

การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจาก  
เครื่องในปลานิลร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในอัตราส่วนที่ต่างกัน  
Comparison of Macronutrient Content to Bio-Fertilizer Produced from  
Tilapia Offal and Cabbage Scraps in Different Ratios

อนุชา เพียรชนะ\*<sup>1</sup> ช่อพกา วงษ์สมบัติ<sup>2</sup> และ จิริยา แก้วปัทมา<sup>2</sup>

Anucha Phianchana\*<sup>1</sup>, Chophaka Wongsombut<sup>2</sup>, and Jiriya Kaewpatcha<sup>2</sup>

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี<sup>1</sup>

Environmental Science Program, Faculty of Science Ubon Ratchathani Rajabhat University<sup>1</sup>

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ<sup>2</sup>

Environmental Scholar Laem Pak Bia Environmental Research and Development Project

as a result of Royal Initiatives<sup>2</sup>

E-mail: Anucha\_13p@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเครื่องในปลานิลร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในอัตราส่วนที่ต่างกันโดยผสมกากน้ำตาลอัตราส่วน 10 กิโลกรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร สารเร่ง พด.2 อัตราส่วน 25 กรัม และใช้เศษผักกะหล่ำปลีเครื่องในปลานิลในอัตราต่างๆ ดังนี้ ทำการหมักทั้งหมด 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 30 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 10 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 30:10 สูตรที่ 2 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 20 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 20 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 20:20 และสูตรที่ 3 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 10 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 30 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 10:30 โดยทำการหมักไม่น้อยกว่า 21 วัน พบว่าตลอดระยะเวลาการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25.50-30.30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.5-6.9 ปริมาณไนโตรเจน (%N) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพหมักสูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 3.99, 4.98 และ 5.69 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส (%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.71, 0.56 และ 0.55 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียม (%K<sub>2</sub>O) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.52, 0.47 และ 0.51 ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณธาตุอาหารหลักที่ได้ไปทดสอบทางสถิติพบว่า ปริมาณไนโตรเจน (%N) แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 3 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส ( $\%P_2O_5$ ) และปริมาณโพแทสเซียม ( $\%K_2O$ ) พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** เครื่องในปลานิล ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ เศษผักกะหล่ำปลี

### Abstract

The purpose of this study was to compare the quality of bio-fermented water fertilizer made from the mixture of tilapia fish's organs and cabbages in different ratios. The mixture was 10 kilograms of molasses, 10 liters of water, 25 grams of ARDA1, cabbages, and tilapia fish's organs. The cabbages and fish's organs were mixed in different ratios. For the first formula, 30 kilograms of cabbages were mixed with 20 kilograms of tilapia's organs, in the ratio of 30:10. For the second formula, 20 kilograms of cabbages were mixed with 20 kilograms of tilapia's organs, in the ratio of 20:20. For the third formula, 10 kilograms of cabbages were mixed with 30 kilograms of tilapia's organs, in the ratio of 10:30. The fertilizers of all formulae then were fermented for 21 days. The temperatures were 25.50-30.30 degree Celsius. The pH values were 5.5-6.9. Nitrogen contents (%N) of the first, second, and third formulae were 3.99, 4.98, and 5.69 consecutively. The amounts of phosphorus ( $\%P_2O_5$ ) of the first, second, and third formulae were 0.71, 0.56, and 0.55 consecutively. The amounts of potassium ( $\%K_2O$ ) of the first, second, and third formulae were 0.52, 0.47, and 0.51 consecutively. Comparing the amounts of nutritional values statistically, statistical significance in the difference of nitrogen content was found at the rate of 0.05. The best formula was the third one, while the second and first formulae were inferior, respectively. The difference in the amounts of phosphorus ( $\%P_2O_5$ ) and potassium ( $\%K_2O$ ) was not statistically significant, at the level of 0.05.

**Keywords :** Tilapia offal, Bio-composted fertilizer, Cabbages scraps

## บทนำ

ประเทศไทยมีแนวโน้มขยะเพิ่มขึ้นปีละ 600,000 ตัน จากปริมาณขยะปัจจุบัน 26.85 ล้านตันต่อปี และมีปริมาณขยะตกค้าง 30 ล้านตันต่อปี ขณะที่การกำจัดขยะที่ทำถูกต้องเพียง 8.34 ล้านตันต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยมีขยะมูลฝอยรวม 26.85 ล้านตันต่อปี เฉลี่ยวันละ 73,560 ตัน แต่นำไปกำจัดอย่างถูกต้องเพียงร้อยละ 31.06 หรือ 8.34 ล้านตันต่อปี นำไปใช้ประโยชน์ประมาณ 4.94 ล้านตันต่อปี นำไปกำจัดไม่ถูกต้องประมาณ 7.15 ล้านตันต่อปี และมีขยะตกค้างในพื้นที่และกำจัดไม่ถูกต้องประมาณ 6.22 ล้านตันต่อปี โดยเฉพาะจังหวัดอุบลราชธานีมีพื้นที่ 15,744.6 ตารางกิโลเมตร มีประชากรประมาณ 1,836,523 คน (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัดอุบลราชธานีโดยสำนักงานงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 อุบลราชธานี (2559) รวบรวมข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้น 1,838.13 ตัน/วัน มีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีการรวบรวมขยะมูลฝอยไปกำจัดจำนวน 102 แห่ง มีการเก็บรวบรวมไปกำจัดประมาณ 763.69 ตัน/วัน โดยสามารถกำจัดได้ถูกต้องหลักวิชาการประมาณ 583.56 ตัน/วัน ปริมาณขยะที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด 381.47 ตัน/วัน โดยมีขยะสะสมตกค้างในปี พ.ศ. 2558 ปริมาณ 81,745.00 ตัน และในปี พ.ศ. 2559 ลดลงเหลือ 18,634.20 ตัน ปัจจุบันปริมาณขยะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ก็ยังคงถูกนำไปกำจัดแบบไม่ถูกวิธีส่งกลิ่นไม่พึงประสงค์ส่วนใหญ่พบขยะเปียกในปริมาณมาก สำหรับวิธีการที่สามารถลดปริมาณขยะเปียกได้คือการนำมาทำปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทั้งปุ๋ยหมักและปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ และยังสามารถนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีอีกทางหนึ่ง ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงสนใจจะศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักต่อปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเครื่องในปลานิลร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

## วิธีดำเนินการวิจัย

การเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเครื่องในปลานิลร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในอัตราส่วนที่ต่างกันคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. เครื่องในปลานิล จำนวน 100 กิโลกรัม
2. เศษผักกะหล่ำปลี จำนวน 100 กิโลกรัม
3. กากน้ำตาล จำนวน 80 กิโลกรัม
4. น้ำเปล่า จำนวน 80 ลิตร
5. สารเร่ง พด.2 (สูตรใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) จำนวน 6 ชอง

1. วิธีการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สำหรับปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพสูตรที่ 1, 2 และ 3 ผสมกากน้ำตาลอัตราส่วน 10 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 10 ลิตร สารเร่ง พด.2 อัตราส่วน 25 กรัม และใช้เศษผัก

กะหล่ำปลี และเครื่องในปลานิล ในอัตราต่างๆ ดังนี้ ทำการหมักทั้งหมด 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 30 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 10 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 30:10 สูตรที่ 2 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 20 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 20 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 20:20 และสูตรที่ 3 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 10 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 30 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 10:30 โดยทำการหมักไม่น้อยกว่า 21 วัน แต่ละสูตรทำ 3 ซ้ำ โดยมีสูตรการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรน้ำหมักปุ๋ยชีวภาพ

| สูตร | อัตราส่วน      | วัสดุ                        |                           |                    |               |                        |
|------|----------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|------------------------|
|      |                | เศษผัก<br>กะหล่ำปลี<br>(กก.) | เครื่องใน<br>ปลานิล (กก.) | กากน้ำตาล<br>(กก.) | น้ำ<br>(ลิตร) | สารเร่ง พด.2<br>(กรัม) |
| 1    | 30:10:10:10:25 | 30                           | 10                        | 10                 | 10            | 25                     |
| 2    | 20:20:10:10:25 | 20                           | 20                        | 10                 | 10            | 25                     |
| 3    | 10:30:10:10:25 | 10                           | 30                        | 10                 | 10            | 25                     |

2. การเก็บตัวอย่างปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพภายในถังหมักที่ตำแหน่งกลางถังหมักทุกวันจนสิ้นสุดการหมัก

3. การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ใช้ไม้พายกวนวัสดุในถังหมักให้เข้ากันจากนั้นใช้ปิเกตอร์พลาสติกตักตัวอย่างปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพบริเวณกลางถังหมักปริมาตรจำนวน 2 ลิตร โดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างทุกวัน และค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ณ วันเริ่มต้นและทุก ๆ 7 วัน

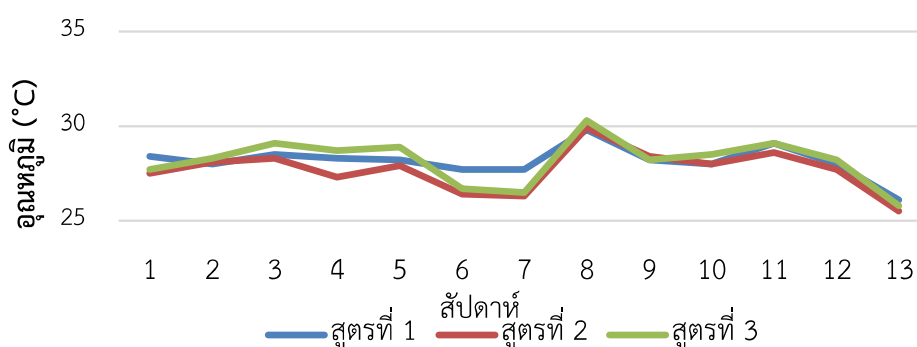
ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

| พารามิเตอร์   | วิธีการวิเคราะห์  |
|---|---|
| การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ<br>1. อุณหภูมิ  | Thermometer   |
| การวิเคราะห์ทางด้านเคมี<br>1. ความเป็นกรด-ด่าง<br>2. ไนโตรเจน<br>3. ฟอสฟอรัส<br>4. โพแทสเซียม | pH meter<br>Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)<br>Ascorbic Acid Method<br>Wet Oidation |

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2557)

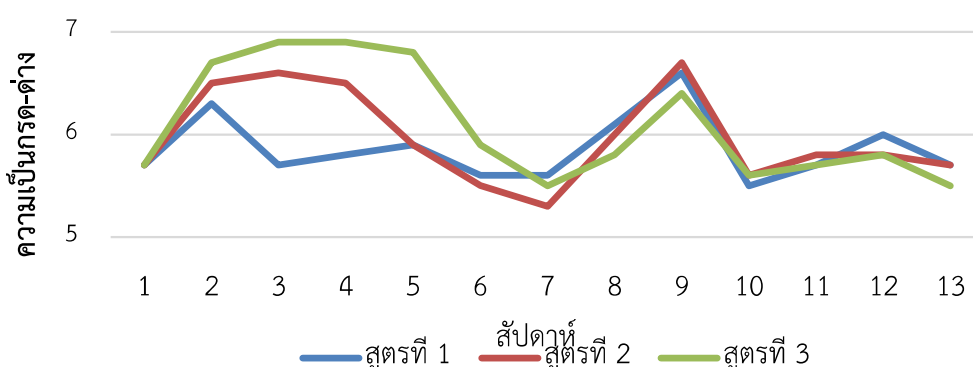
## ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักต่อปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเครื่องในปลานิลร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในอัตราส่วนที่ต่างกัน ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1, 2 และ 3 โดยใช้ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพไม่น้อยกว่า 21 วัน เพื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ภาพประกอบ 1-5 ดังนี้



### ภาพประกอบ 1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิ

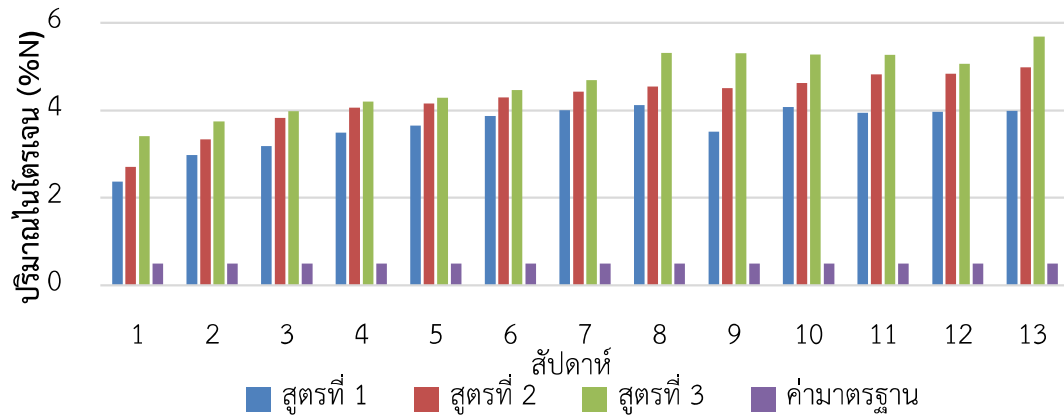
จากภาพประกอบ 1 แสดงผลอุณหภูมิพบว่า การหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 21 วัน ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 สูตรที่ 3 มีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30.3 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไปสัปดาห์ที่ 13 สูตรที่ 2 พบว่า อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงอยู่ในช่วง 25.5 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม (2557) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ของสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม ตามลำดับ



### ภาพประกอบ 2 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

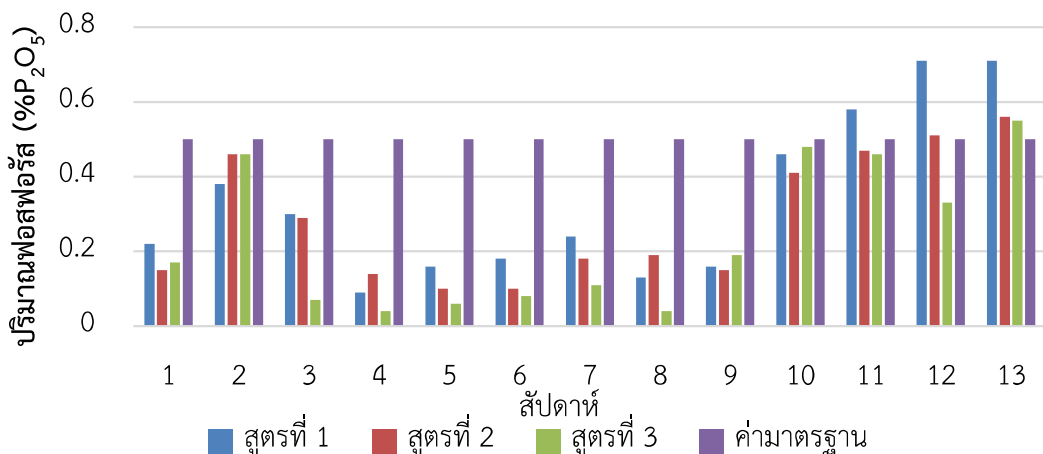
จากภาพประกอบ 2 แสดงถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่า สัปดาห์ที่ 1 มีค่า pH เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพอยู่ที่ 5.7 ทั้ง 3 สูตร และสัปดาห์ที่ 13 มีค่า pH เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ 3 สูตรมีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 5.7, 5.7 และ 5.5 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของสำนักงานพัฒนาที่ดิน

เขต 8 กรมพัฒนาที่ดินได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานของปริมาณค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ไม่เกิน 4.0 โดยน้ำหนัก ซึ่งหมายความว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ตามลำดับ



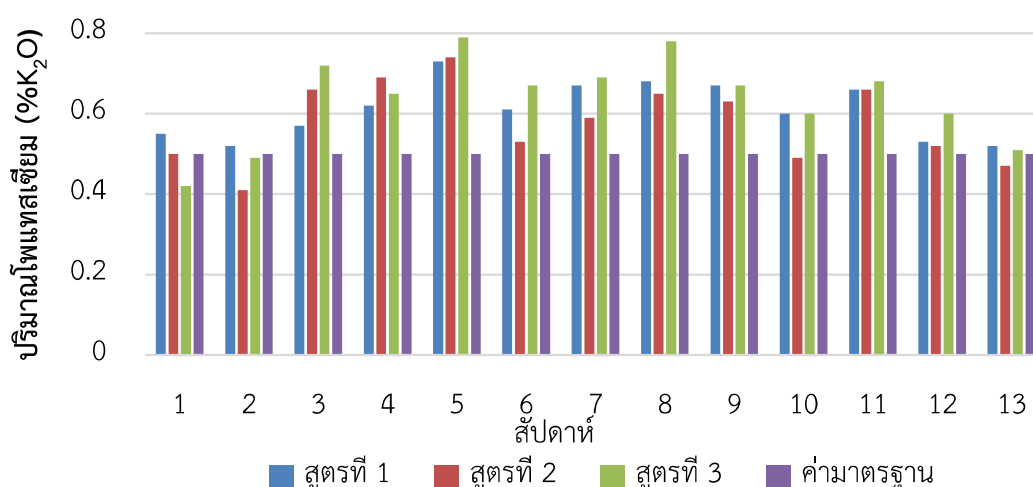
ภาพประกอบ 3 ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจน

จากภาพประกอบ 3 พบว่า ปริมาณไนโตรเจน (N) สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจน (%N) เฉลี่ยของปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 2.37, 2.71 และ 3.41 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 13 ปริมาณไนโตรเจน (%N) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก (%N) เฉลี่ยของปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 3.99, 4.98 และ 5.69 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณไนโตรเจน (N) สูตรที่ 1, 2 และ 3 ไปทดสอบทางสถิติพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 โดยสูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรที่ 3 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2557) คือ ค่ามาตรฐานของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ



ภาพประกอบ 4 ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

จากภาพประกอบ 4 แสดงถึงปริมาณฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) พบว่า สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัส ( $\%P_2O_5$ ) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.22, 0.15 และ 0.17 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และสัปดาห์ที่ 13 มีปริมาณฟอสฟอรัส ( $\%P_2O_5$ ) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก ( $\%P_2O_5$ ) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.71, 0.56 และ 0.55 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) สูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ได้ไปทดสอบทางสถิติพบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2557) คือ ค่ามาตรฐานของปริมาณฟอสฟอรัส ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ



ภาพประกอบ 5 ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียม

จากภาพประกอบ 5 แสดงถึงปริมาณโพแทสเซียม ( $K_2O$ ) พบว่า สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียม ( $\%K_2O$ ) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.55, 0.50 และ 0.42 โดยน้ำหนัก ตามลำดับและสัปดาห์ที่ 13 มีปริมาณโพแทสเซียม มีแนวโน้มคงที่และไม่แตกต่างกันตามระยะเวลาในการหมัก ( $\%K_2O$ ) เฉลี่ยของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ร้อยละ 0.52, 0.47 และ 0.51 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณโพแทสเซียม ( $K_2O$ ) สูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ได้ไปทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2557) คือ ค่ามาตรฐานของปริมาณโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อนำปริมาณธาตุอาหารหลักที่ได้ไปทดสอบทางสถิติพบว่า ปริมาณไนโตรเจน ( $\%N$ ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 3 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส ( $\%P_2O_5$ ) และปริมาณโพแทสเซียม ( $\%K_2O$ ) พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเครื่องในปลานิล ร่วมกับเศษผักกะหล่ำปลีในระยะการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ทั้งหมด 3 สูตร ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพไม่น้อยกว่า 21 วัน พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักจากปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ สูตรที่ 1, 2 และ 3 สูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรที่ 3 ในระยะเวลา 13 สัปดาห์ พบว่ามีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 25.5-30.3 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม (2557) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม โดยสอดคล้องกับ สมพงษ์ บัวแย้ม (2554) ได้กล่าวว่า หลักการทำปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพ พบว่า ปุ๋ยหมักอยู่ในระยะมีโซฟิลิก เป็นช่วงที่จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นและทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสูงสุดเท่ากับ 5.5-6.9 เพอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2550) ได้กล่าวว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหมักจะมีความเป็นกรดสูงแสดงให้ทราบถึงการเกิดกระบวนการหมักเมื่อ pH ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีประมาณ 3.0-4.0 แสดงว่ากระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์โดยสอดคล้องกับ กมลวรรณ ปันอนุ (2558) ได้กล่าวว่า น้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิลมีสภาพเป็นกลางมีค่า pH เท่ากับ 7.00 น้ำหมักชีวภาพจากสับประสมมีสภาพเป็นกรดมากกว่าน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์มีค่า pH เท่ากับ 3.90 และน้ำหมักชีวภาพจุลินทรีย์มีสภาพเป็นกรดน้อยที่สุดมีค่า pH เท่ากับ 4.10 ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ในช่วงวันที่ 21 ธาตุอาหารมีค่าสูงสุด มีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.37-5.69 เพอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปทดสอบทางสถิติ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรที่ 3 ใช้เศษผักกะหล่ำปลี 10 กิโลกรัม ต่อเครื่องในปลานิล 30 กิโลกรัม ในอัตราส่วน 10:30 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 0.5 เพอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด และสอดคล้องกับ พูนศิริ หอมจันทร์ (2555) ได้กล่าวว่า การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ในน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเศษปลาและเศษกุ้ง ที่มีสัดส่วน 1:1 1:2 และ 1:3 โดยน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของวัตถุดิบต่อหัวเชื้อจุลินทรีย์ คือ ที่อัตราส่วน 1:2 ให้ปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุด คือ ปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.05 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.09 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 1.22 เมื่อหมักเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ



ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส ในช่วงวันที่ 21 ธาตุอาหารมีค่าสูงสุด มีฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.07-0.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำปริมาณฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) สูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ได้ไปทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2557) คือ ค่ามาตรฐานของปริมาณฟอสฟอรัสไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด ตามลำดับ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิจารณ์รัตน์ มุรธาพันธ์ (2553) ได้กล่าวว่า การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาป่นที่ใช้ น้ำกากส่าเหล้าทดแทน กากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ และผักบุ้งจีนโดยผลิตน้ำหมักชีวภาพ เศษปลา : กากน้ำตาล : น้ำกากส่าเหล้า ในอัตราส่วน 1:1:0.1, 1:0.3:0.7, 1:0.5:0.5 และ 1:0.7:0.3 ทั้ง 3 สูตร ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน พบว่า มีไนโตรเจน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.71-1.33 ฟอสฟอรัส อยู่ในช่วงร้อยละ 0.07-0.19 และโพแทสเซียม อยู่ในช่วงร้อยละ 0.71-1.10 ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียม ในช่วงวันที่ 21 ธาตุอาหารมีค่าสูงสุด มีโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.27-1.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำปริมาณฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) สูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ได้ไปทดสอบทางสถิติ พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2557) ค่ามาตรฐานของปริมาณโพแทสเซียมไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด ตามลำดับ และไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วันวิสาข์ ปั่นศักดิ์ (2545) ได้กล่าวว่า ผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง พบว่า ตำรับปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพประกอบเหมาะสมในการหมักมี 3 ตำหรับที่ใช้เปลือกมัน: กากน้ำตาล: น้ำทิ้งที่อัตราส่วน 3:1:15, 2:1:10 และ 2:1:15 กระบวนการหมักเกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ที่ระยะเวลา 13 สัปดาห์ ได้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ น้ำตาลเข้มข้น มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นไวน์ ในระหว่างการหมักพบว่า ค่าคือ ไนโตรเจนร้อยละ 0.08-0.11 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.06-0.07 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.28-0.43 ตามลำดับ

### ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพควรทำภายในโรงเรือนที่มีหลังคาเพื่อป้องกันสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีผลต่ออุณหภูมิ และการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำหมัก
2. ควรศึกษาวัสดุหมักอื่นที่มีผลช่วยในการเพิ่มธาตุอาหาร และช่วยย่อยสลายมากขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ ปันอนุ. (2558) . *น้ำหมักชีวภาพจากเครื่องในปลานิล*. จาก :  
<http://www.tei.or.th/tbcds/projects/2015>.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2559). *รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย*.  
 สืบค้น 12 กรกฎาคม 2560, จาก : <http://WWW.pcd.go.th>.
- กรมวิชาการเกษตร. (2557). *ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2557*.  
 จาก : <https://www.doa.go.th>.
- พูนศิริ หอมจันทร์. (2555). *การหาปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพประกอบผลิตจากเศษปลา  
 และเศษกุ้ง*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์.
- วันวิสาข์ ปั่นศักดิ์. (2545). *การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานแบริ่งมันสำปะหลังเพื่อผลิตปุ๋ยน้ำ  
 ชีวภาพ*. พิษณุโลก: วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วีณารัตน์ มุลนัตน์. (2553). *ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากสำเหล้าทดแทน  
 กากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ และผักบุ้งจีน (ออนไลน์)*.  
 กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาคที่ 12 จังหวัดอุบลราชธานี. (2559). *ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในจังหวัด  
 อุบลราชธานี*. สืบค้น 19 สิงหาคม 2560, จาก : [http://dn.corewebsite.com/Public/dispatch\\_upload/backend/core\\_dispatch](http://dn.corewebsite.com/Public/dispatch_upload/backend/core_dispatch).
- สมพงษ์ บัวแย้ม. (2554). *หลักการทำให้มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:  
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม. (2557). *ความรู้เรื่องน้ำหมักชีวภาพ*.  
 จาก <http://r05.ddd.go.th/vicakanpdf>