การศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์

Study of Macronutrients of Bio-composted Fertilizer at Different Ratios from Animal Manure

อนุชา เพียรชนะ*

Anucha Phianchana

Received : November 25, 2020

Revised : January 8, 2021

Accepted : December 29, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์ วิธีการศึกษา นำมูลสุกร มูลวัวและมูลไก่ ชั่งน้ำหนักอย่างละ 10 กิโลกรัม ผสมกับกากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 100 ลิตร และพด.2 จำนวน 2 ซอง ทำการหมักเป็นเวลา 60 วัน และเก็บตัวอย่างทุกๆ 10 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.50-6.43 เมื่อเปรียบเทียบกับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง กระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์อยู่ในช่วง 3-4 อุณหภูมิอยู่ในช่วง 24-32 องศาเซลเซียส ธาตุอาหารไนโตรเจนสูงสุดในสูตรมูลไก่ มีปริมาณร้อยละ 0.038 เปอร์เซ็นต์ ธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูงสุดในสูตรมูลไก่ มีปริมาณร้อยละ 0.068 เปอร์เซ็นต์ และธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงสุดในสูตรมูลสุกรและมูลไก่ มีปริมาณร้อยละ 1.330 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสูตรปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมในสูตรมูลสุกรและมูลไก่เป็นสูตรที่ดีที่สุดเนื่องจาก (กรมวิชาการเกษตร, 2557) ได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ ปริมาณธาตุอาหารหลัก N ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก P ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก K ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก จึงสรุปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมในสูตรมูลสุกรและมูลไก่ มีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตามลำดับ

คำสำคัญ : ธาตุอาหารหลัก / ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ / มูลสัตว์

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Lecturer of Environmental Science Program Faculty of Science Ubon Ratchathani Rajabhat University

ABSTRACT

The objective were to study the macronutrients of bio-composted manure at different ratios from animal manure. Pig manure, cow manure and chicken manure were studied. Weighing 10 kg each, mixed with 10 kg molasses, 100 liters of water and 2 packets of PAD 2 the fermentation was 60 days and samples were collected every 10 days for macronutrient analysis. The study found that The pH is in the range of 3.50-6.43 when compared with (Department of Land Development, 2007) said that the standard of acid - base The complete fermentation process was in the 3-4 temperature range of 24-32 ºC the highest nitrogen nutrients in chicken manure formula Contains 0.038% of the highest nutrient phosphorus in chicken manure formula the content was 0.068% and the highest potassium nutrient in pig manure and chicken manure the amount of 1.330% which from this experiment showed that the bio-compost formula from manure in different ratios was found The macronutrient content of potassium in pig manure and chicken manure recipes is the best because (Department of Agriculture, 2014) said that the standard value of bio-compost. Macronutrient content N not less than 0.5% by weight P not less than 0.5% by weight K not less than 0.5% or with the total macronutrient content of not less than 1.5% by weight, it can be concluded that the nutrient content of potassium in pig manure and chicken manure formula. Having the nutrient content within the specified standard, respectively

Keywords : Nutrients / Bio-composted Fertilizer / Animal Manure

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทางการเกษตร โดยมีพื้นที่ทั้งหมดของประเทศประมาณ 321 ล้านไร่ หรือประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นพื้นที่สำหรับทำการเกษตรประมาณร้อยละ 43 หรือ 138 ล้านไร่ (Marketeer Online, 2561) ได้กล่าวว่า พื้นที่จำนวนดังกล่าวจะใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าว การทำไร่และการปลูกผักสวนครัวที่เป็นอาชีพหลักของเกษตรกรโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าในปี พ.ศ. 2559 มีการปลูกข้าวมากที่สุด 35.52 ล้านไร่ หรือร้อยละ 63.10 ของพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวทั้งหมดในประเทศ จึงมีการนำเข้าของปุ๋ยเคมีจำนวนมากประมาณ 100,000 ล้านตัน หรือประมาณ 110,000,000 ล้านบาทต่อปี ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นและทำให้เกษตรกรที่สัมผัสสารเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) ได้กล่าวว่า การทำการเกษตรของเกษตรกรส่วนใหญ่จะควบคู่ไปกับการเลี้ยงสัตว์ได้แก่ การเลี้ยงวัว เลี้ยงสุกรและเลี้ยงไก่ เพื่อให้มีรายได้เสริมทำให้ได้มูลวัว มูลสุกรและมูลไก่ ถือว่าเป็นผลพลอยได้สามารถนำมาใส่พืชผักสวนครัวได้โดยตรงและพบว่ามูลสัตว์บางส่วนถูกปล่อยทิ้งไว้ในคอกหรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะในปริมาณที่มากๆ ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ทำให้กุ้ง หอย ปู ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ได้รับผลกระทบหรืออาจถึงตาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมูลสัตว์มาทำปุ๋ยที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่านี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ดินและพืชสูงขึ้น เนื่องจากปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมโดยเกิดกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ได้กล่าวว่า การปรับปรุงสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์และชีวภาพของดินโดยแต่ละปีมีมูลสัตว์ประมาณ

36.68 ล้านตันต่อปี การนำปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์มาทำปุ๋ยจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตทางการเกษตรและช่วยให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้ปุ๋ยโดยเฉพาะการทำน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์แทนการใช้ปุ๋ยเคมี

น้ำหมักชีวภาพ คือ การหมักเศษซากพืช ซากสัตว์หรือสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่หาได้ในท้องถิ่นด้วยจุลินทรีย์จำเพาะซึ่งอาจหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง (อานัฐ, 2551) ได้กล่าวว่ากระบวนการหมักของน้ำหมักชีวภาพจะเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์โดยใช้กากน้ำตาลและน้ำตาลจากสารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานแบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1. การหมักแบบต้องการออกซิเจน เป็นการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการออกซิเจนสำหรับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อสร้างเป็นพลังงานและอาหารให้แก่เซลล์การหมักชนิดนี้จะเกิดขึ้นอยู่กับกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพและมักเกิดในช่วงแรกของการหมักแต่เมื่อออกซิเจนในน้ำและอากาศหมดจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน ออกซิเจนจะลดน้อยลงและหมดไปจนเหลือเฉพาะการหมักจากจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน 2. การหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน เป็นการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน สำหรับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อสร้างเป็นพลังงานและอาหารให้แก่เซลล์ การหมักชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเกิดในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้คือคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ส่วนพวกเมอเคปเทนและก๊าซซัลไฟด์ปล่อยออกมาเล็กน้อย

ประโยชน์ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ มีดังนี้ 1. ช่วยในการปรับสภาพความเป็น กรด-ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำอยู่ที่ pH เป็นกรด แก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่างๆ 2. ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม 3. ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุให้เป็นอาหารของพืช พืชจะสามารถดูดซึมไปใช้ได้เลยโดยพืชไม่สูญเสียพลังงานมาก 4. ช่วยสร้างฮอร์โมนพืชเพื่อให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี 5. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นน้ำเสียจากฟาร์มสัตว์ได้และช่วยป้องกันโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แทนการให้ยาปฏิชีวนะทำให้สัตว์แข็งแรงมีความต้านทานโรคช่วยกำจัดแมลงวัน ฯลฯ และยังมีประโยชน์ในครัวเรือนสามารถนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ในการซักล้างทำความสะอาด แทนสบู่ ผงซักฟอก แชมพู น้ำยาล้างจาน รวมทั้งใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำโถส้วม ท่อระบายน้ำได้ด้วย ด้านการเกษตรมีปริมาณธาตุอาหารสำคัญ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และกำมะถัน ฯลฯ จึงสามารถนำไปเป็นปุ๋ยเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตให้ดีขึ้นและยังสามารถใช้ไล่แมลงศัตรูพืชได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการทำการเกษตรที่ใช้ปุ๋ยคอกจากมูลวัว มูลสุกรและมูลไก่ แทนการใช้ปุ๋ยเคมีเพราะการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรและผู้อยู่อาศัยในบริเวณนั้น นอกจากนี้ยังทำให้ดินเสื่อมโทรมมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีบางชนิดไม่มีสารอินทรีย์หรือมีน้อยมากแต่ปุ๋ยอินทรีย์มีคุณสมบัติทางกายภาพได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี ทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดีปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อให้เกษตรกรได้เลือกใช้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์สามารถทำได้ง่ายและต้นทุนการผลิตต่ำหาวัสดุในการทำได้ง่ายนอกจากนี้ยังช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดินและน้ำ ช่วยแก้ปัญหาจากศัตรูพืชและโรคระบาดต่างๆ และช่วยย่อยสลายสารอินทรียวัตถุในดินให้เป็นอาหารแก่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานเหมือนใช้ปุ๋ยเคมีและไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรเพราะมูลวัว มูลสุกรและมูลไก่มีธาตุอาหารหลักที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดผู้วิจัยจึงได้นำเอามูลสัตว์แต่ละชนิดมาทำการเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเพื่อหาสูตรปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ดีที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1. มูลสัตว์จากวัว สุกร และไก่ (อย่างละ 10 กิโลกรัม)
2. น้ำสะอาด 100 ลิตร
3. สารเร่ง พด.2 จำนวน 2 ซอง (50 กรัม)
4. กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม

การวิจัยนี้ผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ในอัตราส่วนของวัสดุที่แตกต่างกัน ทำการหมักไม่น้อยกว่า 60 วัน มีทั้งหมด 7 สูตร ตามตารางที่ 1 แต่ละสูตรทำ 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ยได้ผลการทดลองตามตารางที่ 3-5 โดยการเติมกากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 100 ลิตร และสารเร่ง พด.2 จำนวน 2 ซอง (50 กรัม) เท่าๆ กันทุกสูตรปุ๋ย ส่วนมูลสัตว์ที่ใช้ประกอบด้วย มูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ บรรจุถุงๆ ละ 10 กิโลกรัม ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 10 วัน จนครบ 60 วัน และนำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพมาวิเคราะห์อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารหลัก

ตารางที่ 1 สูตรน้ำหมักปุ๋ยชีวภาพ

สูตร	อัตราส่วน	มูลสัตว์		
		มูลวัว (kg)	มูลสุกร (kg)	มูลไก่ (kg)
1. มูลสุกร	1	10	-	-
2. มูลวัว	1	-	10	-
3. มูลไก่	1	-	-	10
4. มูลสุกรและมูลวัว	0.5 : 0.5	5	5	-
5. มูลสุกรและมูลไก่	0.5 : 0.5	5	-	5
6. มูลไก่และมูลวัว	0.5 : 0.5	-	5	5
7. ไม่ใส่มูลสัตว์	-	-	-	-

1. วิธีการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

1.1 นำมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ใส่ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ทำการชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนของแต่ละสูตร จากนั้นมัดปากถุงให้แน่นและเจาะรูถุงละจำนวน 100 รู

1.2 ตวงน้ำปริมาตร 100 ลิตร เทลงในถังพลาสติกขนาด 150 ลิตร เติมสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 จำนวน 2 ซอง (50 กรัม) กวนให้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ

1.3 เติมกากน้ำตาลจำนวน 10 กิโลกรัม ผสมลงไปในน้ำที่เติมสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 จากนั้นกวนให้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ

1.4 นำมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ใส่ลงในถังที่เติมสารซุปเปอร์ พด.2 และกากน้ำตาล

1.5 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำหมักปริมาตร 1.5 ลิตร ทุกๆ 10 วัน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารหลัก

2. การเก็บตัวอย่างปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทำการวิเคราะห์และวัดอุณหภูมิของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพภายในถังหมักที่ตำแหน่งกลางถังหมักทุก 10 วัน จนถึงวันสิ้นสุดการหมัก

2.2 การวิเคราะห์ทางเคมี ใช้ไม้พายกวนวัสดุในถังให้เข้ากัน จากนั้นใช้บีกเกอร์พลาสติกตักตัวอย่างน้ำปุ๋ยหมักชีวภาพบริเวณกลางถังหมักจนครบปริมาตร 1.5 ลิตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดโดยมีวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักตามตารางที่ 2 และความเป็นกรด-ด่างใช้วิธีวิเคราะห์ pH meter ในการวิเคราะห์และอ่านค่าผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter*
อุณหภูมิ	Thermometer**
ไนโตรเจน	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)***
ฟอสฟอรัส	Vanadomolybdate method***
โพแทสเซียม	Water Soluble Potassium***

หมายเหตุ *(สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม 2557) อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียสและ
**กรมพัฒนาที่ดิน (2550) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพไม่เกิน 4.0
***กรมวิชาการเกษตร (2557) ค่ามาตรฐานของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

ผลการวิจัย

จากการศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์ ทั้งหมด 7 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม สูตรมูลวัว สูตรมูลสุกร สูตรมูลไก่ สูตรมูลสุกรและมูลไก่ สูตรมูลสุกรและมูลวัว สูตรมูลไก่และมูลวัว โดยใช้ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ 60 วัน และเก็บตัวอย่างทุกๆ 10 วัน เพื่อนำตัวอย่าง มาวิเคราะห์ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ตามตารางที่ 3-5 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

สูตรปุ๋ย	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)						
	0 วัน	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. มูลวัว	3.95	4.35	4.51	4.44	4.44	4.46	5.15
2. มูลสุกร	3.66	4.72	4.82	4.74	4.82	4.86	5.42
3. มูลไก่	3.64	5.21	5.38	5.44	5.22	4.56	5.99
4. มูลวัวและมูลสุกร	6.05	5.23	5.09	5.27	5.24	4.60	5.39
5. มูลวัวและมูลไก่	5.86	5.53	5.47	5.53	5.41	5.37	4.16
6. มูลสุกรและมูลไก่	5.70	6.43	5.77	5.87	5.60	4.55	3.50
7. ไม่ใส่มูลสัตว์	4.09	3.86	4.22	4.32	4.40	4.70	4.71

****หมายเหตุ**** กรมพัฒนาที่ดิน (2550) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพไม่เกิน 4.0

จากตารางที่ 3 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า ในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกัน จากมูลสัตว์ในระยะเวลา 60 วัน พบว่าในช่วงวันที่ 10 มีค่าความกรด-ด่าง สูงสุดเท่ากับ 6.43 (มูลสุกรและมูลไก่) และในช่วง 60 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำสุดเท่ากับ 3.50 มูลสุกรและมูลไก่ ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน ของ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง กระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์อยู่ ในช่วง 3-4 ซึ่งหมายความว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง เกิดสมบูรณ์ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

สูตรปุ๋ย	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)						
	0 วัน	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. มูลวัว	30	30	30	30	27	25	27
2. มูลสุกร	30	30	30	30	28	25	28
3. มูลไก่	30	30	29	30	27	24	27
4. มูลวัวและมูลสุกร	31	29	29	29	30	28	30
5. มูลวัวและมูลไก่	32	30	29	29	30	28	30
6. มูลสุกรและมูลไก่	32	29	29	29	30	28	30
7. ไม่ใส่มูลสัตว์	30	29	29	29	29	30	27

****หมายเหตุ**** (สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม 2557) อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4 แสดงผลอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) พบว่า การหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ใน ระยะเวลา 60 วัน ในช่วงเริ่มการทดลอง คือวันที่ 0 มีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30-32 องศาเซลเซียส และมีค่า อุณหภูมิต่ำสุดในวันที่ 50 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 24-28 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเทียบกับ (สถานีพัฒนา ที่ดินจังหวัดมหาสารคาม, 2557) อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิอยู่ ในเกณฑ์ของสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก

สูตรปุ๋ย	ธาตุอาหารหลัก	ระยะเวลาในการหมักปุ๋ย						
		0 วัน	10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. มูลวัว	N	0.017	0.020	0.025	0.014	0.015	0.011	0.009
	P	0.029	0.028	0.026	0.030	0.048	0.042	0.033
	K	0.830	0.954	1.125	1.330	1.033	1.100	0.640
2. มูลสุกร	N	0.009	0.011	0.015	0.019	0.024	0.026	0.029
	P	0.041	0.035	0.050	0.054	0.060	0.053	0.053
	K	0.360	0.767	0.841	1.189	0.916	0.805	0.669
3. มูลไก่	N	0.018	0.024	0.025	0.026	0.029	0.034	0.038
	P	0.043	0.065	0.068	0.054	0.055	0.064	0.060
	K	0.239	0.940	0.964	1.249	0.835	1.010	1.004
4. มูลวัวและมูลสุกร	N	0.006	0.007	0.008	0.007	0.006	0.009	0.010
	P	0.022	0.051	0.055	0.054	0.035	0.040	0.048
	K	0.229	0.518	0.795	1.200	1.040	0.640	0.673
5. มูลวัวและมูลไก่	N	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.009	0.011
	P	0.030	0.054	0.060	0.060	0.038	0.040	0.048
	K	0.265	0.705	0.830	0.992	1.253	0.900	0.850
4. มูลวัวและมูลสุกร	N	0.009	0.010	0.017	0.019	0.021	0.022	0.026
	P	0.032	0.061	0.054	0.054	0.028	0.051	0.054
	K	0.408	0.729	0.970	1.350	1.215	0.863	0.690
7.ไม่ใส่มูลสัตว์	N	0.013	0.015	0.017	0.005	0.024	0.025	0.035
	P	0.033	0.024	0.017	0.043	0.045	0.036	0.022
	K	0.669	0.701	0.653	0.691	1.120	0.691	0.709

****หมายเหตุ**** กรมวิชาการเกษตร (2557) ค่ามาตรฐานของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมนั้นแตกต่างจากปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนและปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสฟอรัส ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลักค่าไนโตรเจนและปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิในการย่อยสลาย กระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์และสภาพอากาศอาจแตกต่างกันไปในแต่ละวัน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้ ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์พบว่า ช่วง 60 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.038 (มูลไก่) ดังนั้น สูตรที่ดีที่สุด คือ สูตรมูลไก่ เนื่องจากมีค่าไนโตรเจนสูงสุด ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส ในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์พบว่าช่วง 20 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.068 (มูลไก่) ดังนั้น สูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรมูลไก่ เนื่องจากมีค่าฟอสฟอรัสสูงสุด และผลการวิเคราะห์โพแทสเซียม ในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์พบว่าช่วง 30 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.350 (มูลสุกรและมูลไก่) ดังนั้น สูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรมูลสุกรและมูลไก่ เนื่องจากมีค่าโพแทสเซียมสูงสุด (กรมวิชาการเกษตร, 2557) ได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานที่พบในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์มี

ค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยมาตรฐาน แต่ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ พบว่า ธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนธาตุอาหารของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ธาตุโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรที่ได้กำหนดไว้

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่ต่างกันจากมูลสัตว์ในระยะการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ทั้งหมด 7 สูตร ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ 60 วัน พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ในสูตรที่ทำการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดคือ สูตรมูลสุกรและมูลไก่ มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 3.50-6.43 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ได้กล่าวว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีความสัมพันธ์กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์โดยค่า pH ของน้ำหมักจะมีความเป็นกรดสูง (ค่าน้อยกว่า 4) การที่ค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นกรดแสดงให้ทราบถึงการเกิดกระบวนการหมักและถ้าค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีประมาณ 3.0-4.0 แสดงว่ากระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่ากระบวนการหมักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้นั้นเกิดความสมบูรณ์มากที่สุด อุณหภูมิในระยะเวลา 60 วัน พบว่า มีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 24-32 องศาเซลเซียส (สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม, 2557) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนที่วิเคราะห์โดยสูตรต่างกัน ค่าไนโตรเจน (N) ให้ผลต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนี้ สูตรมูลสุกรต่างจากสูตรมูลวัวและมูลไก่ โดยสูตรมูลสุกรมากกว่าสูตรมูลวัวและมูลไก่ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.029 : 0.011 เปอร์เซ็นต์ สูตรมูลไก่ต่างจากสูตรมูลวัวและมูลสุกร, สูตรมูลวัวและมูลไก่ โดยสูตรมูลไก่มากกว่ามูลวัวและมูลสุกร, สูตรมูลวัวและมูลไก่ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.038 : 0.010 : 0.011 เปอร์เซ็นต์ และสูตรมูลวัวและมูลไก่ต่างจากสูตรไม่ใส่มูลสัตว์, มูลสุกร, มูลไก่ โดยสูตรมูลวัวและมูลไก่น้อยกว่าสูตรมูลวัวและมูลสุกร, สูตรมูลสุกร, สูตรไม่ใส่มูลสัตว์, สูตรมูลไก่ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.011 : 0.010 : 0.029 : 0.035 : 0.038 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรมูลไก่ มีปริมาณอัตราส่วนร้อยละ 0.038 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด ปริมาณธาตุอาหารหลักฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์โดยสูตรการหมักต่างกันค่าฟอสฟอรัส (P) แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนี้ สูตรไม่ใส่มูลสัตว์น้อยกว่าสูตรมูลไก่ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.045 : 0.068 เปอร์เซ็นต์ สูตรมูลวัวน้อยกว่าสูตรมูลไก่ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.048 : 0.068 เปอร์เซ็นต์ และสูตรไก่มากกว่าสูตรมูลวัว, สูตรไม่ใส่มูลสัตว์ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 0.068 : 0.048 : 0.045 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรมูลไก่ มีปริมาณอัตราส่วนร้อยละ 0.068 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐานของฟอสฟอรัส ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด ปริมาณธาตุอาหารหลักโพแทสเซียมที่วิเคราะห์โดยสูตรการหมักต่างกันแต่ค่าโพแทสเซียม (K) ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดที่เกิดจากกระบวนการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ คือ สูตรมูลสุกรและมูลไก่ ให้ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 1.350 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) ค่ามาตรฐานของปริมาณโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมมีความสำคัญในการช่วยพืชสร้างอาหาร สังเคราะห์แสง และมีส่วนช่วยทำให้รากแข็งแรง ทนทานต่อโรคแมลง อีกทั้งเพิ่มขนาดผลผลิต เมล็ด และปรับปรุงคุณภาพผลผลิต

ผลการศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ในระยะการหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ทั้งหมด 7 สูตร เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ที่อยู่ในช่วง 3.50-6.43 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ได้กล่าวว่า ค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง กระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์อยู่ในช่วง 3-4 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ความสัมพันธ์กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์โดยค่า pH ของน้ำหมักจะมีความเป็นกรดสูง (ค่าน้อยกว่า 4) การที่ค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นกรดแสดงให้ทราบถึงการเกิดกระบวนการหมักและถ้าค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีประมาณ 3.0-4.0 แสดงว่ากระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์แล้วโดยสังเกตจากฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นและระยะกลางของกระบวนการหมักค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งหมายความว่ากระบวนการหมักของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างได้นั้นเกิดความสมบูรณ์มากที่สุด โดยไม่สอดคล้องกับ ศิริรัตน์ กำวีเขียว และคนอื่นๆ (2554) ได้กล่าวว่า ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญของต้นถั่วเขียวพบว่า อุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 1 และวันที่ 2 ของการทดลองและอุณหภูมิจะคงที่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในวันที่ 4 ของกระบวนการหมัก และเมื่อทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าน้ำหมักชีวภาพทุกสูตรมีคุณสมบัติเป็นกรด (pH เท่ากับ 5) โดยพบว่า เมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นความเป็นกรดของน้ำหมักจะเพิ่มขึ้น (pH อยู่ในช่วง 3-4.5) และคงที่ในวันที่ 20 ซึ่งเมื่อทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักพบว่า น้ำหมักชีวภาพทุกสูตรมีปริมาณความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น

อุณหภูมิที่วัดได้เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า อุณหภูมิอยู่ในช่วง 24-32 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเริ่มทำการทดลองหมักปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์ และอุณหภูมิคงที่ในช่วงวันที่ 50 อุณหภูมิอยู่ที่ 32 องศาเซลเซียส โดยเมื่อเปรียบเทียบกับ (สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม, 2557) อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งสอดคล้องกับ สมพงษ์ บัวแย้ม (2554) ได้กล่าวว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราแห้ง พบว่า ปุ๋ยหมักอยู่ในระยะมีโซฟิลิค (Mesophilic Phase) เป็นช่วงที่จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นและทำการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงทำให้เกิดพลังงานความร้อนส่งผลให้อุณหภูมิในกองหมักสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระยะนี้ คือ จุลินทรีย์ในกลุ่มมีโซฟิลิค (Mesophilic Phase) ซึ่งจะได้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ

ธาตุอาหารไนโตรเจน ในช่วงวันที่ 60 ธาตุอาหารมีค่าสูงสุด มีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.003-0.038 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสูตรที่ทำการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดคือ มูลไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด และไม่สอดคล้องกับ พูนศิริ หอมจันทร์ (2555) ได้กล่าวว่า การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลาและเศษกุ้ง 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 ที่อุณหภูมิห้องตามลำดับ

ธาตุอาหารฟอสฟอรัสในช่วงเริ่มต้นน้อยมากแต่ในช่วงวันที่ 10-60 วัน ธาตุอาหารมีค่าสูงขึ้นและไม่เปลี่ยนแปลงมาก พบมากขึ้นในสูตรมูลไก่ มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.017-0.068 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรที่ทำการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดคือ มูลไก่ มีธาตุอาหารค่อนข้างสูงซึ่งธาตุอาหารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์ชนิด

นั้นๆ กินเข้าไปและระบบการย่อยอาหารของสัตว์ โดยพบต่ำสุดในสูตรควบคุม ร้อยละ 0.017 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสูตรควบคุมมีกากน้ำตาลและพด.2 มีน้ำแต่ไม่มีมูลสัตว์จึงทำให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของฟอสฟอรัส ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับ วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ และคนอื่นๆ (2545) ได้กล่าวว่า ผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง พบว่า ตำรับปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมในการหมักมี 3 ตำหรับที่ใช้เปลือกมัน : กากน้ำตาล : น้ำทิ้งที่อัตราส่วน 3 : 1 : 15, 2 : 1 : 10 และ 2 : 1 : 15 กระบวนการหมักเกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ที่ระยะเวลา 13 สัปดาห์ ได้ปุ๋ยน้ำชีวภาพน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นไวน์ ในระหว่างการหมักพบว่าค่าอุณหภูมิภายในถังหมักมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก คือ ไนโตรเจน 0.08-0.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.06-0.07 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.28-0.43 เปอร์เซ็นต์

ธาตุอาหารโพแทสเซียมในช่วงเริ่มต้นมีปริมาณน้อยมากแต่ในช่วงวันที่ 10-60 ธาตุอาหารเริ่มมีค่าสูงขึ้นและไม่เปลี่ยนแปลงมาก พบมากสูงสุดในสูตรมูลสุกรและมูลไก่ มีโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.029-1.350 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสูตรที่ทำการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดคือ มูลสุกรและมูลไก่ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนด (COCONUT Thailand, 2560) ได้กล่าวว่า สุกรและไก่กินอาหารเม็ด กินเศษอาหารและเศษผัก โดยธาตุอาหารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์ชนิดนั้นๆ กินเข้าไปและระบบการย่อยอาหารของสัตว์ และพบต่ำสุดในสูตรมูลวัวและมูลสุกร ร้อยละ 0.229 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมูลวัวมีธาตุอาหารที่ต่ำกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ และธาตุอาหารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์นั้นกินเข้าไปเป็นปัจจัยสำคัญ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้อาจมีความผันแปรไปตามชนิดและวัตถุดิบอาหารรวมทั้งแร่ธาตุที่เสริมลงไปในอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์นั้นด้วย สอดคล้องกับวีณารัตน์ มูลรัตน์ (2553) ได้กล่าวว่า การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาป่นที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้และผักบุ้งจีนโดยผลิตน้ำหมักชีวภาพเศษปลา : กากน้ำตาล : น้ำกากส่าเหล้าในอัตรา 1 : 1 : 0, 1: 0 : 1, 1 : 0.3 : 0.7, 1 : 0.5 : 0.5 และ 1 : 0.7 : 0.3 ทั้ง 5 สูตร ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน พบว่า pH อยู่ในช่วง 3.81-10.77 ค่า EC อยู่ในช่วง 4.18-7.23 เดซิซีเมนต์/เมตร มีปริมาณไนโตรเจน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.71-1.33 มีปริมาณฟอสฟอรัส อยู่ในช่วงร้อยละ 0.07-01.9 มีปริมาณโพแทสเซียม อยู่ในช่วงร้อยละ 0.71-1.10 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชนชลประทาน อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนสถานที่การทำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพและใช้ห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์และขอบคุณ ผศ.ดร.นันทพร สุทธิประภา อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่อนุเคราะห์บุคลากรร่วมงานวิจัย ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

พัฒนาที่ดิน, กรม. (2550). **ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน**. [Online]. Available : https://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_21.pdf [2562, มกราคม 13].

_____. (2558). **คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน**. [Online]. Available : http://ldd.go.th [2562, มกราคม 13].

พูนศิริ หอมจันทร์. (2555). **การหาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ในน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลาและเศษกุ้ง**. สุรินทร์ : คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ และคนอื่นๆ. (2545). **การผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง**. พิษณุโลก : คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิชาการเกษตร, กรม. (2557). **ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์**. [Online]. Available : https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf [2562, มกราคม 13].

วีณารัตน์ มูลรัตน์. (2553). **ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ และผักบั้งจีน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2557). **โรคจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช**. [Online]. Available : http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/72 [2562, มกราคม 13].

สมพงษ์ บัวแย้ม (2554). **ปุ๋ยทำเองไร้สารเคมี : ผลิตเอง..ประหยัด..ลดต้นทุน**. [Online]. Available : http://uc.thailis.or.th/Catalog/BibItem.aspx?BibID=b00550706

สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดมหาสารคาม. (2557). **ความรู้เรื่อง น้ำหมักชีวภาพ**. [Online]. Available : http://r05.ldd.go.th/website_webstation/mkm/pdf/vicakan/K%20of%20bio-fermentation.pdf [2562, มกราคม 13].

ศิริรัตน์ ก่ำวีเขียว และคนอื่นๆ. (2554). ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 11**(1), 30-38

อานัฐ ตันโช. (2551). **กระบวนการหมักของน้ำหมักชีวภาพ**. [Online]. Available : http://ird.skru.ac.th/RMS/file/1007.pdf [2562, เมษายน 4].

COCONUT Thailand. (2560). **สารอาหาร 16 ชนิดที่พืชต้องการ.** [Online]. Available : https://www.blog-cocosth.com [2019, April 4].

Marketeer Online. (2018). **อนาคต เกษตร ในไทยแลนด์ 4.0.** [Online]. Available : https://marketeeronline.co/archives/7375?fbclid=IwAR3YBn89PDhlNs2tZX4fJCGwnITBJlpvQgMVIsk4qnKc7eyeDVkBVhHtODQ. [2019, April 4].