ผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิดในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

EFFECTS OF BIOEXTRACT MIXED WITH HERBS EXTRACTS ON GROWTH AND YIELD OF 4 SALADS IN HYDROPONICS SYSTEM

ปิยะภรณ์ จิตรเอก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิด ในการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์

ปิยะภรณ์ จิตรเอก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิด ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ Effects of Bioextracts Mixed with Herbs Extracts on Growth and Yield of 4 Salads in Hydroponics System
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปิยะภรณ์ จิตรเอก
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, Dr. agr.
ปีการศึกษา	2556

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลลภ พรหมทอง, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, Dr. agr.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดนัย วรรณวนิช, วท.ด.)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ ศิลวัตร, Ph.D.)
วันที่ 18 เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2557

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิด ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปิยะภรณ์ จิตรเอก
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, Dr. agr.
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิด คือ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค เรดคอรัล บัตเตอร์เฮด ในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ Nutrient Film Technique (NFT) โดยใช้สารสกัดชีวภาพผสมสารสกัดจากพืช กับสารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ ทำการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือน มกราคม 2557 ถึงเดือนพฤษภาคม 2557 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 สิ่งทดลอง ดังนี้ สูตรอาหารมาตรฐาน น้ำหมักชีวภาพกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรด น้ำหมักชีวภาพกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา น้ำหมักชีวภาพกากถั่วเหลืองร่วมกับ ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรด น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนร่วมกับ ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม โดยทดลองใช้สูตรอาหารมาตรฐานของเวสโก้ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำหมักชีวภาพ 2 ชนิด คือ น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองและน้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสมุนไพร 3 ประเภท คือ สับปะรด สารสกัดสะเดา และสมุนไพรผสม (ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด ผลการทดลอง พบว่า การใช้ น้ำสกัดชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่สูงในกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดาให้ผลผลิตสูงในบัตเตอร์เฮด นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากสับปะรดสามารถลดปริมาณเมือกที่เกาะบริเวณรากที่ทำให้รากเน่าในผักสลัดได้

จากการทดลองนี้ สรุปได้ว่า น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลือง สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ Nutrient Film Technique (NFT) ได้โดยควรใช้ร่วมกับสับปะรด หรือสะเดา เพื่อลดปริมาณเมือกที่เกาะบริเวณรากของผัก

คำสำคัญ: ไฮโดรโปนิกส์ น้ำหมักชีวภาพ สมุนไพร

Thesis Title	Effects of Bioextracts Mixed with Herbs Extracts on Growth and Yield of 4 Salads in Hydroponics System
Name – Surname	Miss Piyaporn Jitaek
Program	Crop Production Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Anchalee Sawatthum, Dr. agr.
Academic Year	2013

ABSTRACT

The aim of research was to compare the growth and yield of 4 (green oak, red oak, red coral and butterhead) salads in a nutrient film technique (NFT) hydroponics system using either organic solution or a conventional inorganic fertilizer solution.

The experiment was conducted at soilless culture division, department of plant science, faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi during January2014 to May 2014. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD) with four replication and seven treatments : soybean bioextracts mixed with pineapple, neem and mixherbs (galanga, guava leave, garlic and thumbegia) vermicompost bioextract mixed with pineapple neem and mixherbs, compared to conventional solution.

The result was found that the lettuce of conventional solution grew at significantly higher rate than the organic ones. However the mixture of soybean mixed with bioextract from soybean and pineapple had a trend to give the highest fresh weight in green oak and red oak and soybean bioextract mixed with neem had the same result in butter head. Moreover it was found that pineapple extract can reduce rotting toxic soup covering the roots of salads.

It can be concluded that soybean bioextract can be used in salad production in hydroponic system Nutrient Film Technique (NFT) by mixsing with pineapple or neem extract in order to reduce rotting toxic soup covering the root of salads.

Keywords: Hydroponics, Bioextract, Herbs

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประสบความสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาอนุเคราะห์ของรองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย วรรณวนิช อาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาตั้งแต่เริ่มต้นทำการวิจัยที่คอยให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้ทำการศึกษาวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ พรหมทอง ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี สวาสดิ์ธรรม กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำในการแก้ไข ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาบ่มเพาะจนผู้วิจัยสามารถนำเอาหลักการมาประยุกต์ใช้ และอ้างอิงในงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือตลอดช่วงเวลาการศึกษาและวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพร้อมทั้งมอบความดีทั้งหมดให้แก่คุณพ่อทิน จิตรเอก และคุณแม่สำรวม จิตรเอก ผู้คอยอบรมสั่งสอนในสิ่งที่ดีงาม คอยช่วยเหลือ สนับสนุน ห่วงใย และเป็นกำลังใจที่ดีอย่างยิ่งตลอดเวลา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ และสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปต่อยอดประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในอนาคตต่อไป และถ้าหากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ปิยะภรณ์ จิตรเอก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (8)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (9)

บทที่ 1 บทนำ 10

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 10

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 11

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 11

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

2.1 ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ 12

2.2 การเกิดปัญหาจากการใช้สารละลายธาตุอาหารในระบบไฮโดรโปนิกส์ 16

2.3 น้ำสกัดชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือปุ๋ยชีวภาพ) 19

2.4 ปัญหาที่พบในการใช้น้ำหมักชีวภาพ 25

2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเจริญเติบโตของผักบางชนิดที่ใช้ทดลอง 26

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

2.7 ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นองค์ประกอบน้ำหมักชีวภาพ 27

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36

3.1 อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36

3.2 วิธีการวิจัย 37

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง 39

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย 40

4.1 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค 40

4.2 การทดองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค 41

4.3 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดคอรัล 43

4.4 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด 44

4.5 อภิปรายผลการทดลอง 46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 47

5.1 สรุปผลการวิจัย 47

5.2 ข้อเสนอแนะ 47

บรรณานุกรม 48

ภาคผนวก 51

ภาคผนวก ก 52

ภาคผนวก ข 55

ประวัติผู้เขียน 61

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ 23

ตารางที่ 2.2 ปริมาณฮอร์โมนพืชในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ 23

ตารางที่ 2.3 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่พบในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ 24

ตารางที่ 4.1 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค 41

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค 42

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดเรดคอรัล 44

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด 45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

KNO_3	Potassium nitrate
$MgSO_4$	Magnesium sulfate
KH_2PO_4	Potassium phosphate
$Ca_3(No_3)_2\ 4H_2O$	Calcium nitrate

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมปัจจุบัน ประชาชนเริ่มหันมาให้ความใส่ใจกับการรักษาสุขภาพกันมากขึ้น โดยเฉพาะเรื่องอาหารและโภชนาการเกี่ยวกับอาหาร การตัดสินใจบริโภคหรือซื้ออาหารมารับประทานของผู้บริโภคนั้น ส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยที่จะได้รับจากอาหารชนิดนั้นๆ ซึ่งอาหารเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานมากที่สุดก็คือ ผักชนิดต่างๆ เพราะหารับประทานได้ง่ายและมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป

การผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ถือเป็นการผลิตผักปลอดภัย ที่กำลังเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เพราะสามารถปลูกรับประทานเองได้แม้มีพื้นที่จำกัด และไม่ได้ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สะอาด โรคและแมลงน้อย และลดปัญหาการกำจัดวัชพืช แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการผลิตในระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นจะมีความปลอดภัยในระบบการผลิตที่สะอาด และสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่างๆได้ แต่ยังคงมีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อย ที่มีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในตัวผัก หรือ อีกนัยหนึ่งก็คือ มีความกังวลเกี่ยวกับการบริโภคผักที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร โดยเฉพาะเรื่องการสะสมของ ไนเตรท (อนุมูลของไนโตรเจนที่มีอยู่มากในสารละลายธาตุอาหาร) ที่มักจะพบมากในผักที่รับประทานใบ ซึ่งถ้าหากมีการบริโภคผักที่มีไนเตรทสะสมอยู่ในปริมาณที่มากเกินไป อาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ [1] วิธีแก้ไขปัญหาไนเตรทวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้แก้ปัญหา คือ การใช้น้ำหมักชีวภาพ โดยพบว่า กนกวรรณ และสุพัตราทดลองศึกษาใช้น้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน และน้ำหมักชีวภาพกากถั่วเหลืองในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์พบพืชเจริญเติบโตดีแต่พบปัญหาเมือกเกาะที่ราก [2] เนื่องจากมีการศึกษาการใช้สารสกัดพืชสมุนไพร บางชนิดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เช่น สับปะรด [3] สารสกัดสะเดา [4] ข่าและกระเทียม [5] ใบฝรั่ง [6] และรางจืด [7] การทดลองนี้จึงมีจุดประสงค์ในการทดลองนำ สับปะรด สารสกัดสะเดา ข่า ใบฝรั่ง รางจืดและกระเทียม มาใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือนและน้ำหมักชีวภาพกากถั่วเหลือง เพื่อหาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชทั้ง 6 ชนิด ในการควบคุมการเกิดเมือกบริเวณรากของพืชในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนและน้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการลดเมือกที่รากของพืชในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ปลูกผักสลัด 4 ชนิด คือ ผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดโอ๊ค ผักสลัดเรดคอรัล ผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ Nutrient Film Technique (NFT)

1.3.2 ใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนและน้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองและเลือกใช้สารสกัดจากพืช 6 ชนิด คือ สับปะรด สารสกัดสะเดา ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียมในอัตราที่แตกต่างกันผสมใช้ เป็นสารละลายปลูกผักสลัด ทั้ง 4 ชนิด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการลดเมือกเกาะที่รากพืช

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สมุนไพรที่มีแนวโน้มในการลดเมือกในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

1.4.2 ได้แนวทางในการลดต้นทุนในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) หมายถึง วิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยปลูกพืชลงบนวัสดุอื่นๆที่ไม่ใช้ดิน หรือปลูกลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากคำว่า “substrate culture” เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ เช่น แผ่นฟองน้ำ ทราย กรวด ขี้เลื่อย แกลบ ขุยมะพร้าว แทนดิน โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืช

การปลูกพืชไม่ใช้ดิน จากคำว่า “hydroponics” ซึ่งมาจากคำ 2 คำ ในภาษากรีก คือ “hudor” หมายถึง น้ำ และ “ponos” หมายถึง งาน หรือความหมายรวมอีกนัยหนึ่งคือ “water-working” ซึ่งหมายถึงการทำงานของน้ำ (สารละลายธาตุอาหาร) ผ่านรากพืชโดยตรง

คำว่า “hydroponics” ในระยะแรกมีความหมายแคบ โดยหมายถึงเฉพาะการปลูกพืชในสารละลายแต่ต่อมาภายหลังความหมายได้ถูกขยายให้กว้างขวางครอบคลุมทั้งระบบ ทำให้มีความหมายเดียวกับคำว่า “soilless culture” [8]

2.1 ระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ [9]

ปัจจุบันการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์มีอยู่มากมายหลายระบบ เนื่องจากมีการพัฒนากันมาเป็นเวลานาน ให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของประเทศต่างๆ อย่างไรก็ตามระบบที่พัฒนาขึ้นมีพื้นฐานมาจากระบบหลัก ตามลักษณะการให้สารละลายธาตุอาหารบริเวณรอบๆ รากพืช 3 ระบบ ได้แก่

2.1.1 แบบปลูกให้รากลอยอยู่กลางอากาศ (aeroponics) เป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ส่วนรากของพืชจะแขวนห้อยกลางอากาศลอยอยู่ภายในกล่องหรือตู้ที่เป็นห้องมืด จากนั้นจึงเติมธาตุอาหารแก่รากพืชด้วยการใช้ปั๊มอัดผ่านหัวฉีด ฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียดเป็นระยะ ๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้รากคงความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ร้อยละ 95 - 100 ข้อดีของระบบนี้ คือ รากพืชไม่ขาดออกซิเจนและจะเจริญเติบโตได้เต็มที่ ข้อเสียของระบบนี้ คือ ตู้ปลูกมักมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก และต้องลงทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ค่อนข้างสูง จึงมักใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาทางสรีระวิทยาของพืชหรือใช้ระบบขนาดเล็กเพื่อปลูกพืชเป็นงานอดิเรกมากกว่าที่จะใช้ในเชิงพาณิชย์

2.1.2 แบบปลูกในวัสดุปลูก (substrate culture) เป็นการปลูกในลักษณะที่คล้ายกับการปลูกพืชบนดินมากที่สุด การดูแลรักษาจึงคล้ายกับการปลูกพืชในกระถาง แต่ใช้วัสดุปลูกอื่นแทนดินเพื่อให้รากพยุงลำต้นอยู่ได้ การปลูกในวัสดุปลูกปริมาณของวัสดุปลูกจะน้อยกว่าดินมาก คือ รากพืชจะมีพื้นที่ในการหาน้ำและอาหารไม่เกิน 5 ลิตรต่อต้น ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับน้ำและธาตุอาหารจะต้องดูแลเป็นพิเศษ ต้องควบคุมปริมาณน้ำในวัสดุปลูกให้เหมาะสม โดยนอกจากใช้วัสดุปลูกที่มีการระบายน้ำดี อุ้มน้ำได้น้อย มีอัตราส่วนระหว่างน้ำและอากาศที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องควบคุมการให้สารละลาย ต้องระวังไม่ปล่อยให้วัสดุปลูกแห้งจนไม่มีความชื้นเหลืออยู่ เพราะถ้าแห้งถึงระดับหนึ่งรากอาจไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ ทำให้เกิดความเสียหายได้ วิธีที่เหมาะสม คือ ให้ครั้งละน้อยๆ แต่ให้บ่อยๆ เหตุนี้เองระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็น สูตรและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารจะต้องเหมาะสมกับชนิดพืช ช่วงการเจริญเติบโต และสภาพภูมิอากาศ ก่อนปลูกควรปรับ pH ของวัสดุปลูกให้อยู่ในช่วง 5.5 - 6.0 โดยใช้สารละลายกรดไนตริกเจือจาง ข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่ง คือต้องเก็บเศษรากพืชที่เหลือออกจากวัสดุปลูกให้หมดเมื่อต้องเริ่มปลูกพืชครั้งใหม่ การปลูกด้วยระบบนี้อาจจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การให้สารละลายท่วมภาชนะปลูก เริ่มหลังจากการย้ายกล้าลงปลูกใหม่ในภาชนะปลูกถาวรที่มีวัสดุปลูกตามที่จัดเตรียมไว้ โดยภาชนะนี้มีท่อสำหรับให้สารละลายไหลเข้าไปในภาชนะให้ท่วมวัสดุปลูกไม่น้อยกว่าวันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและเย็น ในฤดูร้อนอาจต้องเพิ่มเป็นวันละ 3 - 4 ครั้ง ในครั้งหนึ่งๆ จะปล่อยสารละลายแช่ขังรากพืชไว้นานประมาณ 0.5 - 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงปล่อยสารละลายให้ไหลกลับออกมาเก็บไว้ในถังเพื่อใช้ต่อไป เทคนิคการปล่อยสารละลายไหลเข้าท่วมวัสดุปลูก และระบายกลับออกมานั้น สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1.1) ใช้แรงโน้มถ่วง วิธีการ คือ นำสารละลายใส่ลงในถังพลาสติก มีท่อต่อเชื่อมกับภาชนะปลูก เมื่อจะให้สารละลายท่วมภาชนะปลูกก็ยกถังนำมาแขวนให้สูงกว่าระดับภาชนะปลูก แรงดึงดูดของโลกจะพาให้สารละลายไหลมาท่วมภาชนะและเมื่อต้องการระบายกลับออกมาก็ยกถังให้ต่ำกว่าระดับภาชนะปลูก

1.2) ใช้ระบบควบคุมเวลา วางตำแหน่งถังสารละลายให้อยู่ต่ำกว่าระดับภาชนะปลูกภายในถังมีปั๊มเล็กๆ สำหรับการส่งจ่ายสารละลายไปแช่ขังในภาชนะปลูก และมีนาฬิกาตั้งเวลาคอยควบคุมระบบการทำงานให้ไหลเข้าและ ไหลกลับตามเวลาเป็นช่วง

2) การให้สารละลายโดยการหยด จะต้องมีถังสำหรับผสมธาตุอาหาร ถังนี้จะต้องอยู่สูงกว่าภาชนะปลูกเล็กน้อย ต่อท่อลงมาระดับต่ำโดยวางท่อเป็นแนวยาว เจาะรูเป็นระยะๆ สำหรับให้สารละลายไหลลงมาตามธรรมชาติ เพื่อจ่ายหรือหยดสารละลายลงรากพืชแต่ละต้นได้อย่างต่อเนื่อง

จากนั้นสารละลายจะซึมผ่านวัสดุปลูกลงมาทีละน้อยสู่รางปลูก และไหลลงมารวมกันในถังเก็บ การทำงานจะต่อเนื่องในลักษณะนี้ โดยเมื่อสารละลายจากถังบนลดลงจนถึงระดับหนึ่งเพียงพอให้สวิทซ์ลูกลอยไปควบคุมให้ปั๊มน้ำในถังเก็บสะสมสารละลายที่อยู่ด้านล่างทำงาน และจะผลักดันให้สารละลายผ่านท่อส่งกลับคืนไปยังถังบน ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

2.1.3 แบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร (liquid culture) เป็นการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ได้รับความนิยมมากกว่าแบบอื่นๆ และใช้ได้ดีในที่ที่มีแดดจัด วิธีการหลักคือการนำรากพืชจุ่มลงในสารละลายโดยตรง รากพืชไม่มีการเกาะยึดกับวัสดุใดๆ ยังสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ ดังนั้นจึงมักใช้การยึดเหนี่ยวในส่วนของลำต้นไว้แทนเป็นการรองรับรากของต้นพืชเพื่อการทรงตัวหลังการนำรากพืชจุ่มในสารละลายและข้อสังเกตในการปลูกพืชในน้ำ คือ ปกติถ้านำต้นพืชที่ขึ้นอยู่บนดินมาวางแช่น้ำ ในระยะแรกต้นพืชจะยังสามารถเจริญงอกงามต่อไปได้ แต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งกลับพบว่า ต้นพืชที่เจริญต่อไปนั้นกลับแสดงอาการเหี่ยวเฉา โดยสาเหตุมาจากเมื่อรากพืชแช่อยู่ในน้ำนานจะเกิดการขาดออกซิเจนจึงทำให้พืชเฉาตาย ดังนั้นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารจึงต้องมีหลักการและเทคนิคที่แตกต่างจากวิธีอื่น คือต้องพัฒนารากพืชในต้นเดียวกันนั้นให้สามารถทำงานได้ 2 หน้าที่พร้อมกัน คือ รากดูดออกซิเจน (oxygen roots) และ รากดูดน้ำและธาตุอาหาร (water nutrient roots) การจะทำให้รากพืชทำงานได้ทั้ง 2 หน้าที่นั้น ต้องพยายามให้ส่วนหนึ่งของรากพืชสัมผัสกับอากาศได้โดยตรงบริเวณโคนราก (ส่วนนี้ต้องให้มีช่องว่างของอากาศไว้สำหรับให้รากหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป และอีกส่วนหนึ่งตรงปลายรากจุ่มแช่อยู่ในสารละลาย) ซึ่งหลักการ คือ รากส่วนที่มีหน้าที่ดูดน้ำและอาหารสามารถพัฒนาเป็นรากดูดอากาศได้ แต่รากดูดอากาศจะไม่สามารถเปลี่ยนเป็นรากดูดน้ำและแร่ธาตุได้ ดังนั้น จึงต้องไม่เติมสารละลายท่วมรากส่วนที่ทำหน้าที่ดูดอากาศ เพราะพืชจะไม่สามารถดูดออกซิเจนและตายได้ในที่สุด ด้วยหลักการดังกล่าวต้นพืชจึงสามารถจุ่มแช่อยู่ในสารละลายได้โดยไม่เน่าตาย และไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ในการเติมอากาศกับพืชบางชนิด ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงระดับของสารละลาย ให้มีความเหมาะสมกับความยาวของรากพืชในแต่ละช่วงอายุของพืชด้วย หรืออาจใช้เครื่องปั๊มอากาศช่วยเติมออกซิเจนให้แก่รากพืช และสำหรับระบบการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชนั้นแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1) แบบสารละลายไม่หมุนเวียน (non - circulating system) สามารถทำได้โดยเตรียมภาชนะปลูกที่ไม่มีรอยรั่วซึม นำสารละลายที่เตรียมไว้เติมลงในระดับที่พอเหมาะ แล้วนำตะแกรงหรือแผ่นโฟมเจาะรูวางทาบที่ปากภาชนะเพื่อช่วยพยุงต้นให้ทรงตัวอยู่ได้ หลังจากนั้นนำต้นกล้าที่เพาะบนฟองน้ำมาสอดเข้าในรูโฟม วิธีนี้ยังเป็นการช่วยปกป้องมิให้แสงสว่างสอดส่องลงมาในสารละลายได้ นอกจากนี้สิ่งสำคัญอีกอย่างที่ต้องคำนึงถึงคือ การเว้นช่องว่างระหว่างพื้นผิวสารละลาย

กับแผ่นโฟมเพื่อเป็นพื้นที่ให้ออกซิเจนแก่รากพืช การปลูกแบบสารละลายไม่หมุนเวียนนี้ยังจำแนกย่อยได้เป็น 2 วิธี คือ

1.1) แบบไม่เติมอากาศ

1.2) แบบเติมอากาศ โดยใช้ปั๊มลมให้ออกซิเจน เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับผู้เริ่มทดลองหรือปลูกเป็นงานอดิเรก เพราะใช้ต้นทุนต่ำ ติดตั้งง่าย สามารถใช้งานได้เร็ว และสามารถควบคุมโรคที่มาจากการไหลเวียนของน้ำได้ง่าย

2) แบบสารละลายหมุนเวียน (circulating system) จุดสำคัญของระบบนี้ คือ การใช้ปั๊มในการผลักดันให้สารละลายมีการไหลเวียนดีขึ้น ข้อดีของระบบนี้คือ นอกจากจะมีการเพิ่มออกซิเจนให้รากพืชโดยตรงแล้ว ยังเป็นการช่วยให้สารละลายเกิดการเคลื่อนไหวช่วยไม่ให้ธาตุอาหารตกตะกอน ทำให้ต้นพืชได้รับอาหารเต็มที่ เป็นระบบที่ใช้แพร่หลายในเชิงพาณิชย์ สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 วิธี คือ

2.1) การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง (nutrient flow technique) มีวิธีการเหมือนการปลูกพืชแช่ในลำธารเล็กๆ มีน้ำตื้นๆ ที่ระดับความลึกเพียง 5 - 10 เซนติเมตรไหลช้าๆ ผ่านรากพืชสม่ำเสมอ

2.2) การให้สารละลายผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ (nutrient film technique) เป็นเทคนิคที่ได้รับความสนใจอย่างมาก เป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2 - 3 มิลลิเมตร) ในลำรางปลูกพืชกว้างตั้งแต่ 5 - 35 เซนติเมตร ขึ้นกับชนิดของพืชที่ปลูก ลำรางสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางตั้งแต่ 5 - 20 เมตร แต่โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 10 เมตร เพราะจะทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนระหว่างหัวและท้ายรางได้ รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80 - 200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป หรือทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรือ อลูมิเนียมบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย ต้นพืชจะลอยอยู่ในลำรางได้โดยใช้วัสดุห่อหุ้มต้นหรือให้รากพืชเกาะยึดกับวัสดุรองรับรากที่สามารถดูดซับน้ำได้ซึ่งในต่างประเทศนิยมใช้ polyurethane foam แต่สำหรับประเทศไทยการใช้วัสดุชนิดนี้จะทำให้ต้นทุนสูงขึ้นมากเนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงต้องใช้วัสดุอื่นที่หาได้ในประเทศไทยแทน รางปลูกจะถูกปรับให้ลาดเทประมาณร้อยละ 2 สารละลายจะถูกปั๊มสูบน้ำจากถังเก็บสารละลาย แล้วปล่อยเป็นฟิล์มบางๆ ผ่านรากพืชด้วยความเร็วประมาณ 2 ลิตรต่อนาที เพื่อให้รากพืชได้รับออกซิเจนเพียงพอ ที่ปลายอีกด้านหนึ่งของลำรางจะมีรางนำรองรับสารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้ว ไปรวมที่ถังเพื่อดูดกลับมาใช้ใหม่

ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) มีข้อดีหลายอย่าง เช่น ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ เนื่องจากมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา ระบบการให้สารละลายแก่พืชไม่ยุ่งยาก ป้องกันกำจัดโรคพืชในสารละลายได้ง่าย เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องจำกัด สามารถปลูกพืชต่อเนื่องได้ตลอดปีไม่ต้องเสียเวลาเตรียมระบบปลูก อย่างไรก็ตามระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ก็มีข้อเสีย โดยปัญหาที่สำคัญที่สุดโดยเฉพาะในแถบร้อน คือการสะสมความร้อนของสารละลายในเวลากลางวัน โดยขณะที่อุณหภูมิสูงทำให้รากมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิสูงกลับทำให้ออกซิเจนละลายได้น้อยลงในสารละลาย ทำให้มีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของรากพืช การละลายของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบครั้งแรกค่อนข้างสูงมากโดยเฉพาะถ้าใช้ขาตั้งที่ทำจากโลหะ เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะเป็นระบบที่เสียได้ง่ายและพืชจะกระทบกระเทือนอย่างรวดเร็ว ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย เพราะถ้ามีสิ่งเจือปนมากจะเกิดการสะสมประจุบางตัวทำให้ต้องเปลี่ยนสารละลายบ่อย

2.2 การเกิดปัญหาจากการใช้สารละลายธาตุอาหารในระบบไฮโดรโปนิกส์

ไนเตรท (NO_3) เป็นรูปของไนโตรเจนที่พืชมีความต้องการและพืชดูดขึ้นไปใช้มากที่สุดในการสร้างการเจริญเติบโต พืชได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของไนเตรทอย่างเพียงพอจะมีการเจริญเติบโตที่ สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามหากพืชได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของไนเตรทมากเกินไปจนใช้หมดจะเกิดการสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆของต้นพืช หากมีการนำพืชมาบริโภคจะทำให้ได้รับสารไนเตรท ถ้าได้รับมากเกินไปหรือได้รับอย่างต่อเนื่องสามารถทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค นับตั้งแต่ร่างกายขาดอากาศเฉียบพลัน ร่างกายค่อยๆ อ่อนแอลงไป จนถึงขั้นก่อให้เกิดโรคมะเร็งในกระเพาะอาหาร ตับ ไต และกระเพาะปัสสาวะ [10]

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นการให้ธาตุอาหารแก่พืชโดยการใช้สารละลายอาหารที่เตรียมขึ้นและในสารละลายนั้นมักมีไนเตรทอยู่ระหว่าง 80 - 100% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่ใช้ [11] จึงมีความเป็นไปได้ว่าอาจเกิดการสะสมของสารไนเตรทในต้นพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินส่วนสารละลายจากสารอินทรีย์มีไนโตรเจนส่วนใหญ่ในรูปของแอมโมเนีย ดังนั้น ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการใช้ปุ๋ยจากแหล่งอินทรีย์ คือ หลีกเลี่ยงปริมาณไนเตรทปริมาณสูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ [12] ได้ มีการศึกษาการใช้สารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่า สารอินทรีย์ใช้ได้ผลดีกับพืชที่ต้องการธาตุอาหารน้อยหรือพืชที่ทนต่อการขาดความสมดุลของสารละลายธาตุอาหาร

2.2.1 การเกิดปัญหาจากการตกค้างของไนเตรทในพืช

ในการปลูกพืชบนดินโดยปกติแล้วไม่ว่าเราจะใส่ปุ๋ยในรูปของปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยแอมโมเนียที่ให้แอมโมเนียในรูปของปุ๋ยไนโตรเจนที่มักจะเติมลงไปในดินนั้นเรามักพบว่า ปริมาณของแอมโมเนียมีน้อยเนื่องจากแอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์ 2 ขั้นตอนอย่างรวดเร็วกลายเป็นไนเตรทที่เป็นปุ๋ยหลักในดินโดยกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มไนโตรโซเมเนส (*Nitrosomanas* spp.) และไนโตรแบคเตอร์ (*Nitrobacter* spp.) ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการไนทริพิเคชั่น (Nitrification) การเกิดการสะสมไนเตรท เนื่องจากพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง โดยกระบวนการจัดการผลผลิตที่พืชกำหนดขึ้นกระบวนการเหล่านี้จะมีหลายกิจกรรมที่กระทำอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เช่น “กิจกรรม สังเคราะห์” เพื่อการสร้าง และ “กิจกรรม สลาย” จากผลผลิตที่ได้มาจากกิจกรรมหนึ่งไปเป็นกิจกรรมอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ยิ่งขึ้น เช่น การเปลี่ยนไนเตรท (NO_3) ไปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ก่อนที่พืชจะนำแอมโมเนีย (NH_3) ไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนอันเป็นลักษณะของกิจกรรมสังเคราะห์ แต่บางครั้งแอมโมเนีย (NH_3) จะเปลี่ยนไปเป็นไนเตรท (NO_3) อันเป็นลักษณะของกิจกรรมสลายในขณะเดียวกันก็จะเปลี่ยนกลับมาเป็นแอมโมเนีย (NH_3) สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ และไม่เก็บกักหรือสะสม ในเซลล์ของพืช ในขณะที่ไนเตรท (NO_3) สามารถดูดซับและสะสมในแวลคิวโอล ที่อยู่ในเซลล์พืชได้บ้าง เพื่อรอเมื่อต้องการ เปลี่ยนกลับมาเป็นแอมโมเนีย (NH_3) อีกก่อนนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น ขาดแสงแดดหรือธาตุโมลิบดินัม ดังนั้นจึงเกิดลักษณะการสะสมของไนเตรทในพืชขึ้นมา ธรรมชาติในกระบวนการเจริญเติบโตของพืช (ที่ปลูกบนดินหรือปลูกโดยไม่ใช้ดิน) ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เมื่อได้รับไนเตรทเข้าไปแล้วพืชจะไม่สะสมไนเตรทไว้นานเนื่องจากจะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เอนไซม์ต่างๆ ในพืชมาเร่งปฏิกิริยาให้เปลี่ยนแปลงนี้จะมีแสงแดดเข้ามาเกี่ยวข้อง กล่าวคือ การมีอากาศร้อนและมี “แสงแดด” จัดหรือความเข้มข้นของแสงมากและมีชั่วโมงของแสงที่ยาวนานจะทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามปกติหรือทำให้ไม่มีการสะสมของไนเตรทในพืช ดังนั้นปัญหาการตกค้างของไนเตรทมักจะเกิดกับพืชที่ปลูกในโรงเรือนในประเทศที่มีฤดูหนาวจัดจนมีหิมะตก หรือมีแสงแดดน้อยหรือมีท้องฟ้าที่มืดครึ้ม 2 - 3 สัปดาห์ ติดต่อกัน [13] ส่วนมากจะเป็นประเทศที่มีอุณหภูมิ 4 ฤดูกาล คือ ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว ฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อน โดยมักพบว่าปริมาณของไนเตรทจะมีมากในช่วงฤดูหนาว และฤดูใบไม้ร่วง มากกว่าฤดูร้อนและฤดูใบไม้ผลิ

สำหรับปัญหาเรื่องการตกค้าง หรือการสะสมของไนเตรทในผลผลิตพืชในประเทศไทยนั้นไม่แน่จะมีหรือไม่มี หากมีก็ไม่น่าจะอยู่ใน “ระดับที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค” (การตรวจวัดควรคำนึงถึงวิธีการเก็บและการทำความสะอาดพืชตัวอย่าง รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด) เนื่องจาก

ประเทศไทยไม่มีฤดูหนาวที่หนาวจัดจนมีหิมะตกหรือมีแสงแดดน้อยหรือมีท้องฟ้าที่มืดครึ้ม 2 - 3 สัปดาห์ติดต่อกันเหมือนประเทศในเขตหนาว

2.2.2 การใช้สารอินทรีย์ปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

มีการศึกษาการใช้สารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และพบว่าสารอินทรีย์ใช้ได้ผลดีกับพืชที่ต้องการธาตุอาหารน้อยหรือพืชที่ทนทานต่อการขาดความสมดุลของสารละลายธาตุอาหาร Douglas [14] รายงานว่ามีธาตุอาหารอินทรีย์ที่ใช้ได้ผลดีกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ประกอบด้วย เลือด กระดูกป่น เศษปลา ขี้เถ้า ปุ๋ยคอก ดีเกลือ และปูน ส่วนสูตรที่ 2 ประกอบด้วยกีบและเขาสัตว์ป่น กระดูกป่น ผงชอล์ก ผงแมกนีเซียม ขี้เถ้าไม้ Oilcake และเศษสนิมจากตะปู โดยทั้ง 2 สูตร เตรียมโดยเอาวัสดุใส่กระสอบ และแช่ในถังน้ำ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วจึงเอาสารละลายมาใช้กับพืช สารละลายจะต้องเปลี่ยนทุกเดือน

El Shinnawy [12] ใช้ปุ๋ยคอกเป็นแหล่งธาตุอาหารของผักสลัดในการปลูกแบบ NFT ปุ๋ยคอกที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ มูลไก่ มูลนกพิราบ และมูลกระบือ โดยเปรียบเทียบกับสูตรอาหารมาตรฐานอนินทรีย์ ปรับค่า E.C. ให้อยู่ระหว่าง 1.8 - 2.0 Ms/cm และ pH ระหว่าง 5.5 - 6.5 การเตรียมสารละลายปุ๋ยคอกทำได้โดยใช้มูลสัตว์ 1 กิโลกรัม ละลายน้ำกลั่น 4 ลิตร และเขย่า 15 นาที หมักทิ้งไว้ 2 วัน หลังจากนั้นจึงกรองเก็บไว้เป็น Stock A ใช้กรดซิตริก ในการปรับค่า pH ส่วนสูตรอาหารอนินทรีย์ปรับโดยใช้กรดไนตริก และฟอสฟอริก เปลี่ยนสารละลายทุกสัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่าผักสลัดให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อใช้สารอนินทรีย์ รองลงมาคือการใช้มูลไก่

Morgan [15] ได้ศึกษาการผลิต radish sprouts แบบระบบการปลูกพืชไร้ดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ โดยระบบปลูกจะคล้ายกับการปลูก mustard และ cress ในประเทศญี่ปุ่น การทดลองนี้ใช้สารละลายธาตุอาหาร Solufeed F และปุ๋ยอนินทรีย์สกัดจากสาหร่ายทะเลยี่ห้อ Kelpack, Marigro และ Maxicrop โดยผสมลงไปในสารละลายธาตุอาหารและฉีดพ่นทางใบ โดยค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.5 - 4.0 MS/cm ปุ๋ยยี่ห้อ Maxicrop ให้อัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด สีของใบเข้ม คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว การประเมินผลทางรสชาติและประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ในขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์สกัดจากสาหร่ายทะเลอื่นให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ข้อด้อยของ Maxicrop คือ ผัก มีลักษณะยืดยาวเกินไป ซึ่งเป็นปัญหาในช่วงการขนส่ง และรากมีสีน้ำตาลอ่อนอันเนื่องมาจากสีของ Maxicrop กรรมวิธีที่ดีที่สุดคือ การใช้ Maxicrop ผสมกับสารละลายธาตุอาหาร ควบคุมการนำไฟฟ้าที่ 0.6 Ms/cm ในช่วง 4 วัน การนำไฟฟ้า 1.2 Ms/cm ในวันที่ 5 และการนำไฟฟ้า 2.0 Ms/cm ในวันที่ 6 และ 7

มีการทดลองใช้น้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกเยอร์บีร่าและมะเขือเทศ เปรียบเทียบกับการใช้สารละลายอนินทรีย์มาตรฐาน ผลการทดลองพบว่าน้ำทิ้งมีธาตุอาหารไม่สมดุลกัน จึงทำให้

ผลผลิตทั้งสองชนิดมีปริมาณต่ำ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า ถ้าปรับปรุงน้ำทิ้งโดยเติมปุ๋ยอนินทรีย์บางชนิดลงไปในน้ำจะสามารถปลูกต้นพืชโดยไม่ใช้ดินได้ [15]

สุรชัย [16] ได้มีการศึกษาการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากพืชและสารสกัดชีวภาพจากปลาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดหอม และพริกยักษ์ ในระบบปลูกพืชไร้ดิน พบว่าการใช้สารสกัดชีวภาพจากพืชและปลาให้ผลไม่แตกต่างกันคือ ในอัตราส่วนที่ 1 : 1000 จะให้การเจริญเติบโตและการดูดกินธาตุอาหารดีที่สุด และพบว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพร่วมกับสารละลายที่มีธาตุอาหารครบทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและดูดกินธาตุอาหารดีกว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารครบเพียงอย่างเดียวและดีกว่าการใช้ร่วมกับสารละลายที่มีเฉพาะธาตุอาหาร N - P – K

ผลการศึกษาโดยทั่วไปพบว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพเพียงอย่างเดียว ทำให้ผลผลิตต่ำกว่าการใช้สารอนินทรีย์ที่เป็นเช่นนี้เพราะมักใช้สารอินทรีย์เพียงชนิดเดียว ทำให้ได้ธาตุอาหารไม่ครบตามที่พืชต้องการ ดังนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์นั้น ควรเติมสารละลายโดยใช้วัตถุดิบ 4- 5 ชนิดที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น เลือด กระดูกสัตว์ เศษปลา สาหร่ายทะเล ปุ๋ยคอก ผสมกันในสัดส่วนต่างๆ เพื่อให้ธาตุอาหารสมดุล

2.3 น้ำสกัดชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือปุ๋ยชีวภาพ) [17]

น้ำสกัดชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือปุ๋ยชีวภาพ) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำเอาส่วนต่างๆ ของพืช สัตว์ หรือสารอินทรีย์ต่างๆ ไปหมักกับกากน้ำตาลได้สารละลายสีน้ำตาลไหม้ซึ่งเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ภายในเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ที่ถูกดึงออกมานอกเซลล์ด้วยกระบวนการออสโมติก และกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งของเหลวสีน้ำตาลไหม้นี้จะประกอบไปด้วยธาตุอาหารพืช กรดอินทรีย์ กรดอะมิโนและฮอร์โมนพืชต่างๆ

วิธีสกัดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ [18]

วิธีสกัดส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งเป็นของเหลวออกจากเซลล์ของพืชและสัตว์ อาจทำได้หลายวิธีในทางชีวภาพมี 2 วิธี ที่ใช้สกัดส่วนประกอบที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ของพืชออกมา

1) วิธีการใช้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลาย มีจุลินทรีย์หลายชนิดในธรรมชาติที่สามารถย่อยเซลล์พืชและเซลล์สัตว์แล้วปลดปล่อยสารต่างๆ ออกมา

2) วิธีการให้สารละลายภายนอกเซลล์เข้มมากขึ้น เป็นการดึงเอาของเหลวภายในเซลล์ออกมานอกเซลล์ และพาเอาสารประกอบออกมาด้วย

2.3.1 องค์ประกอบหลักของการหมัก [18]

การย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ในการหมัก เป็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในถังหมัก ซึ่งมีทั้งพวกที่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต ดังนั้น หากต้องการให้กระบวนการหมักมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการทำงานและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์เหล่านี้เสียก่อน ซึ่งมีองค์ประกอบหรือปัจจัยที่สำคัญ คือ

2.3.1.1 อาหาร จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอาหารในการดำรงชีวิต จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการอาหารที่แตกต่างกัน เช่น พวกยีสต์ จะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอาหารพวกแป้งและน้ำตาลได้ดี พวกแบคทีเรียบางชนิดสามารถย่อยสลายโปรตีนได้ดี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์จะต้องการธาตุอาหารที่สำคัญ 2 อย่าง คือ คาร์บอนและไนโตรเจน คาร์บอนจะเป็นองค์ประกอบจำพวกแป้งและน้ำตาลและเซลลูโลสในพืช ส่วนไนโตรเจนจะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ซึ่งจะมีมากในสัตว์ ในสูตรปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพหลายชนิดจะมีการเติมกากน้ำตาล (molasses) ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของกากน้ำตาลคือน้ำตาลซูโครส ส่วนที่เหลือจากการผลิตน้ำตาลทราย น้ำตาล ส่วนนี้สามารถใช้เป็นแหล่งอาหาร (คาร์บอน) สำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักได้เป็นอย่างดี

2.3.1.2 อากาศ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายเศษซากพืชในกระบวนการหมักแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ พวกที่ต้องการอากาศในการดำรงชีวิตและพวกที่ไม่ต้องการอากาศหรือออกซิเจนในการดำรงชีวิต โดยปกติการย่อยสลายของเศษซากพืช ซากสัตว์ ในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนหรืออับอากาศจะทำให้เกิดกลิ่นบูดเน่า ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จึงต้องมีการเติมอากาศให้กับกระบวนการหมัก ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น การคนเป็นครั้งคราวหรือการใช้เครื่องพ่นอากาศแบบที่ใช้กับตู้ปลา

2.3.1.3 อุณหภูมิ จุลินทรีย์ต่างชนิดกันจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน บางชนิดต้องการอุณหภูมิสูง บางชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำ แต่โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิที่ไม่สูงมากเกินไป

2.3.1.4 ความชื้น ในการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ ความชื้นหรือน้ำในถังน้ำหมักจะมีอย่างเพียงพอ จนกระทั่งมากเกินไปจนเป็นสาเหตุให้เกิดสภาพอับอากาศได้ ปริมาณธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเป็นธาตุอาหารสำหรับพืชที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช จุลินทรีย์และอื่นๆ อีกมากมาย ปริมาณธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจะมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามวัสดุที่นำมาทำ

2.3.1.5 คุณสมบัติทั่วไป ความเป็นกรด - ด่าง ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเป็นกรด - กรดจัดอยู่ในช่วง 3.5 - 5.6 หากฉีดสารละลายบนใบพืชหรือรดโคนต้นโดยตรงอาจเป็นอันตรายต่อพืชได้

ดังนั้นการนำไปใช้จะต้องให้ความเข้มข้นเจือจางลงไปก่อน ด้วยการผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับพืชที่นำไปใช้

2.3.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง [18]

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกลุ่มต่างๆ คือ

1) แบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus* sp. *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp.

2) รา ได้แก่ *Aspergillus niger, Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp.

3) ยีสต์ ได้แก่ *Canida* sp. ฯลฯ

2.3.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ [19]

1) อาหาร น้ำตาล ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส

2) อากาศหรือก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวแบ่งประเภทของจุลินทรีย์

3) น้ำมีสภาพเป็นกลาง ทำให้สารอาหารอยู่ในสภาพเป็นสารละลาย จุลินทรีย์จึงสามารถนำจุลินทรีย์เข้าไปในเซลล์ได้ (ถ้าเป็นน้ำสะอาดจุลินทรีย์จะเจริญได้ดีขึ้น)

4) อุณหภูมิ เป็นสิ่งกำหนดอัตราและปริมาณการเจริญเติบโต เช่น กรณีเชื้อยีสต์ อุณหภูมิ 20 - 30 องศาเซลเซียส คือ ช่วงที่เหมาะสมได้เชื้อดี อุณหภูมิ 30 - 37 องศาเซลเซียส คือ ช่วงที่ไม่เหมาะสมจะได้เชื้อโรค

5) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) เป็นตัวบ่งชี้ว่าจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้หรือไม่ เช่น ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ pH 3.5 - 3.8 หรือสภาพเป็นกรดสูง

2.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก มีลักษณะดังนี้ [18]

1) การเจริญของจุลินทรีย์ ปรากฏเชื้อยีสต์และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ เต็มผิวหน้าของวัสดุหมักในช่วง 1 - 3 วันหลังการหมัก

2) การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของวัสดุและใกล้ผิววัสดุหมัก

3) การเกิดกลิ่นแอลกอฮอล์มีกลิ่นแอลกอฮอล์ค่อนข้างฉุนมาก

4) ความใสของสารละลายเป็นของเหลวใสไม่ขุ่น แล้วค่อยๆ เป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น

2.3.2.3 ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักที่สมบูรณ์แล้ว [18]

1) มีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง

2) กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง

3) มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น

4) ได้สารละลายหรือของเหลวใส

5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือ pH อยู่ระหว่าง 3-4

2.3.2.4 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำสกัดชีวภาพ [20]

1) มีค่า pH (ความเป็นกรด - ด่าง) อยู่ในช่วง 3.5 - 5.6 ปฏิกิริยาเป็นกรดถึงกรดจัด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6 - 7

2) ความเข้มข้นของสารละลายสูง โดยค่าของการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, E.C.) อยู่ระหว่าง 2 - 12 desicemin/Meter (ds/m) ซึ่งค่า E.C. เหมาะสมกับพืชควรจะอยู่ต่ำกว่า 4 ds/m

3) ความสมบูรณ์ของการหมัก พิจารณาค่า C/N ratio มีค่าระหว่าง 1/2 - 70/1 ซึ่งถ้า C/N ratio สูง เมื่อนำไปฉีดพ่นบนต้นพืชอาจแสดงอาการใบเหลือง เนื่องจากขาดธาตุไนโตรเจนได้ (แสดงในตารางที่ 2.1) ปริมาณธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ และปริมาณฮอร์โมนพืช (แสดงในตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ

ธาตุอาหาร	ชนิดของน้ำหมัก	
	พืช	ปลา
ธาตุอาหารหลัก (%)		
N	0.003-1.66	1.06-1.70
P_2O_5	0.4	0.18-1.14
K_2O	0.05-3.53	1.0-2.39
ธาตุอาหารรอง (%)		
แคลเซียม	0.05-0.45	0.29-1.0
แมกนีเซียมและซัลเฟอร์	0.1-0.37	-
ธาตุอาหารเสริม (%)		
เหล็ก	30-350	2,000-11,000
คลอไรด์	500-1,700	2,000-11,000

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร (2547)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณฮอร์โมนพืช ในตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ

ชนิดของน้ำหมักชีวภาพ	ฮอร์โมนพืช (ppm)			
	LAA	**GA_3**	**Zeatin**	**Kinetin**
พืช	2.37	18-140	1-20	114
ปลา	2.37	-	2-4*	-

*หมายเหตุ : พบในน้ำสกัดชีวภาพจากปลาที่ใส่น้ำมันมะพร้าว

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร (2547)

กรดอะมิโน [20]

ปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนในน้ำปุ๋ยหมักชีวภาพแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 2.3) กรดอะมิโนเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อพืช กล่าวคือ พืชสามารถดูดซับและนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงเป็นส่วนใหญ่ บางส่วนเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในดินทำให้ดินมีชีวิตมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่พบในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

ชนิดของกรดอะมิโน	ปริมาณของกรดอะมิโน (ppm)
กรดแอสพาติก	346.60
ทรีโอนีน	26.34
ซีรีน	39.30
กรดลูตามิค	127.45
โปรลีน	1.26
ไกลซีน	43.24
อะลาซีน	91.69
ซีสทีน	17.88
วาลีน	55.26
เมไทโอนีน	9.37
ไอโซ-ลิวซีน	26.26
ลิวซีน	34.30
ไทโรซีน	22.14
ฟีนิลอะลานีน	4.44
ฮีสทีดีน	16.28
ไลซีน	30.20
อาร์จินีน	18.76
ทริปโนแฟน	6.22

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร (2547)

2.3.2.5 ผลการวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพ [20]

การตรวจวิเคราะห์กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ของน้ำสกัดชีวภาพดำเนินการโดยสำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสารธรรมชาติ มีดังนี้

1) ถ้าในน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีสภาพเป็นกรดและมีก๊าซออกซิเจนในการหมัก คือ (เปิดฝาเวลาหมัก) ในสารละลายมีแบคทีเรียชนิด Methanotrophic (ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เปลี่ยนก๊าซมีเทนได้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (methanol) และมีธาตุเหล็ก หรืออิออนเหล็ก ($Fe_2^+Fe_3^+$) ในพืชที่ใช้หมัก เช่นพวกผักขม, ผักคะน้า เป็นต้นจะเปลี่ยนก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมัก

ได้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (methanol) และแอลกอฮอล์จะถูกออกซิเจนในอากาศทำให้กลายเป็นเอสเตอร์ของแอลกอฮอล์ ซึ่งสารพวกเอสเตอร์จะมีกลิ่นหอมและกลิ่นเหม็นเฉพาะตัว ใช้เป็นสารดึงดูดแมลง และสารไล่แมลงได้

2) กลูโคสในพืชที่ใช้หมัก ถ้าในขณะหมักมีแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (gram positive) คือ *Eubacterium, Sareina ventriculi* และมีออกซิเจน เปิดฝาเวลาหมักพร้อมกับในสารละลายมี enzyme 3 ตัว ซึ่งมีอยู่ในพืชเอง คือ pyruvate dehydrogenase, phosphotransacetylase, acetate kinase ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารกลูโคส ให้กลายเป็นสารไพรูเวท และจะถูกย่อยสลายต่อไปจนสุดท้ายได้สาร acetic acid และ acetate เมื่ออนุมูล acetate มารวมตัวกับ minor elements เช่น Ca, Mg จะได้เป็น Calcium acetate และ Magnesium acetate ถ้ารวมตัวกับพวก major elements จะได้เป็น $NaOOCH_3$ C (Sodium acetate) หรือ $KOOCH_3$ C (potassium acetate) ซึ่งพืชพร้อมจะดูดเอาไปใช้เป็นอาหารได้เลย

3) ถ้าหมักแบบปิดฝาไม่มีออกซิเจน ethanol ซึ่งเป็นสาร product สุดท้าย เมื่อเจออากาศจะได้เป็นสารพวกเอสเตอร์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเช่นกันซึ่งใช้เป็นสารดึงดูดแมลงและเป็นสารไล่แมลงได้

4) แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (gram negative) ชื่อ *Eubacterium, Zymononas mobilis* จะได้สาร ethanol แล้วเปลี่ยนเป็นเอสเตอร์เช่นกัน

5) กลูโคสเป็นสารที่มีอยู่ในพืชทุกชนิดในรูปน้ำตาลชนิดหนึ่งที่ถูกสะสมเอาไว้ใช้เมื่อจำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นรูปอื่นๆที่พร้อมจะนำไปใช้ เช่น พลังงาน, อาหารต่างๆ ฯลฯ เมื่อได้ products สุดท้ายเป็น acetic acid, lactic acid เมื่ออยู่ในสารละลายถ้ามี major elements, minor elements จะเปลี่ยนรูปเป็นสารอาหารเช่นกัน ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

2.4 ปัญหาที่พบในการใช้น้ำหมักชีวภาพ [21]

การใช้น้ำหมักชีวภาพ กับพืชในดินควรมีอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยหมัก และเศษพืชแห้งคลุมดินไว้ด้วย ซึ่งทำให้การใช้ประโยชน์จากน้ำหมักชีวภาพได้ผลดี และหากพืชที่มีวัสดุปลูกพวกกาบมะพร้าวที่ปลูกกล้วยไม้ หากใช้น้ำหมักชีวภาพ จะทำให้วัสดุปลูกผุเร็วก่อนเวลาอันเหมาะสม และน้ำหมักชีวภาพที่มีธาตุไนโตรเจนสูง ควรระมัดระวังในการใช้ เพราะใช้มากอาจทำให้ใบเฝือและไม่ออกดอก-ออกผล การใช้น้ำหมักชีวภาพให้ได้ประโยชน์สูงสุด จะต้องเพิ่มธาตุอาหารในดินลงไปด้วยและสิ่งที่จำเป็นของการใช้น้ำหมักชีวภาพทุกครั้ง ต้องใช้ในอัตราที่เจือจาง เช่น อัตรา 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 5 - 10 ลิตร (1: 500 - 1,000) (คือ 1 ต่อ 500 หรือ 1 ต่อ 1,000 หรือ 2 - 4 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 1 ปี๊บ) และฉีดพ่นให้

บ่อยครั้งได้กับพืชผัก และไม้ผล ไม้ยืนต้น หากไม่ได้เจือจางจะทำให้ใบของพืชไหม้ได้ กรณีของการราดลงบนกองใบไม้ใบหญ้า สด แห้ง ใช้ในอัตรา 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 2 - 3 ลิตร (1: 200 - 250) และใช้พลาสติกคลุมกองพืช ปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 1 - 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำมาใช้ประโยชน์ได้ ใช้ผสมดินหรือคลุมดินบริเวณต้นพืชได้ ส่วนแปลงปลูกพืชที่มีวัชพืชจำพวกที่มีเมล็ด กำจัดได้โดย ทำการพรวนดิน รดน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่เจือจางใน อัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 5 ลิตร (1:500) ภายใน 2 - 3 วัน บริเวณนั้นก็สามารถปลูกพืชได้

2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเจริญเติบโตของผักบางชนิดที่ใช้ทดลอง

ผักสลัด หรือผักกาดหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. มีหลายชนิดหลายพันธุ์ สามารถรวบรวมเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 3 ประเภท คือชนิดห่อเป็นหัว (Cabbage หรือ Butterhead type) ชนิดใบกรอบที่เรียกว่าผักกาดหอมคอสหรือผักกาดคอส (Cos หรือ Romaine lettuce) และบางชนิดที่เป็นใบไม่ห่อ (loose-leaf lettuce) เช่น ผักกาดหอมใบแดง หรือผักสลัดใบแดง ผักสลัดเป็นที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะในสลัดหรือรับประทานกับยำ นำมาตกแต่งในจานอาหารแต่สามารถประกอบอาหารได้บางชนิด ผักสลัดมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก มีวิตามินซีสารประกอบฟีโนอิกและใยอาหาร [22] โดยเฉพาะผักกาดหอมที่มีใบสีแดง นอกจากนี้ยังให้ฮีโมโกลบิน (hemoglonin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูก เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน

กรีนโอ๊ค เป็นผักตระกูลสลัดต่างประเทศรูปทรงสวยเป็นพุ่ม ใบหยักมีสีเขียวอ่อนรสชาติหวานกรอบคล้ายผักกาดหอม

เรดโอีค เป็นผักที่มีรูปร่างเป็นพุ่ม ใบหยักมีสีแดงเข้มและเขียวเข้มแล้วแต่สายพันธุ์ ใบละเอียด มีกากใยอาหารสูงย่อยง่าย

เรดคอรัล เป็นผักคล้ายเรดโอ๊ค ใบหยักมีสีเขียวอมแดง ใบละเอียด รูปทรงเป็นพุ่มมีกากใยอาหารสูง ย่อยง่าย รสชาติหวานและกรอบ

บัตเตอร์เฮด เป็นผักสลัดที่มีรูปร่างสวยงามคล้ายดอกไม้ รูปทรงสวยงามคล้ายพุ่มกุหลาบ ใบมนอัดแน่นเป็นใจผัก ทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี รสชาติหวานกรอบ ไม่ขมทำอาหารได้หลายชนิด [23]

ผักสลัดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิดแต่สามารถปลูกได้ดีในดินร่วนซึ่งมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.0 - 7.0 ความชื้นในดินพอสมควรพื้นที่ปลูกควรให้ได้รับแสงตลอดวัน ผักสลัดต้องการสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 10-24 องศาเซลเซียส หากปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ผักสลัดมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว อายุตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวประมาณ 40-50วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ [24]

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิราภรณ์ และเรือนแก้ว [25] ศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิดคือ ผักชีฝรั่ง ชะพลู สะระแหน่ ฟักแม้ว โหระพา กะเพรา เตย นำมาสกัดสาร โดยใช้น้ำ เมทานอลและเอทานอลเป็นตัวทำละลายได้ นำมาศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Escberichia coli* ATCC25922, Klebsiella pneumoniac ATCC27736, *Staphylococcus aureus* ATCC6538, epidermidis ATCC12228 ด้วยวิธี Agar well diffusion โดยทดลองใช้สารสกัด 21 ตัวอย่างต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 1 สายพันธุ์ผลการทดลอง พบว่า สารสกัดฟักแม้วทำละลายด้วยเมทานอลแสดงการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S .epidermidis* ได้ดีที่สุด

ธิติกาญจน์ [26] ศึกษาอิทธิพลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งที่ปลูกในถุงดำ (5 x 10 นิ้ว) ประกอบด้วยการทดลองไม่ใช้น้ำสกัดชีวภาพ ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากเศษผัก ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากเปลือกสับปะรดและน้ำสกัดชีวภาพจากเศษปลา โดยฉีดทุก 5 วัน พบว่า การใช้น้ำสกัดชีวภาพเปลือกสับปะรด ให้ความยาวใบและน้ำหนักสดพร้อมรากสูงที่สุด

ทาริกา [7] ศึกษาทดสอบสมุนไพรชนิดต่างๆร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพในการยับยั้งการเกิดโรคในลูกอ๊อดกบโดยใช้สมุนไพรชนิดต่างๆ ได้แก่ ใบมะระขี้นก ใบฝรั่ง ใบกะเพรา และใบมะยม ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ใบฝรั่งทำให้แบคทีเรียที่ทดสอบไม่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ เมื่อทำการทดลองลี้ยงในฟาร์มโดยปล่อยลูกอ๊อดกบอายุ 3 วันในบ่อซีเมนต์ อัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตารางเมตรให้อาหารผสมสมุนไพรชนิดต่างๆร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพสเปรย์ที่บ่อทุกสัปดาห์ผลปรากฏว่า บ่อที่เลี้ยงโดยใช้ใบฝรั่งร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพมีอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และไม่พบว่ามีแผลหรืออาการผิดปกติของลูกอ๊อดกบ

กัลทิมา [5] ทดลองศึกษาการใช้สารสกัดพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีการศึกษาควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ เชื้อ *Colletotrichum* sp. ทดสอบฤทธิ์จากพืช 12 ชนิด ได้แก่ กะเพรา กระเทียม ข่า ขมิ้น ดีปลี พลู พลูคาว ฟ้าทะลายโจร มะกรูด ส้มป่อย สะระแหน่ และสาบเสือพบว่าสารสกัดจากข่าให้ผลการยับยั้งเชื้อดีที่สุด

2.7 ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นองค์ประกอบน้ำหมักชีวภาพ [27]

2.7.1 มูลไส้เดือน

มูลไส้เดือน หมายถึง เศษซากอินทรีย์วัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านั้น ภายในลำไส้ของไส้เดือนดินแล้วจึงขับถ่าย

เป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำมีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมาก

2.7.1.1 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

ปุ๋ยหมักไส้เดือนมีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียด มีสีดำออกน้ำตาลโปร่งเบา มีความพรุนระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก มีความจุ ความชื้นสูงและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก เกิดจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนจะช่วย ให้ธาตุอาหารหลายๆชนิดที่อยู่ในเศษอินทรีย์วัตถุเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปไนเตรทหรือแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้และนอกจากนี้ยังมีส่วนปะกอบธาตุอาหารพืช ชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือน

ข้อดี ของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ในการปลูกพืชทำให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น กักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ดินที่เป็นเป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ดินที่ปนออกมากับมูลไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟอรัสเตสได้อีกด้วย ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินได้สูงขึ้น

2.7.1.2 ประโยชน์ของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

1) ช่วยเสริมสร้างการเกิดเม็ดดิน
2) เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุแก่ดิน
3) เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดีขึ้น
4) ส่งเสริมความพรุนของผิวหน้าดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน
5) ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง
6) เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ผิวดินชุ่มขึ้น
7) เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ดิน
8) เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
9) ลดความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชบางชนิด ที่มีปริมาณมากเกินไป เช่น อลูมินั่ม และแมงกานิส

10) เพิ่มความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด - เบส (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่เร็วเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช

11) ช่วยควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถ ขับสารพวกอัลคาลอยด์และกรดไขมันที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้เพิ่มขึ้นนอกจากการนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินไปใช้เป็นปุ๋ยแล้วยังสามารถนำไปใช้ผสมวัสดุปลูกและวัสดุเพาะกล้าพืชได้วัสดุปลูกพืชหรือวัสดุเพาะกล้าพืชที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะมีธาตุอาหารพืชอยู่ในปริมาณเจือจางและอยู่ในรูปพร้อมใช้ ซึ่งจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับต้นกล้าพืชในการเจริญเติบโตระยะแรกได้อย่างเหมาะสม ประกอบกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีโครงสร้างที่โปร่งเบาระบายน้ำและอากาศได้ดี และจุความชื้นได้มากดังนั้นต้นกล้าพืชจะสามารถเจริญเติบโตออกรากและชอนไชได้ดีมาก ในการนำมาปลูกพืชจำพวกไม้ดอกไม้ประดับจะส่งเสริมให้พืชออกดอกได้ดีมากเนื่องจาก จุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเตสได้ จึงทำให้วัสดุปลูกนั้นมีปริมาณของฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้พืชออกดอกได้ดียิ่งขึ้น

2.7.2 กากถั่วเหลือง [28]

กากถั่วเหลืองเมื่ออบแห้งประกอบด้วยโปรตีน 24 - 28% ไขมัน 8 - 12% เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 40 - 44% เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ 12 - 13% รวมทั้งเกลือแร่ต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ไทอามีน ไรโบฟลาวิน และกรดนิโคเทนิค นอกจากนี้ยังมีโปรตีนที่มีอยู่ในกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี

2.7.3 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

สับปะรด [29]

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ananas comosus* (Linn.) Merr.

ชื่อภาษาอังกฤษ Pineapple

วงศ์ Bromeliaceae

สับปะรดมีถิ่นกำเนิดในประเทศบราซิล และได้นำเข้ามาปลูกในประเทศที่มีอากาศร้อนหลายประเทศ เช่น อินเดีย เกาะฮาวาย มาเลเซีย ออสเตรเลีย แอฟริกาใต้ ไทย เป็นต้น สับปะรดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุยืนหลายปี ใบออกเป็นวงรอบลำต้น ใบมีขนาดยาวมากกว่า กว้าง ใบแบน มีหนามที่ขอบใบและปลายใบ ผลมีผิวหยาบ ที่ยอดของผลมีใบอยู่รวมเป็นกระจุกขนาดและสีของเปลือกมีสีต่างๆกันได้ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (variety)

ส่วนที่ใช้ ผล เส้นใยจากใบและใบ

สารสำคัญ น้ำคั้นจากผลสุกมีเอนไซม์ bromelin เมื่อนำน้ำสับปะรดมาทำการวิเคราะห์ พบว่ามีน้ำตาล 8-15% กรดอินทรีย์ 0.3-0.9% ความชื้น 86.5% โปรตีน 0.6% ไขมัน 0.1% แร่ธาตุซึ่งประกอบด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ และวิตามินซี

ประโยชน์ น้ำคั้นจากผลสับปะรดที่ยังไม่สุกเป็นยาถ่ายอย่างแรง และเป็นยาถ่ายพยาธิ น้ำคั้นจากผลสุกแล้วขับปัสสาวะช่วยย่อยอาหารเพราะมีเอนไซม์ bromelin ซึ่งย่อยโปรตีนได้ เอนไซม์ชนิดนี้จะถูกทำลายถ้าโดนความร้อนตั้งแต่ 65 องศาเซลเซียสขึ้นไป bromelin ที่ขายอยู่ในตลาดส่วนใหญ่ได้มาจากการสกัดใบและต้นสับปะรด เส้นใยจากใบใช้ทอผ้าไหมฟิลิปปินส์ที่เรียกว่า Pinacloth

สารสกัดสะเดา [30]

ลักษณะทั่วไปของสะเดา

สะเดา เป็นพืชพื้นเมืองที่คนไทยรู้จักกันดี ดังนั้นเมื่อเอ่ยถึงสะเดา คนไทยส่วนมากจะหมายถึงสะเดาไทย (*Azadirachta siamensis* หรือ *A. indica var. siamensis*) แต่ชาวต่างประเทศจะเข้าใจเป็นสะเดาอินเดีย หรือควินิน (*A. indica*) สะเดาทั้งสองชนิดมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก หลายคนอาจแยกความแตกต่างไม่ได้ โดยเฉพาะบางต้นซึ่งมีลักษณะคล้ายๆ เป็นลูกผสม อย่างไรก็ตาม สะเดาทั้งสองชนิดก็มีลักษณะแตกต่างกันหลายประการ นอกจากนั้นยังมีพืชอีกชนิดหนึ่งซึ่งพบมากทางภาคใต้ที่เรียกว่าสะเดาเหมือน คือสะเดาช้างหรือต้นเทียม (*A. excelsa*) สะเดาเป็นพืชโตเร็วชนิดหนึ่งที่มีขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เป็นพืชเอนกประสงค์ ซึ่งให้ประโยชน์แก่มนุษย์หลายประการ ยากที่จะพบได้ในพืชชนิดอื่นคนอินเดียเรียกต้นไม้นี้ว่า ต้นไม้ศักดิ์สิทธิ์หรือต้นไม้มหัศจรรย์ในประเทศไทยสามารถพบสะเดาทั้งสามชนิดเจริญเติบโตได้ดี ชนิดที่พบได้ทั่วไปได้แก่ สะเดาไทย สำหรับสะเดาอินเดียจะพบมากบริเวณชายทะเลและทางภาคเหนือ ส่วนสะเดาช้างเจริญเติบโตได้ดีทางภาคใต้ และในปัจจุบันมีเอกชนบางรายปลูกเป็นป่าบริเวณภาคเหนือ และภาคอีสานที่มีความชุ่มชื้นสูง เพื่อใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ สะเดาไทยที่พบสามารถแบ่งได้กว้างๆ เป็น 2 ชนิด คือ สะเดายอดเขียว ซึ่งมีความขมน้อยกว่าหรือบางต้นเรียกสะเดาหวาน หรือสะเดามัน ส่วนสะเดายอดแดงจะมีความขมมากกว่า

สารเคมีในสะเดา [30]

สารเคมีในส่วนต่างๆ ของสะเดา เช่น ใบ ผล เมล็ด และเปลือก จะมีสารบางตัวเหมือนกัน และแตกต่างกันไป ซึ่งจะมีผลต่อการป้องกันและกำจัดแมลง จากผลการวิจัยพบว่า สารที่ออกฤทธิ์สูงสุด ในการป้องกันและกำจัดแมลงคือ สารอะซาไดแรคติน ซึ่งจะพบเป็นปริมาณมากที่

ส่วนของเมล็ดใน (seed kernel) สารอะซาไดแรคติน เองก็มีหลายอนุพันธุ์ (isomer) อนุพันธุ์ที่มีปริมาณมากที่สุดประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ คือ อะซาไดแรคติน เอ (azadirachitn A) ดังนั้น สารสกัดสะเดาจะมีผลในการป้องกันและกำจัด แมลงได้ดีหรือไม่จะขึ้นอยู่กับสารอะซาไดแรคติน เป็นสำคัญ นอกนั้นยังมีสารอื่นอีกหลายชนิดที่ให้ผลรองลงมา ได้แก่ เมเลียนทรีโอล (meliantriol) สาลานนิน (salannin) นิมบิน (nimbin) นิมโบไลด์ (nimbolide) และ เกดูนิน (gedunin) เป็นต้น โดยทั่วไปเมื่อสารเคมี (สารออกฤทธิ์) ในน้ำยาฆ่าแมลงสลายตัวไปแล้ว ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงก็จะลดลงตามไปด้วยจนถึงขั้นใช้ป้องกันกำจัดแมลงไม่ได้ผล ในการเตรียมน้ำยาสะเดาโดยวิธีทำใช้เองหรือทำเป็นการค้าจะมีสาร อะซาไดแรคติน อยู่ในน้ำยาซึ่งสารนี้จะค่อยๆ สลายตัวเป็นสารอื่น แต่ถึงแม้ว่าปริมาณของสาร อะซาไดแรคติน จะลดลงไปก็ตาม แต่จากการทดลองพบว่าภายใน 1 ปี ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดายังมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงใกล้เคียงกับจุดเริ่มต้น แต่ข้อสำคัญคือ ในการผลิตน้ำยาสะเดานั้น ตอนเริ่มต้นจะต้องให้มีสาร อะซาไดแรคติน อยู่มากพอ สมควร กล่าวคือ ไม่ควรต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดสะเดาเป็นที่ทราบแล้วว่า สารออกฤทธิ์สูงสุดในการป้องกันและกำจัดแมลงคือสาร อะซาไดเรคติน ซึ่งจะสะสมอยู่ที่เมล็ดใน ดังนั้นการเตรียมสารสกัดให้มีประสิทธิภาพสูง จึงจำเป็น ต้องใช้ส่วนของเมล็ดใน อย่างไรก็ตาม ส่วนอื่นของผลและเปลือกเมล็ดก็ยังมีสารอื่นที่ออกฤทธิ์เฉพาะกับแมลงบางชนิดและยังเป็นสารที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารสกัดอะซาไดเรคติน ให้มีฤทธิ์สูงขึ้นในต่างประเทศจะเน้นในการสกัดจากเมล็ดในเท่านั้น แต่ในบ้านเราใช้ทั้งเมล็ดหรือผลแห้งในการผลิตน้ำยาสะเดา ซึ่งสามารถใช้ป้องกันและกำจัดแมลงได้ดีเช่นกัน หรืออาจได้ผลดีกว่า

วิธีการสกัดสารจากสะเดา [31]

การสกัดสารอะซาไดแรคติน จากเมล็ดหรือผลสะเดาทำได้หลายวิธีด้วยกันสิ่งที่สำคัญ คือ ส่วนของสะเดา ที่ใช้ต้องบดให้ละเอียด สำหรับตัวสกัดที่เหมาะสมในการผลิตเป็นการค้า คือ แอลกอฮอล์อาจเป็นเอทธิลอัลกอฮอล์หรือเมทธิลอัลกอฮอล์ก็ได้ แต่เมทธิลแอลกอฮอล์ราคาถูกกว่ามาก ถ้าใช้ เมทธิลแอลกอฮอล์ก็ได้ แต่ถ้าใช้ เมทธิลแอลกอฮอล์ ต้องระวังอย่าให้เข้าปากหรือเข้าตา ในกระบวนการสกัดสารถ้าต้องการผลิตใช้เอง ตัวสกัดที่เหมาะสม คือ น้ำ ซึ่งเกษตรกรเป็นจำนวนไม่น้อยใช้น้ำในการสกัดสารจากผลสะเดาที่ได้จากผลแห้ง

สารสกัดเป็นการค้า [31]

นำผงสะเดาจำนวน 50-100 กิโลกรัม (ขึ้นอยู่กับขนาดของถังสกัด) ใส่ถังสกัดเติมเมทิลแอลกอฮอล์ลงไปให้ท่วมเดินเครื่องกวนประมาณ 4 ชั่วโมง จึงเปิดก๊อกเอาน้ำยาออก หลังจากนั้นแล้วปิดก๊อกและเติมแอลกอฮอล์ลงไปใหม่ ให้ท่วมผลสะเดา เดินเครื่องกวนประมาณ 1-2 ชั่วโมง

ปล่อยทิ้งค้างคืน รุ่งเช้าเดินเครื่องอีกประมาณ 1 ชั่วโมง เปิดก๊อกเอาน้ำยา น้ำยาสะเดาที่ได้ทั้งสองครั้งใส่ในถังกลมสูญญากาศเพื่อทำน้ำยาสะเดาให้เข้มข้น และระเหยแอลกอฮอล์กลับมาใช้ใหม่ น้ำยาสะเดาเข้มข้นที่ได้ต้องแยกชั้นน้ำมันออกเสียก่อน จากนั้นนำน้ำยาสะเดาไปตรวจหาเปอร์เซ็นต์อะซาไดแรคติน ด้วยเครื่อง HPLC ปรับความเข้มข้นของสาร อาซาไดแรคติน และความเป็นกรด ด่าง ของน้ำยาให้ได้ตามที่ต้องการ เติมน้ำยาจับใบ สารยับยั้งการสลายตัว (stabilizer) และบรรจุขวดต่อไป วิธีการอีกแบบหนึ่งใช้ระบบของซอกสเลท (soxhlet) โดยการทำให้เอทิลแอลกอฮอล์ร้อนระเหยเป็นไอ จากนั้นให้ไอร้อนกระทบกับความเย็นกลั่นเป็นแอลกอฮอล์ซึ่งจะมาละลายตัวยา อะซาไดแรคติน จากผลสะเดา น้ำยาที่ได้จะตกมาที่เดิม เมื่อถูกความร้อนจะระเหยเป็นไอและหมุนเวียนไปเรื่อยๆ จนกว่าแอลกอฮอล์จะสกัดตัวยาหมด โดยปกติใช้เวลา 4 - 6 ชั่วโมง แล้วแต่ขนาดของเครื่องมือ

การสกัดใช้เอง [31]

นำผงสะเดาที่ได้จากการบดผลสะเดาแห้ง จำนวน 10 กิโลกรัม ใส่ในภาชนะบรรจุ เติมน้ำให้ท่วมประมาณ 200 ลิตร (ผงสะเดา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) แช่ไว้นานประมาณ 24 ชั่วโมง ในระหว่างการแช่น้ำอาจใช้ไม้ยาวคนให้คนสะเดารวมกับน้ำเป็นครั้งคราว เมื่อครบกำหนดเวลา จึงกรองน้ำยาผ่านตาข่ายพลาสติกสีเขียว ในกรณีที่ใช้เครื่องพ่นสูบโยกที่ใช้แรงคน เกษตรกรบางรายที่ต้องการประหยัดผงสะเดา อาจทำการแช่ครั้งแรกประมาณ 3 ชั่วโมง จึงกรองน้ำยาออก จากนั้นเติมน้ำลงไปในกากสะเดาใหม่ แต่ใช้น้ำน้อยลง อาจเป็น 100 - 150 ลิตร ทำการแช่ไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง จึงกรองน้ำยาไปใช้

ข่า [29]

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Languas galanga* Stuntz

ชื่ออังกฤษ Greater Galangal

วงศ์ Zingiberaceae

ข่ามีลำต้นเป็นเหง้าที่มีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจนอยู่ใต้ดิน ส่วนที่อยู่บนดินอาจสูงได้ถึง 2 เมตร ใบเป็นแบบใบสลับ มีกาบใบหุ้มลำต้น ใบรูปรี เนื้อใบ 2 ข้างมักไม่เท่ากัน ปลายใบแหลม โคนใบคล้ายสามเหลี่ยม ดอกออกที่ยอดเป็นช่อยาว แต่ละดอกมีขนาดเล็ก เมื่อเป็นผล ผลมีรูปร่างรี ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตรข่าของประเทศจีนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *A. officinarum Hance* ชื่ออังกฤษ Lesser Galangal เรียก ข่าเมืองจีนหรือข่าเล็ก

ส่วนที่ใช้ เหง้าสดหรือแห้ง

สารสำคัญ เหง้าแก่สีน้ำตาลอมแสด กลิ่นหอมฉุนและรสขม มีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 0.04 น้ำมันประกอบด้วย methyl - cinnamate ร้อยละ 48 cineol ร้อยละ 20 - 30 การบูรและ d – pinene

ประโยชน์ แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และขับลม โดยใช้เหง้าขนาดเท่าหัวแม่มือ (สดประมาณ 5 กรัม แห้ง 2 กรัม) ทุบให้แตกต้มเอาน้ำดื่ม

ฝรั่ง (ยามู) [29]

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Psidium guajava* Linn.

ชื่ออังกฤษ Guava

วงศ์ Myrtaceae

ฝรั่งเป็นไม้พุ่มถึงไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาเขตร้อน แต่ได้นำมาปลูกในประเทศที่มีอากาศร้อนทั่วๆ ไป กิ่งอ่อนเป็นสี่เหลี่ยมใบออกตรงข้ามปกคลุมด้วยขนนิ่ม ดอกสีขาว กลิ่นหอม ในหนึ่งช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 3 ดอกกลีบเลี้ยงมีความคงทนและติดอยู่ที่ผล ผลมีรูปร่างต่างๆ กันมีได้ตั้งแต่ค่อนข้างกลม รูปไข่ถึงรูปไข่ค่อนข้างยาว ผลเมื่อยังอ่อนอยู่มีสีเขียว แต่เมื่อสุกมีสีเขียวปนเหลือง เนื้อของผลมีสีนวลถึงเหลืองบางชนิดมีเนื้อสีแดง ผลหนึ่งๆ มีเมล็ดเป็นจำนวนมาก

ส่วนที่ใช้ ผล ใบ เปลือก

สาระสำคัญ ฝรั่งเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินซีกล่าวกันว่า มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าในผลส้มถึง 4 เท่า เพคติน ก็มีปริมาณสูงกว่าในมะม่วง วิตามิน ซีจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลแก่เต็มที่ แต่ถ้าทิ้งไว้ให้สุกงอมปริมาณของวิตามินซี ลดลงฝรั่งที่มีเนื้อสีแดง (ฝรั่งขี้นก) มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าฝรั่งที่มีเนื้อนวล นอกจากวิตามินซีแล้วในผลฝรั่งยังมี citric acid ในปริมาณสูง tartaric acid และ l - malic acid ในปริมาณน้อย carbohydrates มีอยู่ในรูปของน้ำตาลที่เป็น reducing sugar Tannin มีปริมาณสูงในผลที่ยังอ่อนแต่เมื่อผลแก่ขึ้นปริมาณของ แทนนิน จะลดลงนอกจาก แทนนิน แล้วปริมาณของกรดก็จะลดลงอีกด้วย เพคติน ก็เช่นกันมีปริมาณสูงในผลอ่อนแต่เมื่อสุกแล้วปริมาณลดลง เพคติน จากผลฝรั่งเมื่อนำมาเตรียมเป็น เจลลี่ ให้ เจลลี่ ที่มีคุณภาพสูงปริมาณของ β - carotene ในผลฝรั่งมีปริมาณต่ำในฝรั่งเนื้อขาวมี β - carotene และ xanthophyll ในปริมาณที่เท่ากัน แต่ในฝรั่งเนื้อแดงปริมาณของ β – caroteneจะสูงกว่าสารพวกpolyphenolic คือ leucocyanidin และ ellagic acid พบในผล leucocyanidin พบปริมาณสูงในเนื้อของผลดิบ แต่เมื่อสุกจะพบสารนี้มากในผิวและเมล็ด ใบมีแทนนินประเภท catechol และ pyrogallol รวมกันอยู่ 8 - 15% cssential oil สีเหลืองนวลหรือสีแดงปนเหลืองนวลที่มีกลิ่นชวนดม น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย d- และdl-limonenes, β - caryophyllene bicyclic sesquiterpene alcohol และtertiary sesquiterpene alcohol นอกจากสารที่กล่าวมาแล้วในฝรั่งประกอบด้วยขี้ผึ้ง resin น้ำตาล carotene vitamins $B_1 B_2$ และ B_6 niacin และ vitamin C β - sitosterol, quercetin และ arabinosides ของสารนี้ guaijaverin และ avicularin triterpenoid acids ที่พบมีหลาย

ชนิดเช่น ursolic, oleanolic และ guaijavolic เปลือกมีแทนนิน อยู่ 11 - 27% ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างสูงและยังพบ leucocyanidin, luteic acid ,ellagic acid และamritoside

ประโยชน์ สิ่งที่สกัดจากใบ ดอกและผลของฝรั่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ *Micrococcus pyogenes* var. aureus และ *Escherichia coli* สารสกัดจากผลฆ่าเชื้อ *Salmonella typhosa* และ*Shigella antidysenteriae* ใบฝรั่งใช้ภายนอกใส่แผลสด แผลเปื่อย ยาต้มจากรากและใบกินแก้อาเจียนและท้องร่วง อมกลั้วคอแก้ปวดฟันและเหงือกเป็นหนอง ยาชงจากใบและรากใช้เป็นยาฝาดสมาน ในประเทศกานา ใบฝรั่งใช้ฟอกหนังกล่าวกันว่าหนังที่ฟอกโดยใช้ใบฝรั่งและผลสมอในอัตราส่วน (3:1) จะมีเนื้อเนียนไม่มีรอยแตก

รางจืด [32]

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thumbegia laurifolia* Linn.

ชื่อวงศ์ Thunbergiaceac

ชื่ออื่นๆ กำลังช้างเผือก ยาเขียว ยาดำ รางจืด (ทั่วไป) รางเย็น (ภาคกลาง) ฮางเย็น ลางเย็น ฮางจืด เครือเช้าเย็น (ภาคเหนือ)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้เถาเนื้อแข็งเลื้อยคลุมพืชอื่น ใบเดี่ยวรูปไข่ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบใบล่างมีขนาดใหญ่กว่าใบที่อยู่ถัดไปทางยอด ดอกออกเป็นข้อตามช่อ ช่อหนึ่งมีจำนวน 3 - 9 ดอกห้อยลงมา ใบประดับหุ้มดอกสีขาวประแดงกลีบดอกมี 5 กลีบติดกันสีฟ้าหรือสีขาว ผลเป็นฝักยาวประมาณ 1 เซนติเมตรเมื่อแก่จัดจะแตกออกเป็น 2 ซีก

ส่วนที่ใช้ ใบ ราก เถาสด

สรรพคุณ รากและเถารับประทานแก้ร้อนในกระหายน้ำ ใบและราก ใช้ปรุงเป็นยาถอนพิษไข้เป็นยาพอกบาดแผลน้ำร้อนลวกไฟไหม้ ทำลายพิษฆ่าแมลงพิษจากเหล้าหรือยาเบื่อชนิดต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย

วิธีและปริมาณที่ใช้

1) ใบสด สำหรับคน 10 - 12 ใบ สำหรับโคกระบือ20 – 30 ใบ นำใบสดมาตำให้ละเอียดผสมน้ำซาวข้าวครึ่งแก้ว คั้นเอาแต่น้ำดื่มซ้ำได้อีกในเวลาครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมงต่อมา

2) รากสดสำหรับคน 1 - 2 องคุลีสำหรับโคกระบือ 2 - 4 องคุลีนำรากมาฝน หรือตำให้ละเอียดกับน้ำซาวข้าว ดื่มทันทีที่มีอาการอาจใช้ซ้ำได้อีกครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมงต่อมา

หมายเหตุ การใช้รางจืดสำหรับถอนพิษหรือยาฆ่าแมลง ต้องใช้ทันทีให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้จึงจะได้ผลดีถ้ายาพิษซึมเข้าสู่ร่างกายมากแล้ว ทิ้งไว้ข้ามคืนรางจืดจะได้ผลน้อยลง

กระเทียม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Allium sativum* Linn.

ชื่ออังกฤษ Garlic

วงศ์ Alliaceae

กระเทียมเป็นไม้ล้มลุกที่มีลำต้นใต้ดิน และมีส่วนที่เป็นกลีบย่อย จำนวนมากซึ่งห่อหุ้มด้วยเปลือกบางๆ สีขาวหรือสีขาวอมชมพู ส่วนที่อยู่เหนือดินเป็นใบยาว 30 -60 เซนติเมตร ค่อนข้างแบนกลวงขนาด 5 - 20 มิลลิเมตร ปลายใบแหลม ดอกสีขาวอมเขียว หรืออมชมพู ดอกรวมกันเป็นกระจุก ที่ปลายก้านช่อที่ออกมาจากหัวใต้ดิน ผลมีขนาดเล็กมาก

ส่วนที่ใช้ หัว (bulb) หรือ กลีบ (cloves)

สาระสำคัญ กระเทียมจะมีน้ำหอมระเหย 0.6 - 1% ซึ่งประกอบด้วย allyl propyl disulphide, diallyl disulphide, allisalin I&II

ประโยชน์ ใช้เป็นอาหาร แต่งกลิ่น ขับลม ขับเหงื่อ ใช้กลีบปอกเปลือกรับประทานดิบๆครั้งละประมาณ 5-7 กลีบ น้ำคั้นจากกลีบกระเทียมใช้ทาแก้โรคผิวหนังได้ ใช้เป็นยาพอกหรือทำให้ร้อน น้ำคั้นจากกระเทียมถูกผิวหนัง ทำให้เกิดอาการแพ้เป็นผื่นแดงได้การใช้จึงควรระวัง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.1.1.1 เมล็ดพันธุ์ ผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดโอ๊ค ผักสลัดเรดคอรัลและผักสลัดบัตเตอร์เฮด

3.1.1.2 วัสดุเพาะเมล็ด คือ แผ่นฟองน้ำ

3.1.1.3 ถ้วยปลูกขนาด 1 นิ้ว

3.1.1.4 ชุดปลูกระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

3.1.1.5 ถังใส่สารละลายธาตุอาหาร

3.1.1.6 น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือน น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลือง

3.1.1.7 เครื่องวัด (Electrical Conductivity)

3.1.1.8 เครื่องวัด (pH Meter)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานอนินทรีย์ (Stock A และ Stock B)

3.1.2.2 ปุ๋ยเคมี แคลเซียมไนเตรท แมกนีเซียมซัลเฟต ธาตุเหล็ก ยูนิเลท

3.1.2.3 สับปะรด

3.1.2.4 สารสกัดสะเดา (มาร์โก้ซีด)®

3.1.2.5 ข่า

3.1.2.6 ใบฝรั่ง

3.1.2.7 รางจืด

3.1.2.8 กระเทียม

3.1.2.9 กรดน้ำส้มสายชูกลั่น 5%

3.1.2.10 โซเดียมไบคาร์บอเนต

3.1.2.11 ปูนขาว

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 การเตรียมพืช

3.2.1.1 การเตรียมต้นกล้า นำต้นกล้าไปเพาะในฟองน้ำ อนุบาลด้วยน้ำเปล่า 14 วัน

3.2.1.2 ย้ายขึ้นโต๊ะปลูกเมื่อต้นกล้าอายุครบ 14 วัน

3.2.1.3 ปรับสารละลายสูตรมาตรฐานอนินทรีย์ก่อนปลูก 1 สัปดาห์

3.2.1.4 ปรับความเข้มข้นของสารละลายให้ค่า E.C.1 Ms/cm ปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 6.0 - 7.0 ตลอดการทดลอง

3.2.1.5 เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุครบ 45 วัน

3.2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานอนินทรีย์

Stock A :

1.1 น้ำ	10	ลิตร
1.2 KNO_3	600	กรัม
1.3 $MgSO_4$	500	กรัม
1.4 KH_2PO_4	265	กรัม
1.5 เวสโก้ เทรส-สเปรย์ เบอร์ 1 (RMX21)	60	กรัม

Stock B :

1.1 น้ำ	10	ลิตร
1.2 $Ca_3(NO_3)_2$ $4H_2O$	1,000	กรัม
1.3 เหล็ก เวสโก้ ดีพี (DP - DTP 7%)	20	กรัม

3.2.3 การเตรียมสารสกัดชีวภาพจากกากถั่วเหลือง และมูลไส้เดือนทำการหมักสารสกัดชีวภาพ โดยใช้กากถั่วเหลือง หรือมูลไส้เดือนในปริมาณ 10 กิโลกรัม กับน้ำตาลทรายแดง 3 กิโลกรัม หัวเชื้อ (พด.2)10 ลิตร น้ำ 40 ลิตร นำสารแต่ละอย่างคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักในภาชนะและปิดฝาให้สนิทเป็นเวลา 30 วันได้น้ำหมักชีวภาพเป็นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมอมเปรี้ยวนำไปต้มที่อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียสทิ้งให้เย็น นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งให้ตกตะกอนแล้วนำไปกรองอีกครั้ง โดยใช้ถ่าน กรวด ทรายหยาบ ซึ่งเป็นวิธีการกรองที่ได้น้ำหมักชีวภาพที่ใสขึ้น

3.2.4 การเตรียมสารสกัดสมุนไพรสำหรับการทดลอง

3.2.4.1 การเตรียมสับปะรด นำสับปะรด $^1/_2$ กิโลกรัม มาปั่นให้ละเอียดผสมในน้ำหมักชีวภาพ 10 ลิตรเป็นเวลา 1 สัปดาห์แล้ว นำไปกรองให้ใส

3.2.4.2 การเตรียมสะเดา นำสารสกัดสะเดา (มาร์โก้ซีด)® อัตราส่วน 50 มิลลิลิตร ผสมในน้ำหมักชีวภาพเป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำไปกรองให้ใส

3.2.4.3 การเตรียมสารสกัดสมุนไพร ข่า 130 กรัม ใบฝรั่ง 130 กรัม รางจืด 130 กรัม กระเทียม 130 กรัม นำไปปั่นให้ละเอียดคลุกเคล้าให้เข้ากันหมักทิ้งไว้ เป็นเวลา 1สัปดาห์ แล้วนำไปกรองให้ใส

3.2.4.4 การเตรียมสารสกัดชีวภาพผสมสารสกัดสมุนไพรสำหรับการทดลอง

1) เตรียมน้ำหมักชีวภาพมูลไส้เดือน 10 ลิตร เติมปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 20.50 กรัม เติมธาตุเหล็ก 0.2 กรัม เติมปุ๋ยยูนิเลท 1 กรัม เติมปูนขาว 8 กรัม เติมสารป้องกันเมือก คือ สับปะรดปั่น ½ กิโลกรัม หรือเติมสารสกัดสะเดา 50 มิลลิลิตร หรือเติมข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม 50 มิลลิลิตร

2) เตรียมสารสกัดชีวภาพจากกากถั่วเหลือง 10 ลิตร เติมปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท จำนวน 236 กรัม เติมปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 3 กรัม เติมธาตุเหล็ก 0.2 กรัม เติมปุ๋ยยูนิเลท 1 กรัม เติมปูนขาว 8 กรัม เติมสารป้องกันคราบเมือก คือสับปะรดปั่น ½ กิโลกรัม หรือเติมสารสกัดสะเดา 50 มิลลิลิตร หรือเติม ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม 50 มิลลิลิตร

3.2.5 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 4 ซ้ำ และมี 7 สิ่งทดลอง ดังนี้

3.2.5.1 สูตรอาหารมาตรฐาน (Control) โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Wesco

3.2.5.2 น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น ½ กิโลกรัม

3.2.5.3 น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา 50 มิลลิลิตร

3.2.5.4 น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือน ร่วมกับ ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม 50 มิลลิลิตร

3.2.5.5 น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น ½ กิโลกรัม

3.2.5.6 น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา 50 มิลลิลิตร

3.2.5.7 น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่าใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม 50 มิลลิลิตร

3.2.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดทั้ง 4 ชนิด คือ ผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดโอ๊ค ผักสลัดเรดคอรัล ผักสลัดบัตเตอร์เฮดจำนวน 11 ต้น ซึ่งเก็บข้อมูลไปวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

3.2.6.1 น้ำหนักสดต่อต้น ใช้เครื่องชั่งบันทึกค่าน้ำหนักเป็นกรัม

3.2.6.2 น้ำหนักรากต่อต้น ใช้เครื่องชั่งบันทึกค่าน้ำหนักเป็นกรัม

3.2.6.3 จำนวนใบต่อต้น นับจำนวนใบทั้งหมดตั้งแต่โคนต้นจนถึงยอด บันทึกค่าจำนวนใบ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple range test(DMRT)

3.4 สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง

3.4.1 ทำการทดลองที่ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

3.4.2 ระยะเวลาทำการทดลอง : เดือน มกราคม 2557 - พฤษภาคม 2557

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

ผลการทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค แสดงในตารางที่ 4.1

4.1.1 น้ำหนักสด

จากการทดลองพบความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT ของน้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊คระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง โดยน้ำหนักสด มีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (60.82 กรัม) รองลงมาคือ น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น (34.16 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม น้ำหนักสดมีค่าน้อยที่สุด (2.96 กรัม)

4.1.2 น้ำหนักราก

จากการทดลองพบน้ำหนักรากของผักสลัดกรีนโอ๊คของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยน้ำหนักรากมีค่าสูงสุดเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น (2.30 กรัม) รองลงมาใช้ น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม (2.10 กรัม) และใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ น้ำหนักรากมีค่าน้อยที่สุด (0.97 กรัม)

4.1.3 จำนวนใบ

จากการทดลองพบ จำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยจำนวนใบมีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐาน อนินทรีย์ (33.33 ใบ/ต้น) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น (24.50ใบ/ต้น) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด (8.97 ใบ/ต้น)

ตารางที่ 4.1 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
สารละลายมาตรฐาน	60.82 a[1/]	0.97 a	33.33 a
มูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น	16.72 d	2.30 bc	19.16 bc
มูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา	21.12 cd	1.78 b	16.16 bc
มูลไส้เดือนร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	5.57 e	1.25 d	10.81 d
กากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น	34.16 b	1.96 b	24.50 b
กากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา	25.74 bc	1.27 bc	21.06 bc
กากถั่วเหลืองร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	2.96 e	2.10 d	8.97 d
F-test	**	**	**
CV (%)	18.45	29.28	18.45

หมายเหตุ : ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

[1/] ตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกันที่ เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

4.2 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค

ผลการทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค แสดงในตารางที่ 4.2

4.2.1 น้ำหนักสด

จากการทดลองพบมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยน้ำหนักสดของผักสลัดเรดโอ๊คระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลองโดยน้ำหนักสด มีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (45.12 กรัม) รองลงมาใช้ น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น (29.37 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม น้ำหนักสดมีค่าน้อยที่สุด (2.96 กรัม)

4.2.2 น้ำหนักราก

จากการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองโดย น้ำหนักรากของผักสลัดเรดโอ๊คมีค่าสูงสุดเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น (2.28 กรัม) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม (2.20 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดาน้ำหนักรากมีค่าน้อยที่สุด (1.83 กรัม)

4.2.3 จำนวนใบ

จากการทดลองพบจำนวนใบของผักสลัดเรดโอ๊คของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยจำนวนใบมีค่าสูงสุดเมื่อใช้ น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น (23.20 กรัม) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา (19.91 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม จำนวนใบต่อต้นมีค่าน้อยที่สุด (6.08 กรัม)

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดเรดโอ๊ค

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
สารละลายมาตรฐาน	45.12 a[1/]	1.96	18.41 a
มูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น	10.49 d	2.28	14.2 b
มูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา	10.75 d	2.20	19.91 a
มูลไส้เดือนร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	2.96 e	2.06	9.29 c
กากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น	29.37 b	2.00	23.20 a
กากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา	16.85 c	1.83	14.68 b
กากถั่วเหลืองร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	5.91 de	2.54	6.08 c
F-test	**	ns	**
CV (%)	21.33	41.82	21.63

หมายเหตุ : ns ไม่แตกต่างกัน

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

[1/] ตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกันที่ เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

4.3 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดคอรัล

ผลการทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเรดคอรัล แสดงในตารางที่ 4.3

4.3.1 น้ำหนักสด

จากการทดลองพบ น้ำหนักสดของผักสลัดเรดคอรัลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ของน้ำหนักสดของผักสลัดเรดคอรัลระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง น้ำหนักสด มีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (31.67 กรัม) รองลงมาใช้ น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น (11.34 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม น้ำหนักสดมีค่าน้อยที่สุด (1.92 กรัม)

4.3.2 น้ำหนักราก

จากการทดลองพบน้ำหนักรากของผักสลัดเรดคอรัลของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยน้ำหนักรากมีค่าสูงสุดเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม (2.94 กรัม) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น (2.83 กรัม) และน้ำหนักรากมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (1.64 กรัม)

4.3.3 จำนวนใบ

จากการทดลองพบจำนวนใบของผักสลัดเรดคอรัลของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยจำนวนใบมีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐาน อนินทรีย์ (19.18 ใบ/ต้น) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น (13.43 ใบ/ต้น) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม จำนวนใบต่อต้นมีค่าน้อยที่สุด (5.12 ใบ/ต้น)

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดเรดคอรัล

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
สารละลายมาตรฐาน	31.67 a[1/]	1.64 c	19.18 a
มูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น	11.34 b	2.01 abc	13.43 b
มูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา	7.67 bc	1.89 abc	10.50 c
มูลไส้เดือนร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	1.92 c	2.94 a	5.12 d
กากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น	3.92 c	2.83 ab	6.64 d
กากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา	9.92 b	2.14 abc	7.31 d
กากถั่วเหลืองร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง, รางจืดและกระเทียม	4.17 c	1.89 bc	6.04 d
F-test	**	**	*
CV (%)	37.06	60.09	17.29

หมายเหตุ : * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

[1/] ตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกันที่ เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

4.4 การทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

ผลการทดลองผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด แสดงในตารางที่ 4.4

4.4.1 น้ำหนักสด

จากการทดลองพบ น้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ของน้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮดระหว่างสิ่งทดลองทั้ง 7 สิ่งทดลอง โดยน้ำหนักสด มีค่าสูงสุดเมื่อใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (99.85 กรัม) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา (35.65 กรัม) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม น้ำหนักสดมีค่าน้อยที่สุด (6.47 กรัม)

4.4.2 น้ำหนักราก

จากการทดลองพบน้ำหนักรากของผักสลัดบัตเตอร์เฮดของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยน้ำหนักรากมีค่าสูงสุดเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา (10.59 กรัม) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น (7.60 กรัม) และน้ำหนักรากมีค่าต่ำที่สุดเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม (1.61 กรัม)

4.4.3 จำนวนใบ

จากการทดลองพบจำนวนใบของผักสลัดบัตเตอร์เฮดของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ระหว่างสิ่งทดลองโดยพบจำนวนใบมีค่าสูงสุดเมื่อใช้ สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ (42.16 ใบ/ต้น) รองลงมาใช้น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา (25.10 ใบ/ต้น) และใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองร่วมกับข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม จำนวนใบต่อต้นมีค่าน้อยที่สุด (11.33 ใบ/ต้น)

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
สารละลายมาตรฐาน	99.85 a[1/]	3.90 bc	42.16 a
มูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น	25.29 cd	7.60 ab	22.60 b
มูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา	27.38 bc	10.59 a	25.10 b
มูลไส้เดือนร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง รางจืดและกระเทียม	16.36 d	3.85 bc	17.45 c
กากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น	23.62 cd	4.40 bc	16.00 cd
กากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา	35.65 b	6.93 abc	23.37 b
กากถั่วเหลืองร่วมกับข่า,ใบฝรั่ง รางจืดและกระเทียม	6.47 e	1.61 c	11.33 d
F-test	**	**	*
CV(%)	19.27	41.82	14.92

หมายเหตุ : * แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

[1/] ตัวอักษรในแนวตั้งเดียวกันที่ เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

4.5 อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ มีผลทำให้ผักสลัดมีน้ำหนักสดต่ำกว่าการใช้สารละลายมาตรฐาน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่า การย่อยสลายของน้ำหมักชีวภาพมี organic carbon ตกค้างหลงเหลืออยู่ จึงทำให้จุลินทรีย์พวก บักเตรี เชื้อรา ยีสต์ เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จากผลของการย่อยสลายทำให้มีเมือกจับเกาะอยู่ที่รากของผักซึ่งเป็นตัวขัดขวางการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืช [12] การใส่พืชสมุนไพรลงไปมีแนวโน้มระงับยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้สอดคล้องกับชัยวุฒิ [3] ศึกษาการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ (ปม.1) และน้ำหมักสับปะรดมาใช้ป้องกันโรคและสร้างภูมิคุ้มกันในกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าช่วยลดหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ แต่ยังให้ผลไม่เต็มที่อาจต้องมีการทดสอบปรับความเข้มข้นต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิดในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ สรุปได้ดังนี้

5.1.1 การใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองและน้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนร่วมกับสมุนไพรชนิดต่างๆ ไม่สามารถเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้ง 4 ชนิด ได้ทัดเทียมกับการใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์

5.1.2 การใช้น้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผักสลัดกรีนโอ๊ค และผักสลัดเรดโอ๊ค

5.1.3 การใช้น้ำสับปะรดและสารสกัดจากสะเดามีแนวโน้มลดเมือกที่จับเกาะรากได้ดีกว่าสมุนไพรชนิดอื่นอย่างไรก็ตามผักที่ปลูกจากการใช้สารสกัดสะเดามีกลิ่นของสะเดาตกค้างอยู่

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า Organic hydroponics มีความ เป็นไปได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ปลูกพืชที่ต้องการธาตุอาหารต่ำ หรือพืชที่ทนทานต่อความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในสารละลาย ปัญหาการปลูกผักสลัดโดยใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพคือ ถ้าให้ปุ๋ยในความเข้มข้นสูง หรือสารอินทรีย์สลายตัวไม่หมดมี organic carbon หลงเหลืออยู่จะทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์กลายเป็นเมือกจับอยู่ที่ราก และจะเป็นตัวขัดขวางการดูดน้ำ และธาตุอาหาร ทำให้พืชเหี่ยวเฉา ดังนั้น การปลูกพืชวิธีนี้จึงต้องให้น้ำหมักชีวภาพในความเข้มข้นต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่พืชยังเล็กอยู่ และในสารละลายนั้นควรเติมสารสกัดสมุนไพรในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อลดเมือกเกาะที่รากพืช

บรรณานุกรม

[1] ชัยรัตน์ อิ่นคำ, *ไนเตรทสะสมในผักไฮโดรโปนิกส์*, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *(ออนไลน์)*,.2556, เข้าถึงได้จาก: http://www.stri.cmu.ac.th/DB_Article/articledetail.php?id=18. (22 มิถุนายน 2557)

[2]กนกวรรณ กรสุวรรณ และสุพัตรา การปลูก, *การศึกษาประสิทธิภาพของธาตุอาหารพืชอินทรีย์สำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์*, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2556.

[3] ชัยวุฒิ สุดทองคง, "การใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ (ปม.1) และน้ำหมักสับปะรด," *ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร.หนังสือพิมพ์กุ้งไทย (หนังสืองานวันกุ้งกระบี่)*, 2 พฤศจิกายน 2556.

[4] อุบลวรรณ ใจหาญ, วรวรร วัชราสัมพันธ์กุล, สรัญญา ศิริบาลและวรวุฒิ สมศักดิ์, "ผลของสารสกัดสะเดาต่อการเจริญเติบโตของเชื้อพลาสโมเดียมเบอร์กิไอ," บทความวิจัยเสนอใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการครั้งที่ 4*, หาดใหญ่, 2556, หน้า 722.

[5] กัลทิมา พิชัย, *การศึกษาการใช้สารสกัดพืชสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญในพื้นที่สะลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น*, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2555.

[6] ทาริกา โกฏสันเทียะ, "ผลของการใช้สมุนไพรชนิดต่างๆร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพในการยับยั้งการเกิดโรคในลูก อ๊อดกบ," *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 2554.

[7] รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์, จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารีและจิตรา สิงห์ทอง *ฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดย่านางเครือหมาน้อย และรางจืด*,สาขาเทคโนโลยีอาหาร.สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2554.

[8] อารักษ์ ธีรอำพน, *ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช, 2544.

[9] อิทธิสุนทร นันทกิจ, "การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน," คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

[10]Bennett.W.F, "Nutrient Deficient & Toxicties In Crop Plomts," APS, 1993.

[11] Resh. H.M., "Hydroponic," 2nd ed, pp. 384, woodbridge press Santa Barbara,ca, 1985.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] El- Shinnawy, A.Z;E.M. Abou-Elmonien and A.F.Abou-Hadid, "The use of organic manure for lettuce under NFT conditionActo Hort, 1991, 315-319.

[13]Radojeric and Bashkin 1999 Pracical, "Environmental Analysis" 22 June 1999.375p

[14] Dauglas,j,s., "Advance Guide to Hydroponics (new edition)," London: Pelham Books, 1985.

[15] Morgan, J.V., E. Riadan and R. O'-Haire, "The production of radish sprouts hydroponically with organic fertilizers," *ISOSC Proc 8th Int Congr Soilless Culture Hunters Rest*, South Africa, 1993, pp. 263-281.

Morgan, L, "Hydroponics lettuce production." NSW Australia, Casper publications Pty Ltd,, 1999, pp. 111.

[16] สุรชัย พัฒนพิบูล, "ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักบางชนิดในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[17] ดนัย วรรณวนิช, "เกษตรกรรมวิถีใหม่เพื่อการใช้ดินและปุ๋ยอย่างยั่งยืน," กรุงเทพฯ : เกษมศรี ซี.พี. กรุงเทพมหานคร, 2546, หน้า 141.

[18] กรมวิชาการเกษตร, *ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ (ออนไลน์)*, 2548, เข้าถึงได้จาก: http://ratchaburiDOae,go,th 2 damnocnsaduak/puy,html, (10 มิถุนายน 2557).

[19] หนังสือพิมพ์สารอโศก, *น้ำสกัดชีวภาพปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ อันดับที่ 230 ฉบับตลาดอารยะ44 หน้า1/1 (ออนไลน์)*, เข้าถึงได้จาก: http://www.asoke.info. (13 เมษายน 2557).

[20] ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร, *น้ำสกัดชีวภาพ (ออนไลน์)*, 2557, เข้าถึงได้จาก: http://www.organicthailad.com, (20 มิถุนายน 2557).

[21] ศรินรา แม็กเราะ, "การใช้สารสกัดชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ," [รายการวิทยุ]. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 2545.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[22] Nicolle, c, cardinault,N., Gueux,E., Jaflrelo,L., Rock,E, and Mazur,A, "Health effect of vegetable-based diet: Nutrition," 2004.

[23] ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากผักสลัด," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.

[24] กรมส่งเสริมการเกษตร. *การผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ในประเทศไทย*, กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549.

[25] จิราภรณ์ บุราคร และเรือนแก้ว ประพฤติ, "ผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย," *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, ปีที่ 10 2555, มกราคม-เมษายน 2555.

[26] ธินิกาญจน์ สิริธรรมเจริญ, "อิทธิพลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง", มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2547.

[27] ธีธัชฟาร์ม, *ศูนย์การอบรมเลี้ยงไส้เดือนดิน มูลไส้เดือน (ออนไลน์)*, 2557, เข้าถึงได้จาก: http://www.teetatfarm.wordpress.com, (10 มิถุนายน 2557).

[28] O' Toole, D .K., "Characteristics and use of okara, the Soybean Residue from Soy Milk Production-J," Agric Food chem, 47 1999, pp. 363-371.

[29] นิจศิริ เรืองรังสี และพยอม ตันติวัฒน์, *พืชสมุนไพร*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2534.

[30] ขวัญชัย สมบัติสิริ, *หลักและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ฉบับที่ 1 โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ออนไลน์)*, 2547, เข้าถึงได้จาก: http://www.eto.ku.ac.th. (10 พฤษภาคม 2557)

[31] ขวัญชัย สมบัติสิริ, "สะเดาและการใช้สารสกัดสะเดา ป้องกันกำจัดแมลง," [แผ่นพับ], กรุงทพฯ : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, 2541.

[32] วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์, *พืชสมุนไพรและยาไทย*, พิมพ์ครั้งที่ 2, นครศรีธรรมราช : โรงพิมพ์วุฒิสาส์น, 2542.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด น้ำหนักราก จำนวนใบ

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด

S0V	df	Ms[1/]	Ms[2/]	Ms[3/]	Ms[4/]
TREATMENT	6	896.2873	3756.1094	412.1605	1536.7657
ERROR	21	13.7035	41.7390	13.8270	33.6447
TOTAL	27				

Ms[1/] ผักกรีนโอ๊ค , Ms[2/] ผักเรดโอ๊ค , Ms[3/] ผักเรดคอรัล , Ms[4/] ผักบัตเตอร์เฮด

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักราก

S0V	df	Ms[1/]	Ms[2/]	Ms[3/]	Ms[4/]
TREATMENT	6	0.2049	3756.1094	0.9941	1.0080
ERROR	21	0.7714	41.7390	0.3605	0.2375
TOTAL	27				

Ms[1/] ผักกรีนโอ๊ค , Ms[2/] ผักเรดโอ๊ค , Ms[3/] ผักเรดคอรัล , Ms[4/] ผักบัตเตอร์เฮด

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบ

S0V	df	Ms[1/]	Ms[2/]	Ms[3/]	Ms[4/]
TREATMENT	6	143.5056	391.1222	102.6066	276.8467
ERROR	21	10.7701	11.3440	2.8431	12.477
TOTAL	27				

Ms[1/] ผักกรีนโอ๊ค , Ms[2/] ผักเรดโอ๊ค , Ms[3/] ผักเรดคอรัล , Ms[4/] ผักบัตเตอร์เฮด

ตารางที่ 4 วิเคราะห์น้ำหมักชีวภาพจากมูลไส้เดือนและน้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลือง

รายการวิเคราะห์	ปุ๋ยน้ำ No.1 (มูลไส้เดือน)	ปุ๋ยน้ำ No.2 (กากถั่วเหลือง)
Total N (%)	0.02	0.59
Total P_2O_5 (%)	4.46	5.18
Total K_2O (%)	0.02	0.21
Total Ca (%)	0.07	0.04
Total Mg (%)	0.02	0.03
Total S (mg S L^{-1})	ND	ND

หมายเหตุ ND = Not detected (น้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้)

ที่มา: โครงการพัฒนาวิชาการดิน-ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ภาพผนวก

ภาพผนวกที่ 1 สิ่งทดลองที่ 1 สูตรมาตรฐานอินทรีย์

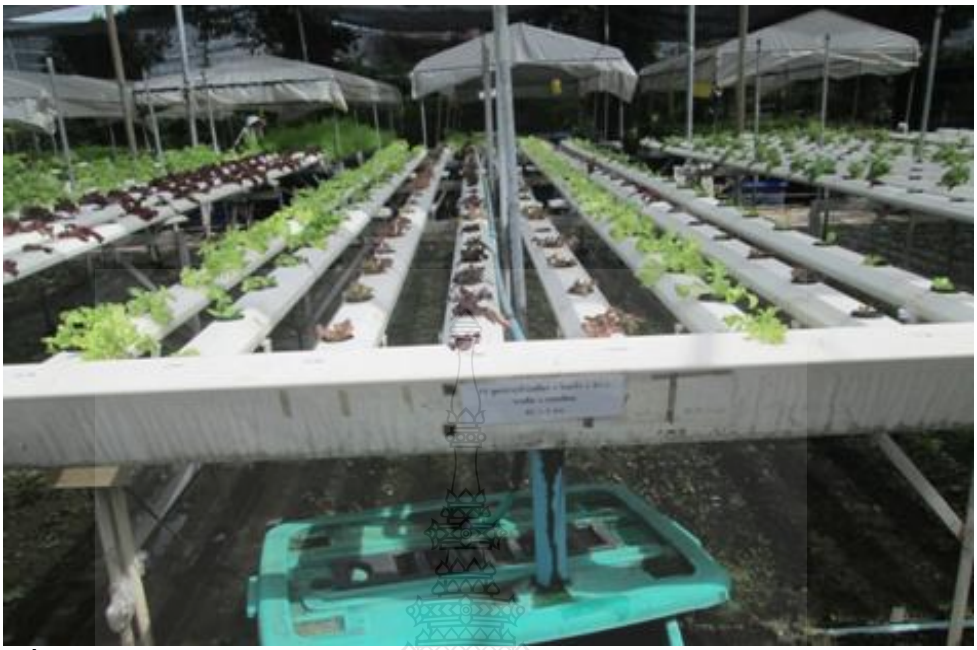
ภาพผนวกที่ 2 สิ่งทดลองที่ 2 สูตรมูลไส้เดือนร่วมกับสับปะรดปั่น

ภาพผนวกที่ 3 สิ่งทดลองที่ 3 สูตรมูลไส้เดือนร่วมกับสารสกัดสะเดา

ภาพผนวกที่ 4 สิ่งทดลองที่ 4 สูตรมูลไส้เดือนร่วมกับ ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม

ภาพผนวกที่ 5 สิ่งทดลองที่ 5 สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรดปั่น

ภาพผนวกที่ 6 สิ่งทดลองที่ 6 สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา



ภาพผนวกที่ 7 สิ่งทดลองที่ 7 สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับ ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม

ก. ผักสลัดบัตเตอร์เฮด
ซ้าย สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับสับปะรด
ขวา สูตรมาตรฐานอนินทรีย์

ข. ผักสลัดกรีนโอ๊ค
ซ้าย สูตรมาตรฐานอนินทรีย์
ขวา สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับสารสกัดสะเดา

ค. ผักสลัดเรดโอ๊ค
ซ้าย สูตรกากถั่วเหลืองร่วมกับ
ข่า ใบฝรั่ง รางจืด กระเทียม
ขวา สูตรมาตรฐานอนินทรีย์

ง. ผักสลัดเรดคอรัล
ซ้าย สูตรกากถั่วเหลืองร่วม
กับสารสกัดสะเดา
ขวา สูตรมาตรฐานอนินทรีย์

ภาพผนวกที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความยาวของรากของผักสลัดชนิดต่างๆ ที่เจริญเติบโตในการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้สูตรมาตรฐานอนินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพจากกากถั่วเหลืองผสมสมุนไพรชนิดต่างๆ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวปิยะภรณ์ จิตรเอก
วัน เดือน ปีที่เกิด	13 ตุลาคม 2515
ที่อยู่	12/1 หมู่ 19 ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุรินทร์
ประสบการณ์ทำงาน	อาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2550 - ปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	0861235620
อีเมล์	pjitaek@gmail.com