.0198$ มิลลิกรัม

สารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร มีไนโตรเจนอยู่ $= 14(Y-B) \times 0.0198$ มิลลิกรัม

สารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร จะมี ไนโตรเจนอยู่ $= 14(Y-B) \times 0.0198 \times 5$ มิลลิกรัม

ฉะนั้นร้อยละการกลับคืน $= \frac{\text{ไนโตรเจนที่ได้} \times 100}{\text{ไนโตรเจนที่ใช้}}$

$$= \frac{[(14 \times (Y_x - B) \times 0.0198 \times 5) - (14 \times (Y_s - B) \times 0.0198 \times 5)] \times 100}{13.08}$$

เมื่อ Y_x คือ ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับน้ำหมักที่มี NH_4Cl ด้วย

Y_s คือ ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง

B คือ ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับสิ่งไร้ตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แสดงการคำนวณ

ครั้งที่ 1 ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับสารละลายน้ำหมักจากพืชในตอนแรก เท่ากับ 7.6 มิลลิลิตร, ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกในการไทเทรตกับสารละลายน้ำหมักจากพืชที่รวมกับ NH_4Cl 0.05 กรัม เท่ากับ 16.50 มิลลิลิตร และปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกในการไทเทรตกับสิ่งไร้ตัวอย่าง เท่ากับ 1.6 มิลลิลิตร แล้วแทนค่าลงในสูตรร้อยละการกลับคืนข้างต้น

$$\text{จะได้ร้อยละการกลับคืน} = \frac{[(14 \times (Y_x - B) \times 0.0198 \times 5) - (14 \times (Y_s - B) \times 0.0198 \times 5)] \times 100}{13.08}$$

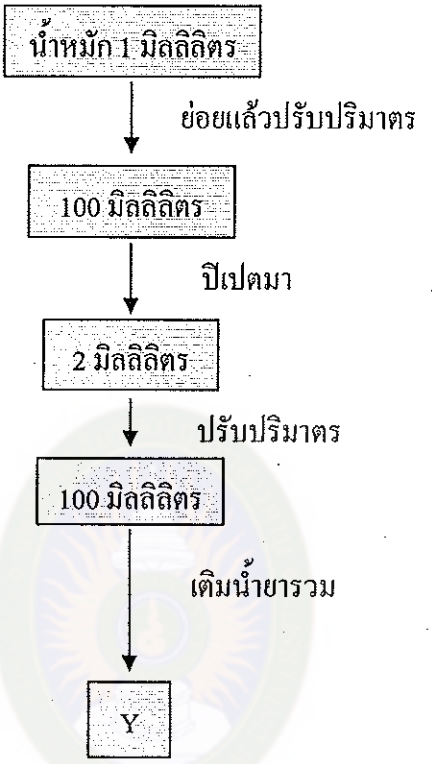
$$= \frac{[(14 \times (16.5 - 1.6) \times 0.0198 \times 5) - (14 \times (7.6 - 1.6) \times 0.0198 \times 5)] \times 100}{13.08}$$

$$= 94.30$$

สำหรับครั้งที่ 2 และ 3 ก็สามารถหาร้อยละการกลับคืนของไนโตรเจนทั้งหมดได้ในทำนองเดียวกันและจะแสดงไว้ดังตารางที่ 4.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างน้ำหมัก



รูปที่ ก-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างน้ำหมัก

จาก	น้ำหมักที่ย่อย	1	มิลลิลิตร
	เมื่อย่อยเสร็จปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
	ปิเปตมา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
	ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากเครื่อง	Y	ppm

เพราะฉะนั้นสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีฟอสฟอรัสอยู่ = Y มิลลิกรัม

ถ้าสารละลาย 100 มิลลิลิตร จะมีฟอสฟอรัสอยู่ = $\frac{Y \times 100}{1000}$ มิลลิกรัม

จากน้ำหมักที่ย่อยได้ 2 มิลลิลิตร มีฟอสฟอรัสอยู่ = $\frac{Y \times 100}{1000}$ มิลลิกรัม

ถ้าน้ำหมักที่ย่อย 100 มิลลิลิตร จะมีฟอสฟอรัสอยู่ = $\frac{100Y \times 100}{1000 \times 2}$ มิลลิกรัม

ตัวอย่างน้ำหมัก 1 มิลลิลิตร มีฟอสฟอรัสอยู่ = 5Y มิลลิกรัม

ตัวอย่างน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร มีฟอสฟอรัสอยู่ = $\frac{5Y \times 100 \times 10^{-3}}{1}$ กรัม

= 0.5Y กรัม

ดังนั้นตัวอย่างน้ำหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ = 0.5Y กรัม / 100 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การคำนวณร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส

จากการทดลองใช้น้ำหมักจากพืชในการวิเคราะห์หาร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัส โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 ppm จำนวน 2 มิลลิลิตร ซึ่งมีน้ำหมักจากพืชตัวอย่างอยู่ 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละการกลับคืน

คำนวณฟอสฟอรัสที่เติมสารละลายมาตรฐานจากทฤษฎี

จากการเติมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 ppm จำนวน 2 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นในสารละลายที่ย่อยได้หลังปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสเหลืออยู่ 20 ppm จากนั้นปิเปตมา 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร อีกครั้ง ดังนั้นก่อนทำการวัดสารละลายจะมีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสอยู่ 0.4 ppm

$$\text{จากสูตรร้อยละการกลับคืน} = \frac{A_{Std+S} - A_S}{A_{Std}} \times 100$$

เมื่อ A_{Std} คือ ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมลงไป (ppm)

A_S คือ ปริมาณสารที่มีในตัวอย่างนั้น (ppm)

A_{Std+S} คือ ปริมาณสารมาตรฐานรวมกับสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ (ppm)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แสดงการคำนวณ

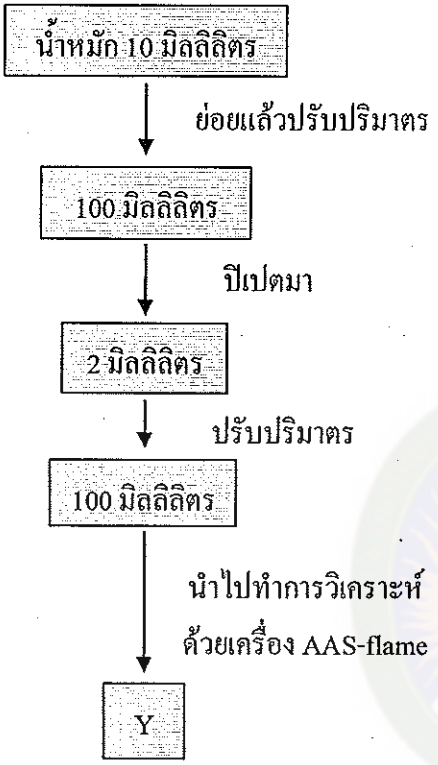
ครั้งที่ 1 ในน้ำหมักพืชที่มีปริมาณฟอสฟอรัสจากที่วิเคราะห์ในตอนแรก = 1.3474 ppm และปริมาณสารมาตรฐานรวมกับสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ = 1.7067 ppm

$$\text{ร้อยละการกลับคืน} = \frac{1.7067 - 1.3474}{0.4} \times 100$$

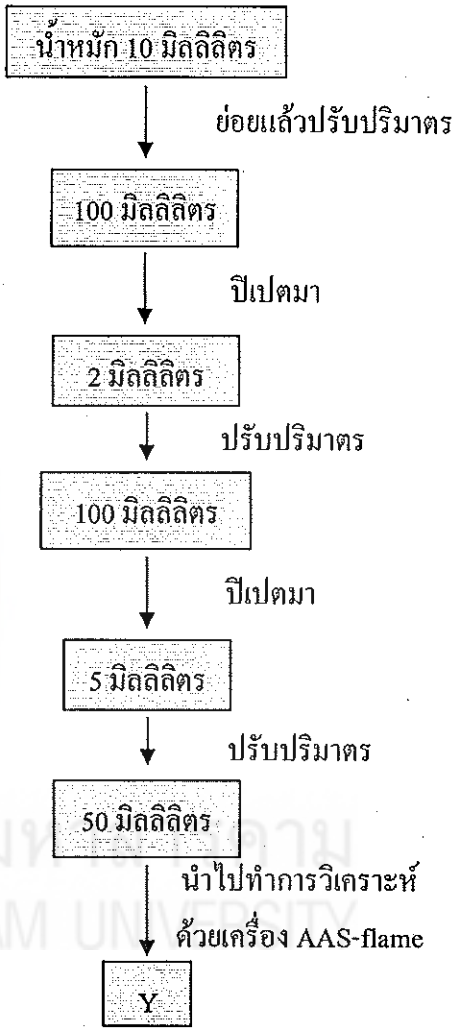
$$= 89.82$$

สำหรับครั้งที่ 2 และ 3 ก็สามารถหาร้อยละการกลับคืนของฟอสฟอรัสได้ในทำนองเดียวกันและจะแสดงไว้ดังตารางที่ 4.4

ขั้นตอนวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างน้ำหมัก



รูปที่ ก-3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักจากพืช



รูปที่ ก-4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักจากสัตว์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างน้ำหมักจากพืช

น้ำหมักจากพืชที่ย่อย	10	มิลลิลิตร
เมื่อย่อยเสร็จปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
ปิเปตมา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
ปริมาณโพแทสเซียมที่อ่านได้จากเครื่อง	Y	ppm

เพราะฉะนั้นสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= Y$ มิลลิกรัม

ถ้าสารละลาย 100 มิลลิลิตร จะมีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{Y \times 100}{1000}$ มิลลิกรัม

จะได้ว่าสารละลายน้ำหมัก 2 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{Y \times 100}{1000}$ มิลลิกรัม

ถ้าจากสารละลายน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร จะมีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{100Y \times 100}{1000 \times 2}$ มิลลิกรัม

ตัวอย่างน้ำหมัก 10 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= 5Y$ มิลลิกรัม

ถ้าตัวอย่างน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{100 \times 5Y \times 10^{-3}}{10}$ กรัม

$= 0.05Y$ กรัม

ดังนั้นตัวอย่างน้ำหมักมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ $= 0.05Y$ กรัม / 100 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างน้ำหมักจากสัตว์

น้ำหมักจากสัตว์ที่ย่อย	10	มิลลิลิตร
เมื่อย่อยเสร็จปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
ปิเปตมา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น	100	มิลลิลิตร
ปิเปตมา 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น	50	มิลลิลิตร
ปริมาณโพแทสเซียมที่อ่านได้จากเครื่อง	Y	ppm

เพราะฉะนั้นสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ = Y มิลลิกรัม

ถ้าสารละลาย 50 มิลลิลิตร จะมีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{Y \times 50}{1000}$ มิลลิกรัม

จะได้ว่าสารละลายน้ำหมัก 5 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{Y \times 50}{1000}$ มิลลิกรัม

ถ้าจากสารละลายน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร จะมีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{50Y \times 100}{1000 \times 5}$ มิลลิกรัม

จากน้ำหมักที่ย่อยได้ 2 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ = Y มิลลิกรัม

ถ้าจากน้ำหมักที่ย่อย 100 มิลลิลิตร จะมีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{Y \times 100}{2}$ มิลลิกรัม

ตัวอย่างน้ำหมัก 10 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ = 50Y มิลลิกรัม

ถ้าตัวอย่างน้ำหมัก100 มิลลิลิตร มีโพแทสเซียมอยู่ $= \frac{100 \times 50Y \times 10^{-3}}{10}$ กรัม

$= 0.5Y$ กรัม

ดังนั้นตัวอย่างน้ำหมักมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ = 0.5Y กรัม / 100 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การคำนวณร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม

จากการทดลองใช้น้ำหมักจากพืชในการวิเคราะห์หาร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียม โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 ppm จำนวน 3 มิลลิลิตร ซึ่งมีน้ำหมักจากพืชตัวอย่างอยู่ 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณร้อยละการกลับคืน

คำนวณโพแทสเซียมที่เติมสารละลายมาตรฐานจากทฤษฎี

จากการเติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 ppm จำนวน 3 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นในสารละลายที่ย่อยได้หลังปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเหลืออยู่ 30 ppm จากนั้นปิเปตมา 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร อีกครั้ง ดังนั้นก่อนทำการวัดสารละลายจะมีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมอยู่ 0.6 ppm

$$\text{จากสูตรร้อยละการกลับคืน} = \frac{A_{Std+S} - A_S}{A_{Std}} \times 100$$

เมื่อ A_{Std} คือ ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมลงไป (ppm)

A_S คือ ปริมาณสารที่มีในตัวอย่างนั้น (ppm)

A_{Std+S} คือ ปริมาณสารมาตรฐานรวมกับสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ (ppm)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แสดงการคำนวณ

ครั้งที่ 1 ในน้ำหมักจากพืชที่มีปริมาณโพแทสเซียมจากที่วิเคราะห์ในตอนแรก = 4.16 ppm และปริมาณสารมาตรฐานรวมกับสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ = 4.69 ppm

$$\text{ร้อยละการกลับคืน} = \frac{4.69 - 4.16}{0.6} \times 100$$

$$= 88.33$$

สำหรับครั้งที่ 2 และ3 ก็สามารถหาร้อยละการกลับคืนของโพแทสเซียมได้ในทำนองเดียวกันและจะแสดงไว้ดังตารางที่ 4.6

ภาคผนวก ข
สถิติที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชนิด

$\sum x$ = ผลรวมของข้อมูลแต่ละชนิด

n = จำนวนครั้งของการทดลอง

2.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ S.D.= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum$ = ผลรวม

x_i = ข้อมูลแต่ครั้ง

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

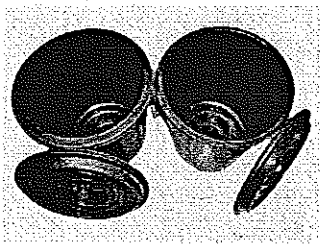
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
รูปประกอบการวิจัย

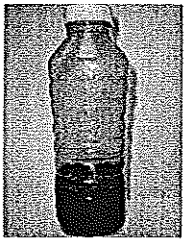
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นตอนการทำน้ำหมักชีวภาพ

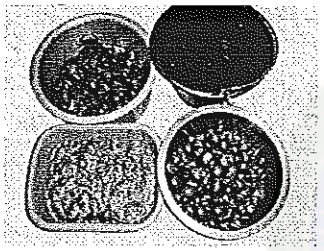
1.จัดเตรียมอุปกรณ์และวัตถุดิบ ดังนี้



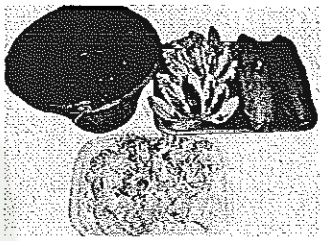
ถังหมัก



หัวเชื้อ

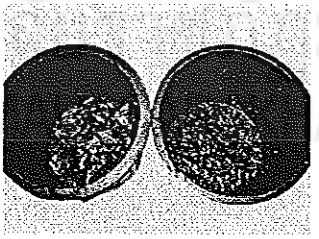


วัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำหมักจากสัตว์ ได้แก่
หอยเชอรี่, ไส้ปลานิลซีพี, ปูนา และกากน้ำตาล



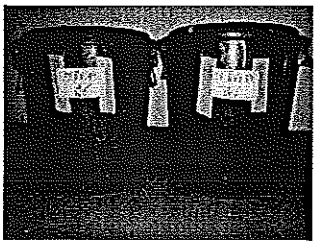
วัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำหมักจากพืช ได้แก่
ขนุนสุก, มะละกอสุก, กล้วยสุก และกากน้ำตาล

2.ทำการสับวัตถุดิบให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วทำการคลุกเค้ากับกากน้ำตาล



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

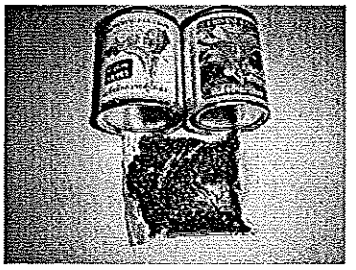
3.ปิดฝาถังหมักให้สนิท และติดฉลากให้เรียบร้อย ทำการหมักทิ้งไว้นาน 30 วัน โดยเปิดฝาระบายแก๊สทุกๆ 7 วัน



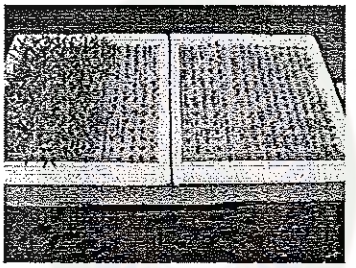
รูปที่ ค-1 ขั้นตอนการทำน้ำหมักชีวภาพ

ขั้นตอนการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

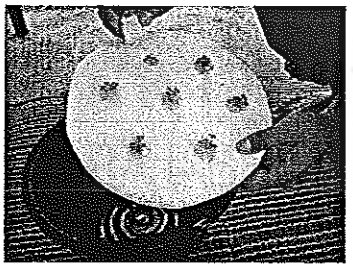
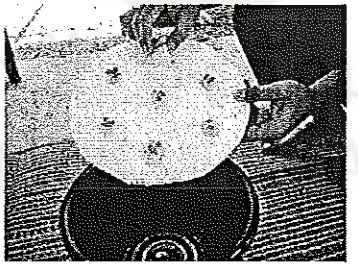
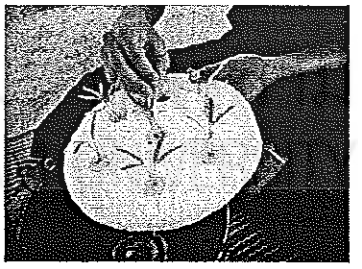
1. เตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับปลูก คือ ผักคะน้า, ผักกวางตุ้ง และผักบุ้ง



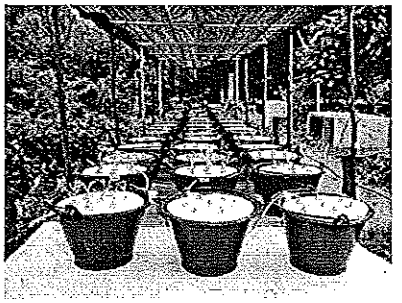
2. เพาะต้นกล้าเมล็ดพันธุ์ในแผ่นฟองน้ำ



3. ย้ายต้นกล้าผักที่เพาะได้ 7 วัน ลงในแผ่นโฟม

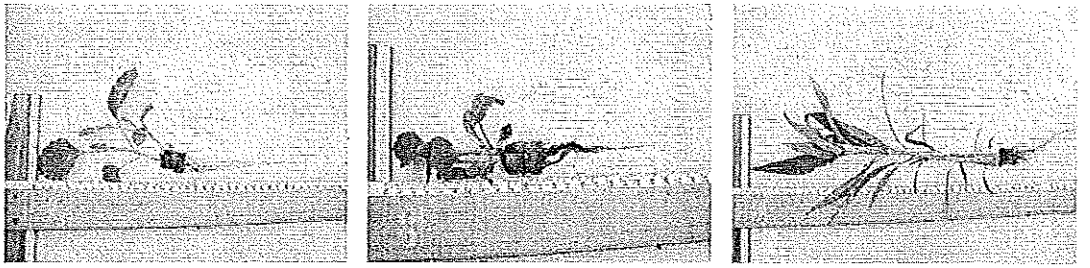
4. นำต้นกล้าผักไปวางในถังที่บรรจุน้ำยาสูตรสารอาหารชนิดต่างๆ



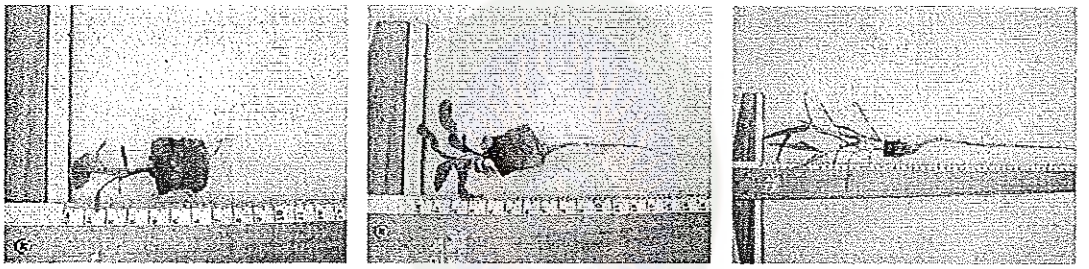
รูปที่ ค-2 ขั้นตอนการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

การเจริญเติบโตของผักคะน้า, กวางตุ้ง และผักบุ้งในสัปดาห์ที่ 5 จากสูตรอาหารต่างๆ

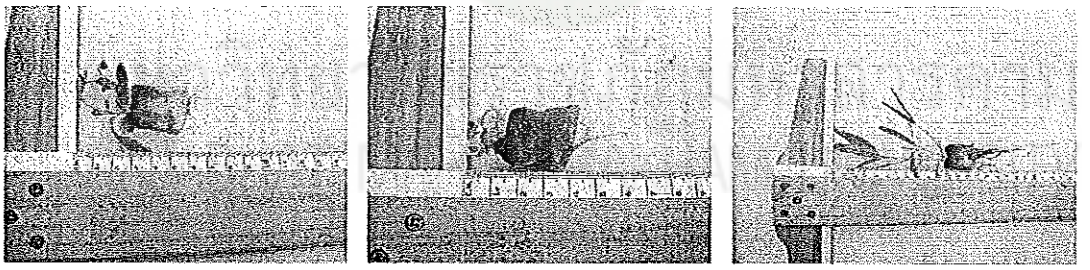
1.น้ำหมักจากสัตว์



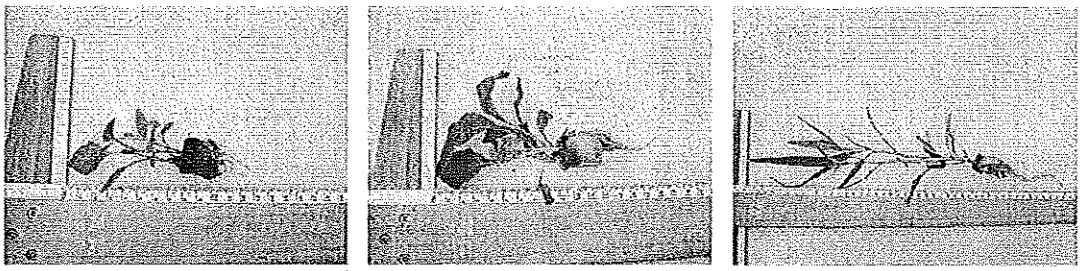
2.น้ำหมักจากพืช



3.น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

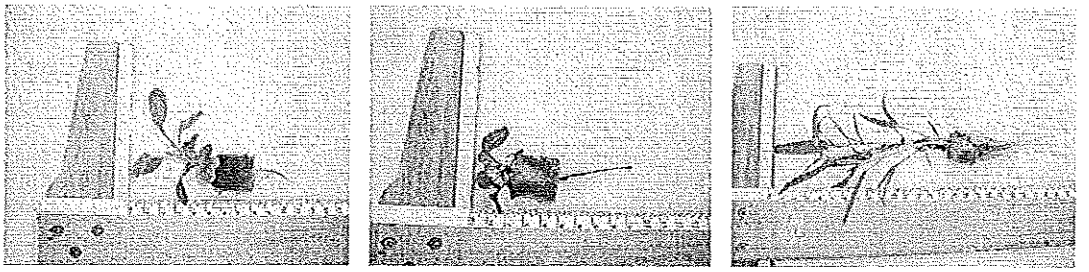


4.น้ำหมักจากสัตว์ + น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

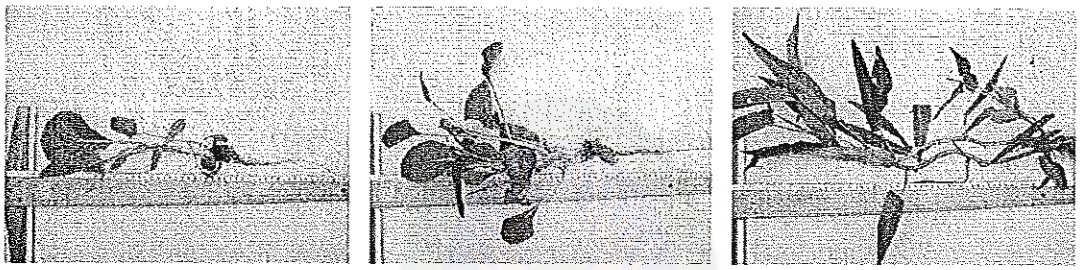


รูปที่ ค-3 การเจริญเติบโตของผักคะน้า, กวางตุ้ง และผักบุ้งในสัปดาห์ที่ 5 จากสูตรอาหารต่างๆ

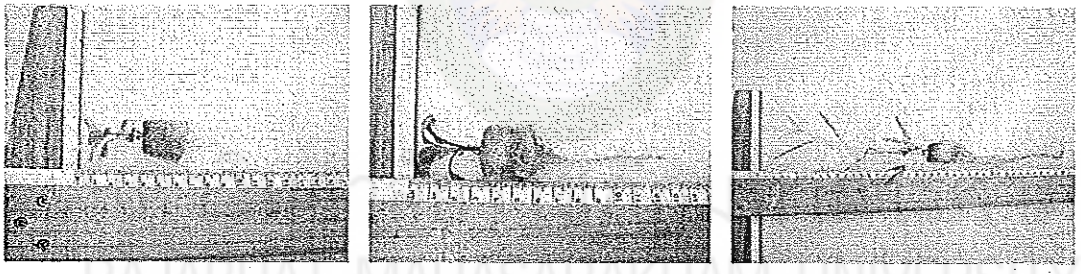
5.น้ำหมักจากพืช + น้ำยาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด



6.น้ำยาปุ๋ยเคมี



7.น้ำฝน



RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ ค-3 (ต่อ) การเจริญเติบโตของผักคะน้า, กวางตุ้ง และผักบุ้งในสัปดาห์ที่ 5 จากสูตรอาหารต่างๆ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายศราวุธ ภูมิเขตร์
เกิด วันที่ 2 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
การศึกษา พ.ศ.2543 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก
โรงเรียนนาข่าวิทยาคม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนนาข่าวิทยาคม อำเภอ วาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

ชื่อ นายสุวัฒน์ ยอดวงกอง
เกิด วันที่ 16 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา อำเภอยางสีสุราช จังหวัดมหาสารคาม
การศึกษา พ.ศ.2543 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก
โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก
โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY