



รหัสโครงการ 636924

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
เรื่อง

โครงการบ้านต้นแบบทางการเกษตรเพื่อการผลิตปุ๋ยชีวภาพ และผักอินทรีย์
House model for Bio fertilizer Production and Organic
Vegetable Production

ดร. พิษณุ แก้วตะพาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล ธนานันต์
ดร. ณัฐพงศ์ จันจุฬา
อ. ศิริวิมล ศรีมิตรทรัพย์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจาก
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
งบประมาณแผ่นดิน โดยผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
พ.ศ. 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(2)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญตาราง.....	(6)
สารบัญภาพ.....	(7)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความหมายของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ.....	4
2.2 วัสดุที่นำมาผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ.....	4
2.3 ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก.....	10
2.4 กากน้ำตาล.....	14
2.5 พด 2.....	14
2.6 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ.....	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	19
3.1 การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตรโดยใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย.....	19
3.2 การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการ เจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค.....	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย.....	22
4.1 ปริมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC).....	22
4.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืช.....	24
4.3 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพที่แตกต่างกัน.....	26
4.4 อภิปรายผลการวิจัย.....	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	27
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	27
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	27
บรรณานุกรม.....	28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนผังการดำเนินงาน	3
2	ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ.....	6
3	ปริมาณฮอร์โมน กรดฮิวมิก และค่า pH ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด.....	7
4	มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ.....	9
5	ส่วนประกอบของกากน้ำตาล.....	14
6	อัตราส่วนการหมักปุ๋ยน้ำชีวภาพ.....	18
7	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร.....	22
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร.....	23
9	ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร.....	24
10	ความสูง และความกว้างของทรงพุ่ม ของผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่อได้รับชนิดปุ๋ยชีวภาพและอัตราที่แตกต่างกัน.....	25
11	จำนวนใบ และน้ำหนักสดของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เมื่อได้รับชนิดปุ๋ยชีวภาพและอัตราที่แตกต่างกัน.....	26

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคผลผลิตทางการเกษตรมีความใส่ใจเรื่องสุขภาพและมาตรฐานของสินค้าเกษตรซึ่งต้องปลอดภัยจากสารเคมี ทำให้คนส่วนใหญ่หันมาสนใจสารธรรมชาติแทนสารสังเคราะห์หรือสารเคมี เพื่อใช้ในการทำการเกษตรมากขึ้น น้ำหมักชีวภาพจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการใช้ปุ๋ยหรือฮอร์โมนสังเคราะห์ในการผลิตทางการเกษตร

น้ำหมักชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพ เกิดจากการย่อยสลายส่วนต่างๆของพืชและสัตว์ออกมาเป็นของเหลว มีองค์ประกอบของธาตุอาหาร ฮอโมน และอิวมัส ถึงแม้ว่าปริมาณธาตุอาหารไม่มากเหมือนธาตุอาหารที่มาจากกระบวนการผลิตทางวิทยาศาสตร์ แต่ถ้าดินที่ใช้เพาะปลูกไม่เสื่อมโทรมมากนักธาตุอาหารที่พืชได้รับจากน้ำหมักชีวภาพ ก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากพืชดูดซับสารอาหารไปใช้อย่างช้า ๆ แต่เกษตรกรสามารถให้น้ำหมักชีวภาพได้บ่อย ๆ ครั้ง ในขณะเดียวกัน ฮอโมน และ อิวมัสก็ทำหน้าที่ช่วยเสริมการเจริญเติบโตของพืช จุลินทรีย์ช่วยปรับปรุงสภาพของดิน ทำให้เมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพอย่างต่อเนื่อง ความสมดุลทางธรรมชาติของดินจะกลับมามีชีวิตขึ้น

สำหรับเกษตรกรผู้ผลิตพืชผักในครัวเรือน มักมีเศษเหลือใช้จากการผลิตพืชผักเพื่อรับประทานหรือเพื่อจำหน่าย ซึ่งเศษพืชผักในครัวเรือนที่ผลิตแบบผักอินทรีย์หรือปลอดสารพิษย่อมมีคุณสมบัติที่ดีในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเพราะใช้เศษผักที่ไม่ผ่านการใช้สารเคมี ทำให้ในระบบการผลิตพืชผักในครั้งต่อไปเมื่อใช้น้ำหมักชีวภาพทำให้มั่นใจว่าปราศจากสารเคมีหรือเป็นระบบผลิตผักปลอดภัยโดยแท้จริง ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาน้ำหมักชีวภาพที่ใช้กลุ่มพืชผักในครัวเรือนเป็นวัสดุในการหมักโดยใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดินเป็นจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลาย รวมทั้งศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

1.2 สมมุติฐานการวิจัย

น้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด ได้แก่ 1.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผักกึ๋นใบเป็นวัสดุหลักในการหมัก 2.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้หน่อกล้วยเป็นวัสดุหลักในการหมัก 3.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผลสับปะรดเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยใช้จุลินทรีย์ พด.2 ในการหมัก มีธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญ ในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิดที่ทำได้ในท้องถิ่น คือ 1.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผักกึ๋นใบเป็นวัสดุหลักในการหมัก 2.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้หน่อกล้วยเป็นวัสดุหลักในการหมัก 3.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผลสับปะรดเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยใช้จุลินทรีย์ พด.2 ในการหมัก

2) เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ทำการหมักน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด คือ 1.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผักกินใบเป็นวัสดุหลักในการหมัก 2.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้หน่อกล้วยเป็นวัสดุหลักในการหมัก 3.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผลสับปะรดเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยใช้จุลินทรีย์ในการหมัก คือ จุลินทรีย์พด.2 จากกรมพัฒนาที่ดิน โดยการหมักในช่วง 3 วันแรกมีการเปิดฝา เพื่อระบายอากาศวันละครั้งพร้อมกับการคนวัสดุในถัง หลังจากนั้นปิดฝาหมักทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 21 วัน (จนกว่ากระบวนการหมักจะสมบูรณ์หรือสังเกตจากกลิ่นอมเปรี้ยวของน้ำหมักเป็นใช้ได้)

2) นำน้ำหมักทั้ง 3 ชนิดมาทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

3) เพาะผักกาดหอมกรีนโอ๊คด้วยเมล็ดในถาดเพาะ เมื่อกล้ามีอายุ 20 - 25 วันจึงย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกคือ ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ดิน และปุ๋ยคอกมูลวัว อัตราส่วน 2:2:1:1

3) ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด และอัตราส่วนในการใช้น้ำหมักชีวภาพต่อ การเจริญเติบโตของผักกาดหอม โดยการนำน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด มารดที่โคนต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยใช้อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ 1:100 และ 1:200 แต่ละกรรมวิธีประกอบด้วย ซ้ำละ 1 ต้น จำนวนกรรมวิธีละ 8 ซ้ำ

การวางแผนการทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มีทั้งหมด 7 ทรีทเมนต์ ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกินใบที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 , น้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 หมักชีวภาพจากเศษต้นกล้วยที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 และชุดควบคุม โดยทุกทรีทเมนต์จะมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น ทำการรดผักกาดหอมกรีนโอ๊คด้วยน้ำหมักชีวภาพ 7 วันต่อครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร/กระถาง เมื่อครบ 28 วัน สังเกตการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คโดยการวัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด ความกว้างของทรงพุ่ม จากนั้นนำผักกาดหอมไปชั่งน้ำหนักสด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด คือ 1.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผักกินใบเป็นวัสดุหลักในการหมัก 2.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้หน่อกล้วยเป็นวัสดุหลักในการหมัก 3.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผลสับปะรดเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยใช้จุลินทรีย์พด.2 จากกรมพัฒนาที่ดิน

2) ทราบชนิดของน้ำหมักชีวภาพและอัตราส่วนที่ทำให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คเจริญเติบโตได้สูงสุด

1.6 ระยะเวลาของงานวิจัย

ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2561

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ (Enzyme Ionic Plasma) หมายถึง สารอาหารพืชที่อยู่ในรูปของเหลวที่ได้จากการนำเอาชิ้นส่วนของพืชหรือสัตว์มาหมักรวมกับกากน้ำตาล เพื่อเป็นแหล่งพลังงานให้กับจุลินทรีย์ในระบบโดยผ่านกระบวนการหมักในระบบที่ไม่มีอากาศหรือมีออกซิเจนในระดับที่ต่ำ อาจมีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้เร่งการย่อยสลายภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ - 2 เดือน จึงกรองของเหลวที่ได้ทำการเจือจางด้วยน้ำก่อนนำไปรดหรือพ่นให้กับพืช (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545) อานัฐ ตันโช (2549) ได้ให้คำอธิบายว่า ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ เป็นวิธีการสกัดน้ำเลี้ยงจากเซลล์พืชเซลล์สัตว์ ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้น้ำตาลหรือกากน้ำตาล (molasses) ใส่ลง ไป จะได้น้ำเลี้ยงที่สกัดออกมาเป็นสีน้ำตาล โดยกระบวนการ plasmolysis และน้ำเลี้ยงที่ได้จะถูกจุลินทรีย์ในธรรมชาติและที่ติดมากับวัสดุที่นำมาหมัก ดำเนินกระบวนการหมักต่อไปโดยใช้กากน้ำตาลและสารประกอบอินทรีย์จากวัสดุเหล่านั้นเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน จุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีหลากหลายชนิดเช่นแบคทีเรียในสกุลบาซิลลัส กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก เชื้อราที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยและยีสต์ รวมทั้งมีสารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ชนิดต่างๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอโมน เอนไซม์ และอื่นๆ ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเลี้ยงในต้นพืช โดยปกติแล้วน้ำเลี้ยงในต้นพืชสดจะมีอยู่ประมาณ 90-98% หากส่วนของพืชมีน้ำมาก น้ำในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่สกัดได้ก็จะเกิดขึ้นมากภายในระยะเวลาเพียง 2-3 วัน

2.2 วัสดุที่นำมาผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้แบ่งวัสดุหมักสำหรับทำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพอาจได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) วัสดุเหลือใช้จากพืช

เศษพืชผักต่างๆ (เช่น ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม กะหล่ำปลี ผักบุ้ง มะเขือ มะเขือเทศ ข้าวโพดฝักอ่อน บวบ ฟักเขียว ฟักทอง และพืชตระกูลแตง เป็นต้น) จะมีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก วิตามินเอ ไธอามีน ไรโบฟลาวิน ไนอาซีน และกรดแอสคอร์บิก

เศษผลไม้ต่างๆ เช่น มะละกอ สับปะรด กล้วย เงาะ ชมพู มังคุด สตรอเบอร์รี่ ลำไย และลิ้นจี่ เป็นต้น จะมีองค์ประกอบคล้ายกันกับพืชผัก

พืชสมุนไพร เช่น ใบสะเดา เมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ขมิ้นชัน หนอนตายหยาบ โส้ตัน (หางไหล) สدابเลื้อย ข่าเหลือง ยาสูบ พริก และบอระเพ็ด เป็นต้น สารสกัดจากพืชสมุนไพรจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมี เนื่องจากสามารถสลายตัวได้รวดเร็ว อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการป้องกันแมลงศัตรูพืช

เศษอาหารจากบ้านเรือน เป็นขยะเปียกที่ประกอบด้วย เศษอาหาร เศษผักและผลไม้

(2) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์

วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ที่มีรายงานว่ามีการนำมาเป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ เช่น เศษปลา หอยเชอร์รี่ ซึ่งแต่ละชนิดนั้นมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน

สุริยา สาสรักกิจ (2547) ได้แบ่งแบ่งประเภทของน้ำหมักชีวภาพตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้จากการหมักชิ้นส่วนของสัตว์ หรือเศษเหลือจากสัตว์ซึ่งหาได้ง่ายในพื้นที่ เช่น เศษปลาจากโรงงาน หอยเชอร์รี่ น้ำล้างปลา เป็นต้น

2. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้จากการใช้เศษชิ้นส่วนของพืช ผัก ผลไม้ หรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น เศษผัก ผลไม้ที่เสีย เศษชิ้นส่วนพืชที่เหลืออยู่ในแปลงเกษตร เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์เอาสมุนไพร ปุ๋ยคอก และสารธรรมชาติต่างๆ มาผสมในน้ำหมักชีวภาพ เพื่อเพิ่มสมบัติอื่นๆ นอกเหนือจากช่วยการเจริญเติบโต เช่น การไล่ตะไคร้ และสะเดา ลงในถังน้ำหมัก จะได้น้ำหมักอินทรีย์ที่สามารถกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ และยังมีการนำเศษอาหารจากครัวเรือนมาหมักเป็นน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้เองในบ้าน เป็นการช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ได้อีกทางหนึ่ง (กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2545)

2.2.1 คุณภาพทางด้านเคมีและชีวภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

กรมพัฒนาที่ดิน (2561) กล่าวถึงผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและชีวภาพ ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพไว้ ดังนี้

(1) ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้หมัก (ตารางที่ 1) ส่วนใหญ่พบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยมากไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (ซึ่งโดยทั่วไปพืชต้องการ N, P และ K เท่ากับ 1.5%, 0.2% และ 1.0% ตามลำดับ) จึงควรใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ด้วย

ธาตุอาหารรองและจุลธาตุ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงโบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีนธาตุอาหารรองและจุลธาตุเป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณที่รองลงมาจากธาตุอาหารหลัก ตัวอย่างปริมาณธาตุอาหารรองหรือจุลธาตุในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแสดงดังในตารางที่ 2.1 (ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณที่พืชต้องการ คือ Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo และ Cl มีค่าเท่ากับ 0.5%, 0.2%, 0.1%, 100 mg/L, 50 mg/L, 20 mg/L, 6 mg/L, 20 mg/L, 0.1 mg/L, และ 100 mg/L ตามลำดับ)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ

ชนิดปุ๋ยน้ำหมัก ชีวภาพ	ธาตุอาหาร (%)										pH
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	
จากปลา	0.98	1.12	1.03	1.66	0.24	0.20	0.016	0.005	0.003	0.0012	4.35
จากกระดูกป่น	-	-	-	-	-	-	0.024	0.0027	0.0038	0.0006	-
จากหอยเชอร์รี่	0.35	0.25	0.85	1.65	0.29	0.15	0.0171	0.0126	0.014	0.018	4.65
จากผัก	0.14	0.30	0.40	0.68	0.26	0.27	-	-	-	-	4.30
จากผักรวม	-	-	-	-	-	-	0.006	0.0038	0.0016	0.0016	-
จากผลไม้รวม	0.27	0.05	0.63	0.58	0.01	0.17	0.0046	0.0052	0.0037	0.0016	3.60
จากพืชพื้นเมือง	0.23	0.01	0.39	0.059	0.034	0.66	-	-	-	-	4.80
จากนม	0.49	0.31	0.59	0.21	0.09	0.19	-	-	-	-	4.54

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2561)

จากตารางที่ 1 ปุ๋ยน้ำหมักจากปลาจะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมากกว่าปุ๋ยน้ำหมักชนิดอื่น ส่วนปุ๋ยน้ำหมักจากหอยเชอร์รี่มีปริมาณธาตุอาหารเสริมมากกว่าปุ๋ยน้ำหมักชนิดอื่น

(2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจะมีความเป็นกรดสูง ($\text{pH} < 4$) ซึ่งแสดงถึงการเกิดกระบวนการหมัก และถ้าค่า pH ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพมีประมาณ 3.0-4.0 แสดงว่ากระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์แล้ว โดยสังเกตจากฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นและระยะกลางของ กระบวนการหมัก

(3) กรดฮิวมิก (Humic Acid)

กรดฮิวมิกช่วยเร่งอัตราการเจริญเติบโตของรากและลำต้นได้ดี โดยปริมาณกรดฮิวมิกที่วิเคราะห์ได้จากปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากหอยเชอร์รี่ พืชชนิดต่างๆ และจากเศษปลา มีค่าเป็น 3.07% ไม่เกิน 1% และ 3.36% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ปริมาณฮอร์โมน กรดฮิวมิก และค่า pH ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด

ชนิดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ	ฮอร์โมน (mg/L)			กรดฮิวมิก (%)	pH
	ออกซิน	จิบเบอเรลลิน	ไซโตไคนิน		
จากปลา	4.01	33.07	3.05	3.36	4.2
จากหอยเชอร์รี่	6.85	37.14	13.62	3.07	3.7
จากผักประเภตกินใบ	4.43	16.57	22.64	0.95	3.9
จากผักประเภทกินผล	0.27	28.93	11.28	0.83	3.7
จากน้ำผักและผลไม้	48.04	360.60	25.60	0.87	4.1
จากสมุนไพร	1.34	17.40	23.81	1.01	3.8

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2561)

(4) ฮอร์โมนในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

ชนิดและปริมาณของฮอร์โมนที่วิเคราะห์ได้ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพมีแสดงในตารางที่ 2 โดยฮอร์โมนแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มออกซิน (Auxin; Indole acetic : IAA) มีสมบัติควบคุมการขยายตัวของเซลล์กระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการเกิดราก การเจริญของราก ลำต้น ควบคุมการเจริญของใบ ส่งเสริม การออกดอก เปลี่ยนเพศดอก เพิ่มการติดผล ควบคุมการพัฒนาของผล ควบคุมการสุก แก่ และการ ร่วงหล่นของผล IAAตรวจพบทั้งในน้ำหมักจากพืชและสัตว์ แต่พบในปริมาณน้อย คือมีค่าน้อยมากไม่สามารถวัดได้ จนถึง 2.37 ppm

กลุ่มจิบเบอเรลลิน (Gibberellins ; Gibberellic acid : GA3) มีสมบัติกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์พืช ในทางยาว เร่งการเกิดดอก เปลี่ยนเพศดอก เพิ่มการติดผล ยืดช่อดอก กระตุ้นการงอกของเมล็ดและตาGA3 ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางชนิดในปริมาณ 18-140 ppmแต่มักไม่พบ GA3 ในน้ำหมักจากปลา

กลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinnins; Zeatin และ Kinetin) กระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเจริญด้านลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง ทำให้ตาข้างเจริญออกเป็นกิ่งได้ ช่วยเคลื่อนย้ายสารอาหารจากรากไปสู่ยอด รักษาระดับการสังเคราะห์โปรตีนให้นานขึ้น ป้องกันคลอโรฟิลล์ให้ถูกทำลายช้าลง ทำให้ใบเขียวอยู่นานและ

ร่วงหล่นช้าลง ช่วยทำให้ใบเลี้ยงคลี่ขยาย ช่วยให้เมล็ดงอก ได้ในที่มืด ตรวจพบ Zeatin ในน้ำหมักจากพืชในปริมาณ 1-20 ppm และพบในน้ำหมักจากปลาที่ใส่น้ำมะพร้าว 2-4 ppm และตรวจพบ Kenetin ในน้ำหมักจากพืชในปริมาณ 1-14 ppm แต่ไม่พบในน้ำ หมักจากปลา

จากตารางที่ 2.2 ปุ๋ยน้ำหมักจากผักและผลไม้ จะมีฮอร์โมนพืชในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยน้ำ หมักชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุชนิดอื่น

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างหมักของการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ คือ เกิดกระบวนการ plasmolysis เมื่อเติมกากน้ำตาลลงไปในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพทำให้เซลล์ของเศษพืชหรือเซลล์สัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบเกิดการเหี่ยว เนื่องจากน้ำตาลเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำภายในเซลล์ จึงทำให้ผนังเซลล์สูญเสียสภาพ เป็นผลทำให้อินทรีย์สารที่อยู่ภายในเซลล์ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ละลายออกมา และเกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน และที่ไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้สารอินทรีย์มีขนาดเล็กลง และมีการปลดปล่อยสารอินทรีย์บางชนิดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมา เช่น กรดอะมิโน ฮอโมน และเอนไซม์ชนิดต่างๆ (อภิรักษ์, 2549)

นอกจากนี้ กรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงอื่นๆที่เกิดขึ้น เช่น

การเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าของวัสดุ หมักในช่วง 1-3 วัน หลังจากการหมัก เนื่องจากจุลินทรีย์ใช้คาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร และพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวหน้าวัสดุ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์พวกยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตกรดอินทรีย์ในระหว่างการทำเนกิจกรรรมการหมักวัสดุซึ่งมีรายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของการเกิดฟองก๊าซไว้ ดังนี้

ระยะที่ 1 ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจะเข้มข้น สังเกตเห็นเป็นฟองใหญ่ไม่แตกง่าย

ระยะที่ 2 จะมีกลิ่นหอม ฟองจะเล็กและแตกง่าย

ระยะที่ 3 มีกลิ่นคล้ายน้ำส้มและแอลกอฮอล์ ฟองจะละเอียดมาก

การผลิตแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นโดยยีสต์ และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดอินทรีย์พวกแลคติกทำให้ได้กลิ่นของแอลกอฮอล์ค่อนข้างฉุน จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะช่วยรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ให้เน่าเสียโดยในระหว่างกระบวนการหมัก จากของเหลวใสไม่ขุ่น จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาล แต่หากสารละลายเปลี่ยนเป็นขุ่น แสดงว่าจุลินทรีย์ที่เป็นโทษทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของสารอาหารในสารละลายและจะทำให้มีกลิ่นเหม็น

2.2.3 ลักษณะของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ได้แล้ว

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวว่า ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักโดยสมบูรณ์แล้ว จะมีลักษณะดังนี้

มีการเจริญของจุลินทรีย์ที่บริเวณผิวหน้าของวัสดุหมักน้อยลง

กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์จำพวกยีสต์ได้ใช้น้ำตาลไปจนกระบวนการเสร็จสิ้น และจุลินทรีย์ที่ใช้แอลกอฮอล์ได้ผลิตกรดอินทรีย์สมบูรณ์ ทำให้กรรมกรรรมการ หมักลดลง

มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์มากขึ้น ความเป็นกรดจึงสูงขึ้น

ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์มีน้อยมาก เมื่อการหมักวัสดุลดลง ทำให้ฟองก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์เกิดน้อยมาก

เมื่อการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จะได้ของเหลวใสสีน้ำตาลมีสภาพเป็นกรดสูง (pH3-4) เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักผลิตกรดอินทรีย์ จำพวกกรดแลคติก และกรดอะซิติก

2.2.4 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ใช้เปรียบเทียบใช้ข้อมูลจากคำแนะนำการขอใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ของกลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร สำหรับกรณีปุ๋ยอินทรีย์เหลว มีรายละเอียดสรุปดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

ลำดับที่	ลักษณะ	ค่ามาตรฐาน
1.	ปริมาณอาหารหลัก	
	- ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก
	- ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P ₂ O ₅)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก
	- โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K ₂ O)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก
		หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.5% ของน้ำหนัก
2.	ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter)	ไม่ต่ำกว่า 10% ของน้ำหนัก
3.	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C :N Ratio)	ไม่เกิน 20:1
4.	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 10 dS/m.* ไม่เกิน 20 dS/m.**
5.	ปริมาณโซเดียม (Na)	ไม่เกิน 1% โดยน้ำหนัก
6.	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	ไม่เกิน 4.0

ตารางที่ 4 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ (ต่อ)

ลำดับที่	ลักษณะ	ค่ามาตรฐาน
7.	ปริมาณฮอร์โมน	
	- ออกซิน	ไม่ต่ำกว่า 0.1 mg/L
	- จิบเบอเรลลิน	ไม่ต่ำกว่า 5.0 mg/L
	- ไซโตไคนิน	ไม่ต่ำกว่า 1.0 mg/L
8.	ปริมาณสารสกัดอินทรีย์	ไม่ต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนัก
9.	สารพิษและธาตุโลหะหนัก	
	- สารหนู (Arsenic, As)	ไม่เกิน 0.25 mg/L
	- แคดเมียม (Cadmium, Cd)	ไม่เกิน 0.03 mg/L
	- โครเมียม (Chromium, Cr)	ไม่เกิน 0.50 mg/L
	- ทองแดง (Copper, Cu)	ไม่เกิน 1.00 mg/L
	- ตะกั่ว (Lead, Pb)	ไม่เกิน 0.20 mg/L
	-ปรอท (Mercury, Hg)	ไม่เกิน 0.005 mg/L
	สังกะสี (Zinc, Zn)	ไม่เกิน 5.00 mg/L

ที่มา: *กลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์ (2550) และ

**สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2547)

2.3 ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก

ก) ปัจจัยทางด้านเคมีและกายภาพ

(1) ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุหมัก วัสดุจากเศษปลาจะย่อยสลายยากกว่าวัสดุที่เป็นผักและผลไม้ เนื่องจากมีองค์ประกอบของโปรตีนและส่วนของกระดูกปลาซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนาน ในขณะที่วัสดุที่เป็นพืชจะใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่า เนื่องจากองค์ประกอบของวัสดุหมักจากผักและผลไม้มีปริมาณเซลลูโลสสูงแต่จะมีแร่ธาตุที่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์แล้ว นอกจากนี้ในวัสดุที่เป็นผักหรือผลไม้จะ

มีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่มากกว่าวัสดุพวกเนื้อสัตว์ สารประกอบของน้ำตาลดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหมักได้ดี ยีสต์จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในองค์ประกอบของวัสดุหมัก แล้วแปรสภาพให้เป็นของเหลว

(2) ความอวบน้ำของวัสดุหมัก วัสดุที่มีความอวบน้ำจะทำให้กระบวนการหมักทางชีวภาพดำเนินการย่อยได้ดี เช่น วัสดุเหลือใช้จากผักกาดขาว พักเขียว มะเขือเทศ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่เป็นของเหลวแล้ว ในช่วง 1 - 3 วันแรกของการหมักจะมีของเหลว ออกมาจากวัสดุผักได้ง่าย โดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมีหรือถ้าเป็นวัสดุเหลือใช้จากผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล และสับปะรด วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวนี้มีความอวบน้ำและง่ายต่อการดั่งสารละลายออกจากเซลล์พืช ในกรณีของวัสดุเหลือใช้ที่ได้มาจากสัตว์ เช่น ปลา สารละลายที่จะถูกสกัดออกมาจะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าพืชผักและผลไม้เนื่องจากสัตว์มีองค์ประกอบของโมเลกุลที่ซับซ้อนน้อยกว่าในเซลล์พืช

(3) แหล่งอาหารคาร์บอนของจุลินทรีย์ น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ ในการดำเนินกิจกรรมของการหมักวัสดุลักษณะสด ชนิดของน้ำตาลที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์จะได้มาจากกากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายแดง หรือน้ำตาลทรายขาว น้ำ อ้อยสดหรือน้ำตาลสด นอกจากนี้ความเข้มข้นของน้ำตาลจะมีผลต่อการเกิดกระบวนการพลาสโมไลซิสในเซลล์พืชหรือสัตว์ มีผลให้เซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์แตกออกได้สารละลายออกจากเซลล์เหล่านั้น การเพิ่มจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์กลุ่มนี้เป็นพวกยีสต์ซึ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ ต่อกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ จะได้เอทิลแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ยีสต์อาจ จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในวัสดุหลัก เช่น น้ำตาลที่อยู่ในผลไม้ชนิดต่าง ๆ จากเศษหมัก สับปะรด แอปเปิ้ล กากหรือมะละกอ เมื่อทำการหมักวัสดุผลไม้ดังกล่าวนี้ กลุ่มยีสต์จะเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ได้เร็ว กว่าวัสดุหมักปลาหรือผัก เพราะวัสดุผลไม้มีองค์ประกอบของน้ำตาลในปริมาณที่มากกว่าวัสดุหมัก ชนิดอื่น ดังนั้นในการหมักวัสดุลักษณะสดอาจจะใช้วัสดุผลไม้หมักร่วมกับวัสดุจากสัตว์เพื่อที่จะเร่งอัตราการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์และผลิตแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์จะช่วยให้การลดกลิ่นคาว ของเศษปลาได้ดีและทำให้การดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

(4) การระบายอากาศ โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักวัสดุสดนี้จะเกิดขึ้นในสภาพ ที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจนแต่อย่างไรก็ตามในการหมักวัสดุสดดังกล่าวควรจะมีช่องว่างเหนือ ผิววัสดุหลัก ซึ่งอยู่ในถังหมักประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาตรทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นการเผื่อพื้นที่ สำหรับการขยายตัวของวัสดุหมักหลังจากการเกิดกิจกรรมทางชีวเคมี และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในวัสดุหมักหลายกระบวนการ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้วัสดุหมักเกิดการขยายตัวหรือเกิดการดันวัสดุขึ้นมา

(5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่า pH ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมักวัสดุ ลักษณะสด เป็นค่า pH ของสารละลายหรือของเหลวในวัสดุหมักที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์พวก acetic หรือ lactic bacteria โดยจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์พวก acetic และ lactic acid ออกมาในกระบวนการหมักทำให้สารละลายมีค่าความเป็นกรดสูงขึ้น การที่ค่า pH ของ ของเหลวในกระบวนการหมักเป็นเช่นนี้บ่งบอกให้ทราบว่ามีการเกิดอย่างสมบูรณ์และสังเกตได้ จากมีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นและระยะกลางของกระบวนการหมัก นอกจากนี้ค่า pH ของวัสดุหมักมีความสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการหมักวัสดุลักษณะสดด้วย เช่นกัน เนื่องจากวัสดุหลักที่ทำให้ค่า pH เป็นกรดซึ่งได้แก่ สับปะรด ส้ม มะม่วงหรือผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เมื่อใส่ร่วมกับวัสดุหมักชนิดอื่นๆ จะช่วยเร่งกระบวนการหมักได้ดีขึ้น โดยสภาพความเป็น กรดของวัสดุหมักจะมีความเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของพวกยีสต์และกลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้าง

กรดในกระบวนการหมักและจะเป็นสภาพที่ยับยั้งกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักด้วย

ข) ปัจจัยทางด้านชีวภาพ

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักเพื่อผลิตหมักชีวภาพ ซึ่งจุลินทรีย์นั้นเป็น ปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้กระบวนการย่อยสลายมีประสิทธิภาพและใช้ระยะเวลาการหมักสั้นลง ในกระบวนการหมักวัสดุเหลือใช้ลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวนี้นี้มีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง กับกระบวนการหมักหลายชนิด ได้แก่

(1) กลุ่มยีสต์ (Yeasts) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยีสต์จะสามารถสืบพันธุ์ได้โดย การแตกหน่อ (budding) ซึ่งเป็นแบบไม่อาศัยเพศ อยู่ใน Family Saccharomycetaceae มีรูปร่าง คล้ายมะนาว รูปทรงกลม รูปทรงกระบอกหรือรูปไข่ ยีสต์อายุยังน้อยจะเป็นรูปมะนาว แต่เมื่ออายุมากมีรูปร่างค่อนข้างยาว ยีสต์ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมักจะสร้าง ascospores แบบอาศัย เพศอยู่ใน asci ได้แก่ ยีสต์สกุล Saccharomyces sp. และ Candida sp. เนื่องจากยีสต์มีคุณสมบัติใน การหมักน้ำตาลได้ดี ดังนั้นในกระบวนการหมักผักและผลไม้หรือปลาสดร่วมกับกากน้ำตาล (อาจ จะใช้น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลอ้อย หรือน้ำตาลทรายขาว) ยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็น แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากการหมักวัสดุอินทรีย์ด้วยน้ำตาล (1 - 2 วัน จะ ได้กลิ่นแอลกอฮอล์) ยีสต์ในธรรมชาติจะเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์เนื่องจากได้แหล่งอาหารจากน้ำตาล โดยจะปรากฏอยู่ที่บริเวณหน้าของวัสดุหมักเป็นฟองที่ลอยเป็นฝ้าอยู่ที่ผิวของหมักหมักอาจจะเรียกว่า top yeasts เมื่อการหมักกลดลงยีสต์จะตกตะกอนลงด้านล่าง นอกจากนี้จะได้ผลิตภัณฑ์อื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ glycerol, acetic acid, organic acid, amino acid, Purine , pyrimidine และ ethyl alcohol นอกจากนี้ยีสต์จะผลิต วิตามินและฮอโมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็น กรดระหว่าง 4.0 - 6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่เป็น กรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่า pH ของ หมักหมักมีค่าต่ำ ความเป็นกรดสูง สภาพที่ค่า pH ของหมักหมักมีค่าต่ำนั้นส่งผลต่อการควบคุมกลุ่ม จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และในขณะเดียวกันแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของหมักชีวภาพด้วย

(2) กลุ่ม Lactic acid bacteria ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น Gram positive asporogenous rod-shaped bacteria อยู่ใน Family Lactobacillaceae ซึ่งจะไม่มีการสร้างสปอร์ (endospore) รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อน แบคทีเรียชนิดนี้จัดอยู่ในพวก anaerobic หรือ facultative ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Lactobacillus sp. มีความต้องการสารอาหารพวกสาร ประกอบอินทรีย์ มีโครงสร้างซับซ้อนพบในกระบวนการหมักมีการเจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนด้วย น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้ กลุ่ม Lactic acid bacteria แบ่งออก เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่งเรียกว่า homofermentative bacterie จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะให้ผลิตภัณฑ์เป็น กรดแลคติก (lactic acid) เท่านั้น สำหรับแบคทีเรียกลุ่มที่สองเรียกว่า heterofermentative bacterie หลังจากกระบวนการหมักจะได้กรดแลคติก กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีอยู่ในสภาพธรรมชาติทั้ง ในพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์นม กรดแลคติกที่ได้นี้มีบทบาทสำคัญในการถนอม อาหารหลายชนิด เช่น ผักดองต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์นมพวกทำเนยแข็ง จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความสามารถ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดี ทนต่อสภาพความเป็นกรดสูง สภาพความเป็น กรดสูงนี้จะมีผลกระทบต่อการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์หรือกำจัดกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร

(3) กลุ่ม Acetic acid bacteria ลักษณะทางพื้นฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น gram negative aerobic Food and cocci อยู่ใน Family Pseudomonadaceae รูปร่างเป็นท่อนแต่มีหลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไม้กระบอกโค้งมี flagella เคลื่อนที่ได้ เป็นพวกแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน ในการเจริญเติบโต (aerobic bacteria) ทนทานต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีในสภาพที่มีค่า pH ของ สารละลายต่ำกว่า 5.0 และเจริญอยู่ได้ในช่วงค่า pH ระหว่าง 3.0 - 3.5 ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Acetobacter sp. บทบาทที่สำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะทำหน้าที่ในการแปรสภาพหรือเปลี่ยนแปลง แอลกอฮอล์ (ethanol) ให้เป็น กรดอะซิติก (acetic acid)

(4) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนจากโปรตีนและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง กับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรีย รา และ แอคติโนมัยซีส ผลึกภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะได้แอมโมเนีย เรียกกลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า ammonifiers ในสภาพการหมักวัสดุเศษปลานั้นจะพบจุลินทรีย์ชนิดนี้เป็นพวก แบคทีเรียในสกุล Bacillus sp.สามารถผลิต extracellular enzyme ออกมาภายนอกเซลล์เรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้ขนาดโมเลกุลเล็กลง อาจกล่าวได้ว่าโปรตีน จะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ protease โดยมีน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี (hydrolysis) แปรสภาพโปรตีนให้เป็น polypeptides และแปรสภาพ oligopeptides ให้เป็น amino acids เอนไซม์นี้ถ้า ย่อยโปรตีนในสภาพที่มีอากาศเพียงพอ (aerobic proteolysis) ผลึกภัณฑ์ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ซัลเฟต และน้ำ แต่ถ้าย่อยเกิดในสภาพที่ปราศจากอากาศจะได้แอมโมเนีย อะมีน คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ indole skatole mercaptans และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งสาร เหล่านี้ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า (foul smelling)

(5) กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการแปรสภาพ ฟอสฟอรัส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นฟอสฟอรัสในรูปที่เป็น ประโยชน์ โดยในกรณีของ สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งยังไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะอยู่ใน รูปของ phytin และ phosphoric acid จุลินทรีย์สร้างน้ำย่อย phytase, phosphatase, nucleotidases และ glicerophosphatase เพื่อแปรสภาพ อินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ เรียกว่า orthophosphate ซึ่งเป็นพวก mono และ dihydrogenphosphate จุลินทรีย์ดังกล่าว ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Bacillus sp. และราในสกุล Aspergillus sp., Penicillium sp. และ Rhizopus sp. เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสบางชนิด ในรูปของหินฟอสเฟต ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นมีจุลินทรีย์บางชนิดในสกุล Bacillus sp.และ Aspergillus sp. จะสร้างกรดอินทรีย์ละลายฟอสฟอรัสออกมาให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

2.4 กากน้ำตาล

กากน้ำตาลเป็นของเหลวสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล มีลักษณะข้นเหนียวสีน้ำตาลปนดำ ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ มากมาย เช่น เหล็ก วิตามินบี แคลเซียม และโพแทสเซียม เป็นต้น (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของกากน้ำตาล

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%w/w)	ค่าเฉลี่ย (%w/w)
น้ำ	17-25	20
ซูโครส	30-40	35
กลูโคส	4-9	7
ฟรุคโตส	5-12	9
น้ำตาลรีดิวซ์อื่นๆ	1-5	3
คาร์โบไฮเดรตอื่นๆ	2-5	4
เถ้า	7-15	12
สารประกอบไนโตรเจน	2-6	4.5
กรดที่ไม่มีไนโตรเจน	2-8	5
อื่นๆ	0.1-1	0.5

ที่มา : Paturau (1982)

2.5 สารเร่ง พด.2

พด.2 หมายถึงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุการเกษตรที่มีลักษณะเปียกหรือมีความชื้นสูงเพื่อผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ โดยการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน และทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พด.2 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ดังนี้

ยีสต์ (*Saccharomyces* sp.) ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และวิตามินบี

แบคทีเรีย *Lactobacillus* sp. ผลิตกรดแลคติก

แบคทีเรีย *Bacillus* sp. ย่อยสลายโปรตีน

สารเร่ง พด.2 จำนวน 1 ของ มีปริมาณ 25 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวไม่ต่ำกว่า 10^{10} เซลล์ สามารถผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพได้ 50 ลิตร

2.6 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพ

ในส่วนของแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพนั้นปริมาณจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และสูตรการหมักรวมทั้งระยะเวลาหมักและนอกจากนี้ใน กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นจะมีจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้องกิจกรรมตามกลไกของธรรมชาติ วัสดุธรรมชาติ ที่นำมาใช้หมักจะเป็นส่วนที่ทำให้ธาตุอาหารที่ได้มีความแตกต่างกัน และสำหรับพืชแต่ละชนิดจะ ให้ปริมาณธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันมากนัก (ส่วนใหญ่ไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์) แต่ถ้าใช้วัตถุดิบจาก สัตว์จะมีธาตุอาหารแตกต่างจากพืชบ้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชในน้ำ หมักชีวภาพมีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าน้ำหมักชีวภาพ มีธาตุ อาหารพืชครบทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม รวมทั้งสารอินทรีย์และจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น จุลินทรีย์พวกยีสต์ แบคทีเรีย ที่ทำให้เกิดกรดแลคติก และพวกเชื้อราต่าง ๆ ส่วนสารอินทรีย์ประกอบด้วยสารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในขณะที่วัสดุที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีควรมีอัตราส่วนระหว่าง ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ตั้งแต่ 1 : 1 : 0.5 ขึ้นไป มีความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของพืชอยู่ช่วง 6.5 - 7.5 และมีความนำไฟฟ้าไม่เกิน 4 ds/m ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้ ผสมน้ำในอัตราส่วนที่ค่อนข้างสูงก่อนนำไปใช้เพื่อลดอัตราความเค็มนั่นเอง

นอกจากนี้ยังพบฮอร์โมนพืชในน้ำหมักชีวภาพทั้งจากพืชและจากสัตว์ คือ ฮอร์โมน Auxin, Gibberellins, Cytokinins โดย Indole acetic acid (IAA) เป็นฮอร์โมนพืชในกลุ่ม Auxin มีผลในการเร่งการเจริญเติบโตของยอด กระตุ้นการเกิดราก ฮอร์โมนในกลุ่ม Gibberellins ช่วย ทำลายการพักตัวของเมล็ด กระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นพืช ส่งเสริมการออกดอกและทำให้ข้อ ดอกยืด-ยาวขึ้น และฮอร์โมนในกลุ่ม Cytokinins ได้แก่ zeatin และ Kinetin มีผลกระตุ้นการเกิด ตา ช่วยเคลื่อนย้ายอาหารในต้นพืชและช่วยให้พืชผักมีความสดนานขึ้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มยุรา ภูราศรี และสมใจ เถาว์ชาลี (2544) ศึกษาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพจากการหมักพืชและสัตว์ 6 ชนิด คือ โสน จามจุรี ถั่วลิสง พุงปลา ไล่ไก่ และหอยเชอรี่ ที่มีระยะเวลาการหมักได้ 30 วัน พบว่าปริมาณไนโตรเจนเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ จามจุรี ถั่วลิสง โสน ไล่ไก่ หอย เชอรี่และพุงปลา คือเท่ากับ 0.0045% 0.0235% 0.1408% 0.2638% 0.4056% และ 0.4708% ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส เรียงลำดับจากน้อยไปหามากดังนี้ โสน ถั่ว ลิสง จามจุรี ไล่ไก่ พุงปลาและหอย เชอรี่ เท่ากับ 0.0245% 0.0298% 0.0354% 0.0546% 0.0617% และ 0.0781% ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียม เรียงลำดับ จากน้อยไปหามากดังนี้ ไล่ไก่ หอยเชอรี่ จามจุรี ถั่วลิสง โสนและพุงปลา เท่ากับ 0.0100% 0.0108% 0.0250% 0.0318% 0.0365% และ 0.0667% ตามลำดับ

จิระพันธ์ จันทะงาม และโพธิ์ทอง อัครลา (2538) การศึกษาน้ำหมักชีวภาพ จากสัตว์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวแปดแถวที่ได้จากการหมักอินทรีย์วัตถุ จากสัตว์สด 4 ชนิด คือ หอยเชอรี่

หอยทาก น้ำล้างเนื้อไก่กับเศษเนื้อไก่ และน้ำล้างเนื้อปลา กับ เศษเนื้อปลา โดยใช้เวลาในการหมัก 30 วัน แล้วนำมาทดลองใช้กับข้าวโพดแปดแถวที่ปลูกแบบ RCBD ใช้ น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ในอัตราส่วน 1:250 และ 1:500 โดยปริมาตรใช้รดทุก ๆ 5 วัน

กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2546) พบว่าในการหมักปลา การเติมกรดฟอร์มิก 98% ปริมาณร้อยละ 2-5 ลงไปให้ pH เป็นกรดซึ่งเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก เนื่องจากจุลินทรีย์ที่จำเป็นต่อกระบวนการหมักจะเจริญเติบโตได้ดี ในขณะเดียวกันก็เป็นการควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย โดยสามารถเติมกรดอะซิติกแทนกรดฟอร์มิก ได้ นอกจากนี้พบว่า การเติมผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น สับปะรด ส้ม มะม่วง จะช่วยเร่งกระบวนการ หมักให้ดีขึ้น ลดกลิ่นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและจากการศึกษาการใช้หมักชีวภาพกับข้าวโพดหวาน พบว่าการทำการปรับปรุงดินก่อนจะทำให้สามารถเห็นประสิทธิภาพ ของน้ำหมักชีวภาพได้ชัดเจนขึ้น

ชำนาญ ทองเกียรติกุล (2543) รายงานว่า ของเสียจากอุตสาหกรรมปลากระป๋องประเภท เหยือก พุง เลือด ก้าง หัว ประมาณ 132.73 ตันต่อปี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้พัฒนาเป็นปุ๋ยปลา เป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าทาง เศรษฐกิจ ลดปัญหามลภาวะ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักเศษปลาจะมีสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม พบว่าใช้เวลาหมักประมาณ 28 วัน ปุ๋ยปลาถ้า ใช้เวลาหมักนานจะมีคุณภาพดีและกลิ่นดี คุณภาพจะแตกต่างกันที่การหมักโดยทั่วไปในโตรเจน เป็นองค์ประกอบประมาณ 3-5% ฟอสฟอรัสประมาณ 1-2% และโพแทสเซียมประมาณ 0.5 %

บุญยง ไยแสง (2543) การทำน้ำหมักจากหอยเชอรี่ โดยนำหอยมาทุบให้ละเอียดแล้วนำไปผสมกับโมลาสและน้ำหมักหัวเชื้อ อัตราส่วน 3:3:1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบ ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.2 – 4.9 ค่าการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าและความเข้มข้นของน้ำ หมักค่อนข้างสูงมาก การนำไปใช้ต้องเจือจางกับน้ำ ในอัตราส่วน 5-20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างสูงมาก เมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักจากพืช และสัตว์ทั่วไป

จานุลักษณ์ ขนบดี และมุกดา สุขสวัสดิ์ (2546) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อการปลูกแตงกวา โดยใส่ปุ๋ยในอัตราส่วนต่างๆ คือ ปัจจัยที่ 1-3 รองพื้นด้วยปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ และใส่น้ำหมักอินทรีย์ในอัตรา 1:500, 1:400 และ 1:300 โดยปริมาตรปัจจัยที่ 4-6 รองพื้นด้วยปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ และใส่น้ำหมักอินทรีย์ในอัตรา 1:500, 1:400 และ 1:300 โดยปริมาตรทุกๆ 7 วันใส่ทั้งหมด 5 ครั้งและปัจจัยที่ 7 รองพื้นด้วยปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15:15:15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยปลูกแตงกวาพันธุ์การคำลูกผสม พบว่าผลผลิตต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยรองพื้น 2 และ 1 ตัน ต่อไร่ร่วมกับใส่น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:300 จะให้ผลผลิตสูงสุดและรองลงมาโดยให้ผลผลิตเท่ากับ 5.1 และ 4.9 ตันต่อไร่ตามลำดับ

อรุณทัย สิริธรรมเจริญ (2549) ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำเปล่า 1 ลิตร ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคืออัตราส่วน 2 มิลลิลิตรต่อน้ำเปล่า 1 ลิตรที่อัตราส่วน 3 มิลลิลิตรต่อน้ำเปล่า 1 ลิตร และชุดควบคุมโดยมีความสูงของต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้เท่ากับ 192.40, 144.50, 117.00 และ 85.50 กรัม ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 9.65, 8.34, 6.27 และ 5.04 เซนติเมตรตามลำดับ

จรัส กิจบำรุง (2544) พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพทำให้ผลผลิตของพืชสูงกว่าการใช้น้ำหมักเคมีเพียงอย่างเดียวเล็กน้อยแต่สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้น้ำหมักได้อย่างมาก เดิมมีต้นทุนการผลิตจากการใช้น้ำหมักเคมีสูงถึง 11,468 บาท และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 2,115 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อมีการใช้น้ำหมักอินทรีย์ทำให้ต้นทุนลดเหลือเพียง 4,333 บาท มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2,208 กิโลกรัมต่อไร่ และมีรายได้เพิ่มขึ้น 9,460 บาทต่อไร่

จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ และธัชพิสิษฐ์ พวงจิก (2548) ทดสอบการปลูกคะน้าในวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวผสมทรายหยาบในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร จากนั้นรดด้วยสารละลายธาตุอาหารครั้งปริมาตรร่วมกับน้ำหมักชีวภาพอีกครั้งปริมาตร โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่เจือจางด้วยน้ำเปล่าอัตรา 1:200, 1:400, 1:600, 1:800 และ 1:1,000 เท่าโดยปริมาตร และคะน้าที่รดด้วยสารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวเป็นตัวควบคุม ซึ่งพบว่าการรดด้วยสารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างกัน ให้ผลการเจริญเติบโตของคะน้าในด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของใบและลำต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในด้านน้ำหนักสดใบ และลำต้นเฉลี่ยพบว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารร่วมกับน้ำหมักชีวภาพอัตราเจือจาง 1:200 มีแนวโน้มให้น้ำหนักสูงที่สุด ทำให้ต้นทุนการผลิตคะน้าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินลดลง 28 บาทต่อกระถาง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การทดลองในเรื่องนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารพืช ในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิด ที่ใช้กลุ่มจุลินทรีย์พด.2 ของกรมพัฒนาที่ดินในการหมัก รวมไปถึงการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองได้ทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ถัง

โดยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ เศษผักกาดใบ เศษต้นกล้วย และเศษผลสับปะรด โดยวัสดุที่จะทำการหมักแต่ละชนิดจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ พด.2 ของกรมพัฒนาที่ดินเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการหมัก ตามอัตราส่วนของกรมพัฒนาที่ดิน คือ เศษวัสดุ: กากน้ำตาล: น้ำ เป็นอัตราส่วน 3:1:1 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 อัตราส่วนการหมักปุ๋ยน้ำชีวภาพ

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กิโลกรัม)	น้ำ (ลิตร)	กากน้ำตาล (ลิตร)
1.เศษผักกาดใบ	12	3	3
2.เศษต้นกล้วย	12	3	3
3.เศษผลสับปะรด	12	3	3

2. อุปกรณ์

2.1 ภาชนะพลาสติกมีฝาปิดขนาด 25 ลิตร จำนวน 18 ใบ

2.2 หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 ของกรมพัฒนาที่ดิน

2.3 เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เศษผักกาดใบ เศษต้นกล้วย และเศษสับปะรด

2.4 กากน้ำตาล

2.5 น้ำสะอาด

3. วิธีการทดลอง

3.1 ชุดการทดลองแรก ทำการเตรียมเศษอินทรีย์ คือ เศษผักกึ๋นใบ เศษต้นกล้วยและเศษผลสับปะรด โดยมีการทำการสับให้มีขนาดเล็กลง โดยเตรียมเศษวัสดุอินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 1) ใส่ถังพลาสติก ขนาด 25 ลิตร จำนวนอย่างละ 3 ใบ

3.2 นำสารเร่ง พด.2 จำนวน 12 กรัมต่อถัง (ตามอัตราส่วน 3:1:1) ใส่ลงในน้ำจำนวน 3 ลิตรต่อถัง ให้อยู่ในลักษณะของสารละลาย และใส่กากน้ำตาลลงไปผสม

3.3 ผสมวัสดุหมัก ในข้อที่ 1 และ 2 ให้เข้ากัน โดยการผสมลงในถังพลาสติกที่ใช้หมัก คลุกเคล้า จากนั้นปิดฝาสนิท และนำไปไว้ในอุณหภูมิห้อง

3.4 ทำการหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 21 วัน โดยการหมักในช่วง 3 วันแรกมีการเปิดฝา เพื่อระบายอากาศวันละครั้งพร้อมกับการคนวัสดุในถัง หลังจากนั้นปิดฝาหมักทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 21 วัน (จนกว่ากระบวนการหมักจะสมบูรณ์หรือสังเกตจากกลิ่นอมเปรี้ยวของน้ำหมักเป็นใช้ได้)

3.5 เมื่อครบระยะเวลาการหมักแล้ว ทำการกรองน้ำหมักแยกออกจากกาก แล้วนำน้ำหมักที่ได้ ในแต่ละกรรมวิธี นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม วัดค่า pH และค่า EC

4. การบันทึกผลการทดลอง

ระหว่างทำการทดลองทำการบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน โดยบันทึกค่า pH และ EC สำหรับปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญจะทำการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐานในวันสุดท้ายหลังการหมัก โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มีทั้งหมด 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ประกอบไปด้วย 1.เศษผักกึ๋นใบ 2.เศษสับปะรด 3.เศษต้นกล้วย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix 8

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

1. ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด และอัตราส่วนในการใช้หมักชีวภาพต่อ การเจริญเติบโตของผักกาดหอม โดยการนำน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด มารดที่โคนต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยใช้อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ 1:100 และ 1:200 แต่ละทรีทเมนต์ประกอบด้วย ทุกทรีทเมนต์จะมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น

การวางแผนการทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) มีทั้งหมด 7 ทรีทเมนต์ ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกึ๋นใบที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 , น้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 หมักชีวภาพจากเศษต้นกล้วยที่ระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ คือ 1:100 และ 1:200 และชุดควบคุม โดยทุกทรีทเมนต์จะมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น ทำการรดผักกาดหอมกรีนโอ๊คด้วยน้ำหมักชีวภาพตามอัตราส่วน 7 วันต่อครั้ง ปริมาณครั้งละ 25 มิลลิลิตร/กระถาง เมื่อครบ 28 วัน สังเกตการเจริญเติบโตของ

ผักกาดหอมกรีนโอ๊คโดยการวัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด ความกว้างของทรงพุ่ม จำนวนใบ จากนั้นนำผักกาดหอมไปชั่งน้ำหนักสด วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix 8

2. การกำหนดพื้นที่ศึกษา

แปลงสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์จังหวัดปทุมธานี

3. วิธีการทดลอง

3.1 การทดลองครั้งนี้ได้กำหนดขนาดของกระถางคือ กระถางพลาสติกดำขนาดกว้าง 8 นิ้ว แล้วใส่ดินเพื่อเตรียมปลูก

3.2 เตรียมกล้าสำหรับเพาะปลูก ตามชนิดพืชที่กำหนดไว้ในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูก โดยเพาะกล้าในถาดเพาะกล้า จำนวน 105 หลุมต่อถาด โดยให้กล้าผักมีอายุกล้าประมาณ 20-25 วันหลังปลูก

3.3 วัสดุปลูกที่ใช้คือ ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ดิน และปุ๋ยคอกมูลวัว อัตราส่วน 2:2:1:1

3.4 ทำการเพาะปลูกโดยเจาะหลุมปลูกลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร และนำกล้าที่เพาะไว้ลงปลูก

3.5 ทำการรดผักกาดหอมด้วยน้ำหมักชีวภาพ 7 วันต่อครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร / กระถาง

3.6 ดูแลรักษาด้วยระบบน้ำหยด และใช้ยาปราบศัตรูพืช และโรคพืช ตามสมควร

4. การบันทึกผลการทดลอง

เมื่อครบ 28 วัน สังเกตการเจริญเติบโตของผักกาดหอมโดยการนับจำนวนใบ ความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอด ความกว้างของทรงพุ่ม จำนวนใบ จากนั้นนำผักกาดหอมไปชั่งน้ำหนักสด

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ปริมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC)

ในการทดลองที่หนึ่ง หลังจากทำการหมักปุ๋ยชีวภาพโดยใช้เศษวัสดุพืชที่แตกต่างกันคือจากเศษผักกินใบ เศษผลสับปะรด เศษต้นกล้วย โดยใช้จุลินทรีย์พด.2 ในการหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน แล้วทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายทุกวัน และทำการจดบันทึกทุกวันจนครบ 30 วัน โดยในวันแรกค่าความเป็นกรด - ด่าง ยังไม่ลดต่ำมากคือประมาณ 4.5-4.8 และจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพจากพืชแต่ละชนิด จะมีค่าลดลงในระหว่างการหมัก โดยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักที่ 30 วัน มีค่ากรด - ด่างต่ำที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ± 0.12 สำหรับน้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกินใบ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.20 ± 0.18 และ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำหมักชีวภาพจากเศษต้นกล้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ± 0.18 (ตารางที่ 7)

สำหรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุพืช Lim and Matu (2015) พบว่าปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษกล้วยและเศษสับปะรดแบบ solid state ได้น้ำหมักปุ๋ยที่มีค่า pH เป็น 4.52 และ 4.42 ตามลำดับ สอดคล้องกับ กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านเกษตรกรรมวิชาการเกษตร (2547) รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพที่หมักจากพืชจะมีค่าประมาณ 3.3-5.1 ซึ่ง pH ของดินหรือสารละลายดินที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6.0-6.5 การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้จึงจะต้องเจือจางก่อน เพื่อให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อพืช

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) จะทำการตรวจวัดพร้อมกับการวัดกรด - ด่าง โดยค่า EC ของสารละลายน้ำหมักชีวภาพจากเศษสับปะรดมีค่า EC สูงที่สุด คือ 24.44 ds/m รองลงมาคือน้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกินใบและเศษกล้วย คือ 21.52 ds/m และ 20.95 ds/m ตามลำดับ (ตารางที่ 8) สูงกว่ามาตรฐานกำหนดมากกว่า 2 เท่า มาตรฐานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2544) แนะนำว่าน้ำหมักจากเศษผักควรมีค่า EC ที่ 10 dS/m ซึ่งค่า EC ที่เหมาะสมกับพืชควรจะอยู่ต่ำกว่า 4 dS/m

ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร (ต่อ)

วันในการหมัก	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพในถังหมัก		
	สูตรเศษผักกินใบ	สูตรเศษผลสับปะรด	สูตรเศษต้นกล้วย
29	4.2	4.0	4.0
30	4.1	4.1	4.1
ช่วง pH	4.0 – 4.9	3.9 – 4.5	4.0 – 4.8
ค่าเฉลี่ย pH	4.20±0.18	4.07±0.12	4.10±0.18

ตารางที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร

วันในการหมัก	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m) ของน้ำหมักชีวภาพในถังหมัก		
	สูตรเศษผักกินใบ	สูตรเศษผลสับปะรด	สูตรเศษต้นกล้วย
1	20.2	23.1	19.8
2	20.3	23.2	19.0
3	20.4	23.4	20.0
4	20.6	23.5	20.1
5	20.6	23.6	20.1
6	20.7	23.7	20.2
7	20.8	23.7	20.3
8	20.9	23.8	20.3
9	21.0	23.9	20.4
10	21.1	24.0	20.5
11	21.2	24.0	20.6
12	21.1	24.1	20.7
13	21.3	24.2	20.8
14	21.4	24.3	20.9
15	21.4	24.3	20.8
16	21.5	24.4	20.9
17	21.5	24.5	21.1
18	21.7	24.5	21.3
19	21.8	24.6	21.3
20	21.9	24.8	21.4
21	22.0	24.9	21.4
22	22.0	24.9	21.5
23	22.2	25.0	21.6

ตารางที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร (ต่อ)

วันในการหมัก	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m) ของน้ำหมักชีวภาพในถังหมัก		
	สูตรเศษผักกินใบ	สูตรเศษผลสับปะรด	สูตรเศษต้นกล้วย
24	22.3	25.2	21.7
25	22.4	25.3	21.7
26	22.5	25.5	21.8
27	22.6	25.5	21.9
28	22.6	25.6	22.0
29	22.7	25.8	22.2
30	22.8	25.8	22.3
ช่วง EC	20.2 – 22.8	23.1 – 25.8	19.8 – 22.3
ค่าเฉลี่ย EC	21.52±0.78	24.44±0.79	20.95±0.79

4.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืช

เมื่อได้น้ำหมักชีวภาพจากการหมักเศษวัสดุพืชหลังจากการหมักครบกำหนด 30 วัน แล้วนำน้ำหมักที่ได้มาทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสำคัญ คือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยวิธีมาตรฐาน ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยน้ำหมักจากเศษผักกินใบ เศษสับปะรดและเศษต้นกล้วย มีโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ตามลำดับ โดยพบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยน้ำหมักสับปะรดมากที่สุดคือ 0.41%, 0.11% และ 1.50% ตามลำดับ (ตารางที่ 9) โดยปุ๋ยน้ำหมักจากพืชนั้นจะตรวจพบปริมาณไนโตรเจนประมาณ 0.03-1.66% ฟอสฟอรัส 0-0.4% โพแทสเซียมพบ 0.05-3.53% (นิรนาม, 2561)

ตารางที่ 9 ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญในน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชทั้ง 3 สูตร

สูตรน้ำหมักชีวภาพ	Total N (%)	Total P ₂ O ₅ (%)	Total K ₂ O (%)
เศษผักกินใบ	0.27 ^b	0.07 ^b	0.72 ^b
เศษสับปะรด	0.41 ^a	0.11 ^a	1.50 ^a
เศษต้นกล้วย	0.24 ^b	0.04 ^c	1.43 ^a
LSD 0.05	0.0380	0.0237	0.5312
CV(%)	6.63	16.41	21.58

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ตามด้วยอักษรตัวเล็กที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4.3 ผลของการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่แตกต่างกัน

หลังจากที่ได้ให้น้ำหมักชีวภาพที่หมักจากเศษวัสดุพืชที่หาได้ในท้องถิ่นแล้ว นำน้ำหมักนั้นมาใช้ในการให้ธาตุอาหารแก่พืชโดยการผสมน้ำรดผักกาดหอมที่ปลูกในกระถางด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา เพื่อให้เป็นการผลิตผักปลอดสารพิษและปลอดสารเคมี เมื่อครบกำหนดจึงทำการวัดขนาดความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ของต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต โดยพบว่า ต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดผสมน้ำอัตราส่วน 1:100 และ 1:200 ส่งผลให้มีความสูงของต้นสูงที่สุด เท่ากับ 19.85 และ 19.00 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความกว้างของทรงพุ่มของต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่อทำการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพต่างชนิดกัน และอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่า การรดด้วยน้ำหมักสับปะรดที่อัตราส่วน 1:100 ทำให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดคือเท่ากับ 20.53 เซนติเมตร รองลงมาคือ การรดด้วยน้ำหมักสับปะรดที่อัตราส่วน 1:200 ทำให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 19.93 เซนติเมตร ส่วนน้ำหมักชีวภาพชนิดอื่นรวมถึงที่รดด้วยน้ำธรรมดาส่งผลให้ทรงพุ่มของผักกาดหอมกรีนโอ๊คไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ความสูง และความกว้างของทรงพุ่ม ของผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่อได้รับชนิดปุ๋ยชีวภาพและอัตราที่แตกต่างกัน

ปริมาณความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด	ความสูงของต้น (ซม.)	ความกว้างของทรงพุ่ม (ซม.)
น้ำหมักเศษผักกึ๋นใบ 1:100	15.45 cd	19.25 c
น้ำหมักเศษผักกึ๋นใบ 1:200	14.43 e	19.05 c
น้ำหมักเศษสับปะรด 1:100	19.85 a	20.53 a
น้ำหมักเศษสับปะรด 1:200	19.00 a	19.93 b
น้ำหมักเศษต้นกล้วย 1:100	16.03 c	19.15 c
น้ำหมักเศษต้นกล้วย 1:200	14.85 de	18.88 c
รดด้วยน้ำธรรมดา	12.05 f	18.65 c
LSD 0.05	0.76	0.53
CV (%)	3.03	1.81

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวเล็กที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

สำหรับจำนวนใบและน้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คหลังจากการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพที่แตกต่างกัน พบว่า ต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดผสมน้ำอัตราส่วน 1:100 และ 1:200 ส่งผลให้มีจำนวนใบมากที่สุด คือเท่ากับ 12.13 และ 12.00 ใบ ตามลำดับ โดยการรดด้วยน้ำธรรมดาและน้ำหมักชีวภาพจากต้นกล้วยที่อัตราความเข้มข้น 1:200 มีผลทำให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีจำนวนใบน้อยที่สุดคือ 10.00 ใบ สำหรับน้ำหนักสดต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่อทำการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพต่างชนิดกัน และอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่า การรดด้วยน้ำหมักสับปะรดที่อัตราส่วน 1:100 ทำให้ผักกาดหอม

กริดไอคมีน้ำหนักสดมากที่สุดคือเท่ากับ 70.81 กรัม รองลงมาคือ การรดด้วยน้ำหมักสับปะรดที่อัตราส่วน 1:200 ทำให้มีน้ำหนักสดต้นเท่ากับ 69.42 กรัม สำหรับน้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกึนใบที่ความเข้มข้น 1:200 และน้ำหมักจากเศษต้นกล้วยที่ความเข้มข้น 1:100 และ 1:200 ส่งผลให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมกรีนไอคไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 66.87, 66.43 และ 65.80 กรัมตามลำดับ สำหรับผักกาดหอมที่รดด้วยน้ำธรรมดาพบว่า ทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดน้อยที่สุดทางสถิติคือ 60.02 กรัม (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 จำนวนใบ และน้ำหนักสดของผักกาดหอมกรีนไอค เมื่อได้รับชนิดปุ๋ยชีวภาพและอัตราที่แตกต่างกัน

ปริมาณความเข้มข้นของน้ำหมัก ชีวภาพแต่ละชนิด	จำนวนใบ	น้ำหนักสด (กรัม)
น้ำหมักเศษผักกึนใบ 1:100	10.50 b	67.61 bc
น้ำหมักเศษผักกึนใบ 1:200	10.13 bc	66.87 c
น้ำหมักเศษสับปะรด 1:100	12.13 a	70.81 a
น้ำหมักเศษสับปะรด 1:200	12.00 a	69.42 ab
น้ำหมักเศษต้นกล้วย 1:100	10.25 bc	66.43 c
น้ำหมักเศษต้นกล้วย 1:200	10.00 c	65.80 c
รดด้วยน้ำธรรมดา	10.00 c	60.02 d
LSD 0.05	0.48	2.37
CV (%)	2.96	2.32

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ตามด้วยอักษรตัวเล็กที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องโครงการบ้านต้นแบบทางการเกษตรเพื่อการผลิตปุ๋ยชีวภาพและผักอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญ ในน้ำหมักชีวภาพ 3 ชนิดที่หาได้ในท้องถิ่น คือ 1.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผักกินใบเป็นวัสดุหลักในการหมัก 2.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้หน่อกล้วยเป็นวัสดุหลักในการหมัก 3.น้ำหมักชีวภาพจากการใช้ผลสับปะรดเป็นวัสดุหลักในการหมัก โดยใช้จุลินทรีย์ พด.2 ในการหมัก

2) เพื่อศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพทั้ง 3 ชนิด ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

ผลการวิจัยพบว่า น้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืช คือน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักที่ 30 วัน มีค่ากรด - ด่างต่ำที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ± 0.12 สำหรับน้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกินใบ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.20 ± 0.18 และ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำหมักชีวภาพจากเศษต้นกล้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ± 0.18 ซึ่งการนำน้ำหมักไปใช้รดต้นพืชจะต้องเจือจางเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมแก่พืช สำหรับค่าการนำไฟฟ้าพบว่า ค่า EC ของสารละลายน้ำหมักชีวภาพจากเศษสับปะรดมีค่า EC สูงที่สุด คือ 24.44 ds/m รองลงมาคือน้ำหมักชีวภาพจากเศษผักกินใบและเศษกล้วย คือ 21.52 ds/m และ 20.95 ds/m ตามลำดับ ซึ่งค่า EC จะบ่งบอกถึงปริมาณธาตุอาหารที่ละลายปนอยู่ในสารละลายนั้น ซึ่งถ้ามีมากนั้นหมายถึงมีปริมาณสารต่างๆหรือแร่ธาตุที่อยู่ในรูปไอออนในปริมาณมาก และเมื่อนำสารละลายน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุพืชต่างชนิดกันไปตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่า ปุ๋ยน้ำหมักจากเศษผักกินใบ เศษสับปะรดและเศษต้นกล้วย มีโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ตามลำดับ โดยพบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยน้ำหมักสับปะรดมากที่สุดคือ 0.41%, 0.11% และ 1.50% ตามลำดับ

เมื่อนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมักครบเวลาที่กำหนด นำไปเจือจางและรดต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ด้านความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม จำนวนใบ และน้ำหนักสด โดยพบว่า ต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่รดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดผสมน้ำอัตราส่วน 1:100 และ 1:200 ส่งผลให้มีความสูงของต้นสูงที่สุด เท่ากับ 19.85 และ 19.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และส่งผลให้มีจำนวนใบมากที่สุด คือเท่ากับ 12.13 และ 12.00 ใบ ตามลำดับ สำหรับความกว้างของทรงพุ่มของต้นผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่อทำการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเศษผลสับปะรดที่อัตราส่วน 1:100 ทำให้มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดคือเท่ากับ 20.53 เซนติเมตร และการรดด้วยน้ำหมักสับปะรดที่อัตราส่วน 1:100 ทำให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีน้ำหนักสดมากที่สุดคือเท่ากับ 70.81 กรัม

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมพัฒนาที่ดิน.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2561. มีอะไรในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. แหล่งที่มา: http://www.ddd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_21.pdf, 5 มกราคม 2561.
- กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2545. ชุดความรู้การพัฒนาที่ดิน เรื่องการผลิตปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการปรับปรุงดิน. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมพัฒนาที่ดิน.
- กองวิเคราะห์ดิน. เอกสารคำแนะนำ การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สำหรับการปลูกพืช. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จานุลักษณ์ ขนบดี และมุกดา สุขสวัสดิ์. 2546. ผลของการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำชีวภาพในการปลูกแตงกวา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 34(1-3) (พิเศษ). น. 365-369.
- จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ และธัญพิศิษฐ์ พวงจิก. 2548. ผลของน้ำสกัดชีวภาพต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการลดต้นทุนการผลิตของคะน้าในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 13 น.33-44.
- จรัส กิจบำรุง. 2544. ปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยหมักแห้งชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมวิชาการเกษตร
- ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์. ชุดคู่มือการเกษตร พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์บ้านและสวน
- ศุภลักษณ์ สิงหนุต. 2549. โรคขาดธาตุอาหารของพืช. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์.
- สุริยา สาสรักกิจ. 2547. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อภิรักษ์ วิภสวิน. 2549. อิทธิพลของปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อผลผลิตของคะน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

- อรุณทัย สิริธรรมเจริญ. 2549. อัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. สาขาวิชาการเกษตร.
- อานัฐ ตันโช. 2549. เกษตรธรรมชาติประยุกต์ แนวคิด หลักการ เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ศูนย์หนังสือ สวทช.
- อาภารัตน์ มหาจันทร์. 2549. บัญชีชีวภาพจากจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตกับอนาคตการเกษตรของประเทศไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : เซเวน พรินติ้ง กรุ๊ป.
- Beever, R.E. and D.J.W. Burns. 1980. Phosphorus uptake, storage and utilization by fungi. *Advances Botany Research*. 8: 127-219.
- Begon, M., J.L. Harper, C.R. Townsend. 1990. *Ecology: Individual, Populations and Communities*. 2nd ed. Blackwell Scientific Publications, USA.
- Brady N.C. and R.R.Weil. 2008. *The nature and properties of soil*. 14th ed. Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.
- Fernandez, C. and R. Novo. 1988. *Vida Microbiana en el Suelo, II*. La Habana:Editorial Puebloy Education.
- Martinez M. and Martinez A. (2003). Effects of phosphate-solubilizing bacteria during the rooting period of sugar cane (*Saccharum officinarum*), Venezuela 51-71 variety, on the grower's oasis substrate. *In First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization*. Netherlands: Springer. pp. 317-323.
- Paturau, J.M., 1982. By product of the cane sugar industry. *Sugar series*. 3:167-193.
- Richardson, A.E. 1994. Soil microorganisms and phosphorus availability. pp. 50-62. In C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta and P.R. Grace, eds. *Soil Biota, Management in sustainable farming systems*. Melbourne, Australia.
- Tilak K.V.B.R. , Pal K.K. and Dey R. 2010. *Microbes for sustainable agriculture*. New Delhi: I.K. International Publishing House.