สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชในของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในระบบผลิตพืชอินทรีย์

Chemical Property and Plant Nutrient Content in Animal Farm Waste for Organic Production System

ปฏิมา อู่สูงเนิน[1*] และวรพจน์ ศตเดชากุล[2]

Patima Usungnoen[1*] and Worapot Satadaechakul[2]

Received: October 5, 2021
Revised: November 12, 2021
Accepted: November 17. 2021

Abstract: Composted cow manure, pig manure tea and wastewater of buffalo farm samples from farms at Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom province, were collected 3 times at 4 months interval, and were studied for organic fertilizer properties and plant nutrients content. Results of the study indicated that composted cow manure contained the macronutrients as 1.30% N, 1.99% P_2O_5 and 2.35% K_2O, comply with the compost standard grade 2 by the Land Development Department. Pig manure tea and wastewater of buffalo farm did not comply with the standards of liquid organic fertilizer of the Department of Agriculture. Although pig manure tea and wastewater of buffalo farms contained small amount of major nutrients, both of them contained the minor nutrients, micronutrient elements and beneficial mineral elements of at least 13 types, which could be used as liquid fertilizer for soil and foliar application.

Keywords: composted cow manure, pig manure tea, wastewater of buffalo farm, animal farm waste, plant nutrient

บทคัดย่อ: การศึกษาสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชในของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในระบบผลิตพืชอินทรีย์ กระทำโดยการเก็บตัวอย่างมูลโคหมัก น้ำหมักมูลสุกร และน้ำเสียจากฟาร์มกระบือ จากฟาร์มของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม จำนวน 3 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 4 เดือน ผลการศึกษาพบว่า มูลโคหมัก มีปริมาณธาตุอาหาร N, P_2O_5, K_2O เท่ากับ 1.30%, 1.99% และ 2.35% เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ส่วนน้ำหมักมูลสุกรและน้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีปริมาณธาตุอาหารไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร, 2557) ถึงแม้ว่าน้ำหมักมูลสุกรและน้ำเสียจากฟาร์มกระบือจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณไม่มากนัก แต่มีธาตุอาหารรอง จุลธาตุและธาตุเสริมประโยชน์ รวมอย่างน้อย 13 ธาตุ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นธาตุอาหารเสริมสำหรับพืชในรูปของเหลวโดยการให้ทางดินและทางใบได้

คำสำคัญ : มูลโคหมัก, น้ำหมักมูลสุกร, น้ำเสียจากฟาร์มกระบือ, ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์, ธาตุอาหารพืช

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
*Corresponding author: patimau1808@gmail.com , patima.u@ku.th

Agricultural Science and Management J. 5 (1) : 34-43 (2022)

คำนำ

การผลิตสัตว์เชิงการค้ามักต้องเผชิญปัญหามลภาวะของเสียจากฟาร์มสัตว์ ทั้งการผลิตสุกร สัตว์ปีก โคเนื้อ โคนม และกระบือ โดยของเสียที่เกิดในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ มูลสัตว์ ปัสสาวะ น้ำล้างคอกและเศษเหลืออื่นซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตสัตว์นี้นับวันจะมีปริมาณมากขึ้น และเป็นปัญหาในการบำบัดหรือกำจัดให้หมดไป อีกทั้งทำให้ต้นทุนการผลิตสัตว์สูงขึ้น เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ที่มีข้อจำกัดในการบำบัด/กำจัดของเสียดังกล่าว อาจปล่อยของเสียออกจากฟาร์มสู่แหล่งน้ำหรือพื้นที่สาธารณะ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อสภาพแวดล้อมด้วย

มูลสัตว์เกิดจากส่วนของอาหารที่ไม่สามารถย่อยได้หรือดูดซึมไม่หมด และรวมถึงสิ่งคัดหลั่งจากทางเดินของระบบย่อยอาหารของสัตว์นั้น มูลสัตว์ประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ เช่น ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) คลอรีน (Cl) กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) โมลิบดีนัม (Mo) โบรอน (B) ซิลิคอน (Si) และซิลีเนียม (Se) ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการทั้งสิ้น (Barker and Pilbeam, 2010) ดังนั้น การนำมูลสัตว์และของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช หรือปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นหนทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์ของเสียอย่างมีประสิทธิภาพแทนการกำจัดจากฟาร์ม อีกทั้งเป็นการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มธาตุอาหารที่พืชต้องการโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุรอง จุลธาตุ และธาตุเสริมประโยชน์จึงช่วยเพิ่มผลผลิตพืชด้วย

ในระบบการผลิตพืชอินทรีย์เป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สมดุลธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กำจัดวัชพืช ฮอร์โมนสังเคราะห์ในกระบวนการผลิต เน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรค และแมลงได้ด้วยตนเอง กระบวนการผลิตและผลผลิตที่ได้จึงปลอดภัยต่อผู้ผลิต และผู้บริโภค ไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชในมูลโคหมัก น้ำหมักมูลสุกร และน้ำล้างคอกกระบือของฟาร์มในภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ชนิดต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและไม่มีเหลือที่จะก่อให้เกิดมลภาวะสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ทางดินและทางใบในระบบการผลิตพืชอินทรีย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทำมูลโคหมัก นำมูลโคของโคเนื้อแบบปล่อยเลี้ยงให้กินหญ้าในทุ่งหญ้าอาหารสัตว์ มาทำการกองมูลโคบริเวณภายนอกคอก ให้สูง 1 เมตร เป็นเวลาอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้จุลินทรีย์จากกระเพาะโคที่ติดมากับมูลเกิดกิจกรรมทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น จะช่วยย่อยสลายเมล็ดวัชพืชที่ติดปนมากับมูลโค แล้วจึงขนย้ายมูลโคมายังโรงเรือนผลิตปุ๋ย นำมูลโคมาหมักร่วมกับกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganism : E.M.) และน้ำหมัก พด.2 จากต้นกล้วย ที่ความชื้นของกองปุ๋ยหมัก 60% แล้วใช้สแลนคลุมกองปุ๋ยหมักไว้ เพื่อรักษาความชื้นให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ ป้องกันการปนเปื้อนและการเข้าทำลายของโคภายในฟาร์ม ทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุก 7 วัน จนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ ไม่มีกลิ่นเหม็น และไม่มีความร้อนเกิดขึ้น รวมระยะการหมัก 3 เดือน โดยทำมูลโคหมัก จำนวน 3 ครั้ง ดังนี้

1) ทำมูลโคหมักเดือนมีนาคม 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนมิถุนายน 2562

2) ทำมูลโคหมักเดือนมิถุนายน 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนตุลาคม 2562

3) ทำมูลโคหมักเดือนพฤศจิกายน 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2563

2. **การทำน้ำหมักมูลสุกร** นำมูลสุกรระยะขุนแบบแห้ง 20 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงไนลอน เติมน้ำให้ครบ 200 ลิตร แช่ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำถุงที่บรรจุมูลสุกรออกจากถัง แล้วนำมูลสุกรใหม่ที่บรรจุในถุงไนลอนแช่ลงไปในถังเดิมอีกสองครั้ง ในปริมาณมูลสุกรและเวลาเท่ากัน ปิดฝาถัง บ่มทิ้งไว้ 1.5 เดือน เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โดยทำน้ำหมักมูลสุกร จำนวน 3 ครั้ง ดังนี้

1) ทำน้ำหมักมูลสุกรเดือนเมษายน 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนมิถุนายน 2562

2) ทำน้ำหมักมูลสุกรเดือนสิงหาคม 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนตุลาคม 2562

3) ทำน้ำหมักมูลสุกรเดือนธันวาคม 2562 และเก็บตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2563

3. **น้ำเสียจากฟาร์มกระบือ** เป็นของเหลวที่มีส่วนผสมของปัสสาวะและอุจจาระของกระบือผสมกับน้ำประปาที่ใช้ล้างคอก ถูกพักไว้ในบ่อกักเก็บน้ำเสียแบบตกตะกอน สภาพเปิดกลางแจ้ง เก็บตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง ในเดือนมิถุนายน 2562 ตุลาคม 2562 และกุมภาพันธ์ 2563

4. **การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์** ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลโคหมัก น้ำหมักมูลสุกร และน้ำล้างคอกกระบือ จากฟาร์มของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 2 ซ้ำ แต่ละครั้งมีระยะเวลาห่างกัน 4 เดือน เนื่องจากการจัดการมูลสัตว์ของฟาร์มโคเนื้อ ฟาร์มสุกร และฟาร์มกระบือมีความแตกต่างกัน แต่จะถูกนำออกมาจากคอก แล้วมารวมกันไว้บริเวณนอกคอกซึ่งไม่มีหลังคากันฝน รวมทั้งน้ำเสียของฟาร์มกระบือ จะถูกรวมไว้ในบ่อบำบัดของเสีย ซึ่งเป็นสถานที่เปิดกลางแจ้ง จึงทำให้ของเสียจากฟาร์มเหล่านี้ผสมกับน้ำฝนที่ตกลงมาได้ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ดังแสดงใน (Figure 1) โดยมีวิธีการสุ่มและเตรียมตัวอย่าง ดังนี้ 1) มูลโคหมัก สุ่มเก็บปุ๋ยหมักสมบูรณ์ภายในกองปุ๋ย จำนวน 5 จุด แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน สุ่มอีกครั้งให้ได้ปริมาณ 1 กิโลกรัม บรรจุในถุงสะอาด 2) น้ำหมักมูลสุกร เก็บตัวอย่างในถังที่ทำน้ำหมัก โดยผสมให้เข้ากันก่อน แล้วเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุด นำมาผสมกัน บรรจุใส่ขวดสะอาดปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร และ 3) น้ำเสียจากฟาร์มกระบือ สุ่มตักน้ำเสียในบ่อโดยกวนให้เข้ากันก่อน จำนวน 5 จุด นำมาผสมกัน บรรจุใส่ขวดสะอาดปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร แล้วนำมูลสัตว์ดังกล่าวมาศึกษา

4.1 สมบัติทางเคมีบางประการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electric Conductivity Bridge ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณอินทรียวัตถุ ด้วยวิธี Walkley and Black (1934) และ C/N ratio

4.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn และ Zn ย่อยสลายตัวอย่างด้วย Mix acid (HNO_3 : $HClO_4$ อัตราส่วน 5:2) (ปรับปรุงจาก ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544) แล้ววัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AOAC, 1990) วิเคราะห์ N โดยย่อยตัวอย่างด้วย H_2SO_4 (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544) นำสารละลายที่ได้ไปกลั่นหาไนโตรเจนตามวิธี micro – Kjedahl (Bremner and Tabatabai, 1972) วิเคราะห์ P โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วย Mix acid (HNO_3 : $HClO_4$ อัตราส่วน 5:2) (ปรับปรุงจากศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544) แล้ววัดความเข้มข้นของสีที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (AOAC, 1990) วิเคราะห์ S โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วย Mix acid (HNO_3 : $HClO_4$ อัตราส่วน 5:2) (ปรับปรุงจาก ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544) ทำให้เกิดตะกอนด้วย Turbidimetric method แล้ววัด%ความขุ่น ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร (AOAC, 1990) วิเคราะห์ Cl ด้วย Dry Ashing, Titration (AOAC, 1990) วิเคราะห์ B ด้วย Dry Ashing, Azomethine-H (AOAC, 1990)

4.3 การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2556) เพื่อแปลผลความเข้มข้นของธาตุอาหารดังกล่าว ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์เหลว ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้ % P_2O_5 = %P × 2.29 และ % K_2O = %K × 1.20

5. **การวิเคราะห์ข้อมูล** ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวแปรทั้งหมด

Agricultural Science and Management J. 5 (1) : 34-43 (2022)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. มูลโคหมัก

สมบัติทางเคมี มูลโคหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.70-7.99 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ในช่วง 2.78-7.45 dS/m ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 20.82-31.68 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.05 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 12.11-18.42 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.14 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 11:1-14:1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12:1 (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) กำหนดให้ค่า OM ไม่ต่ำกว่า 20 % โดยน้ำหนัก ส่วน C/N ratio ไม่เกิน 20:1, EC ไม่เกิน 10 dS/m) (Table 1)

Table 1 Chemical property in composted cow manure of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
pH	7.99	8.00	7.70	7.90	0.17	2.16
EC (dS/m)	3.70	2.78	7.45	4.64	2.47	53.28
OM (%)	20.82	25.64	31.68	26.05	5.44	20.89
OC (%)	12.11	14.90	18.42	15.14	3.16	20.88
C/N ratio	11:1	14:1	11:1	12:1	1.73:1	14.43

ปริมาณธาตุอาหาร จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในมูลโคหมัก พบว่า ในมูลโคหมักมีมหธาตุ (macronutrient elements) ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 1.30% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.99% และโพแทสเซียม (K_2O) 2.35% (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) กำหนดให้มี N ไม่น้อยกว่า 1% P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5% K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5% หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 2%) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) 1.6% แมกนีเซียม (Mg) 0.7% และซัลเฟอร์ (S) 1.15% นอกจากนี้ยังพบจุลธาตุ (micronutrient elements) ได้แก่ คลอรีน (Cl) 0.39% ทองแดง (Cu) 39.85 มก./กก. เหล็ก (Fe) 6,020.71 มก./กก. แมงกานีส (Mn) 780.56 มก./กก. สังกะสี (Zn) 198.92 มก./กก. และโบรอน (B) 26.88 มก./กก. รวมทั้งธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (beneficial mineral elements) ได้แก่ โซเดียม (Na) 2,367.94 มก./กก. (Table 2) ซึ่งมูลโคหมักที่เก็บตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่สูงกว่าการเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายนและเดือนตุลาคม อาจเนื่องจากมูลโคที่นำมาทำปุ๋ยหมักถูกเก็บในช่วงที่ไม่มีฝนตกในเดือนพฤศจิกายน 2562 (Figure 1) จะเห็นได้ว่ามูลโคหมัก มีค่าเฉลี่ย N, P_2O_5, K_2O เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) โดยกรมพัฒนาที่ดิน อีกทั้งยังมี Ca, Mg, S, Cl, Cu, Fe, Mn, Zn, B และ Na ในปริมาณมาก หากนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืชเหมาะสำหรับพืชที่ต้องการสร้างผล เนื่องจากมูลโคหมักมีโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณมาก ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว พืชแข็งแรง และมีความต้านทานต่อโรคบางชนิด (คณาจารย์ภาควิชา

Table 2 Plant nutrient concentrations in composted cow manure of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
Macronutrient elements						
Total N (%)	1.14	1.08	1.67	1.30	0.32	25.04
Total P_2O_5 (%)	0.44	2.84	2.70	1.99	0.59	67.78
Total K_2O (%)	1.49	2.17	3.38	2.35	0.80	40.89
Total Ca (mg/kg)	15,270.78	18,024.60	15,582.01	16,292.46	1,508.12	9.26
Total Mg (mg/kg)	5,259.87	8,759.17	8,050.70	7,356.58	1,850.03	25.15
Total S (%)	0.66	1.38	1.42	1.15	0.43	37.08
Micronutrient elements						
Total Cl (%)	0.11	0.17	0.89	0.39	0.43	110.26
Total Cu (mg/kg)	32.40	42.89	44.27	39.85	6.49	16.29
Total Fe (mg/kg)	6,111.76	9,029.59	2,920.77	6,020.71	3,055.43	50.75
Total Mn (mg/kg)	704.96	935.96	700.77	780.56	134.59	17.24
Total Zn (mg/kg)	175.08	220.93	200.74	198.92	22.98	11.55
Total B (mg/kg)	34.58	21.69	24.37	26.88	6.80	25.30
Beneficial mineral elements						
Total Na (mg/kg)	1,433.05	1,328.35	4,342.43	2,367.94	1,710.76	72.25

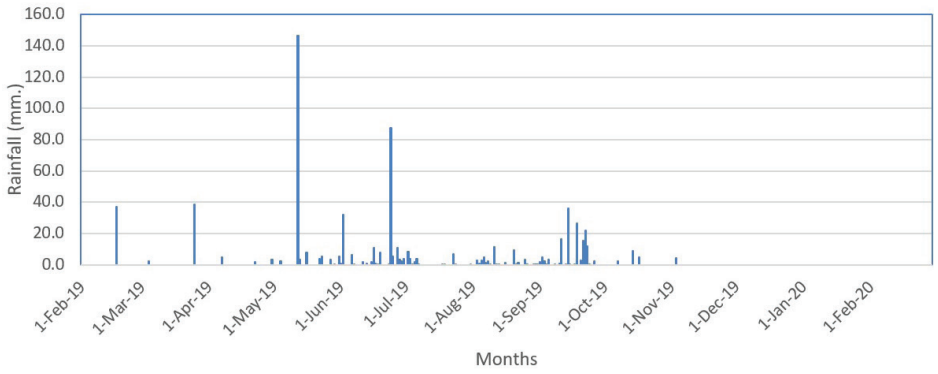

Figure 1 Rainfall from February 2019 to February 2020 at Kasetsart University, Kamphange Saen Campus, Nakhon Pathom.

2. น้ำหมักมูลสุกร

สมบัติทางเคมี น้ำหมักมูลสุกรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.65-8.40 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.37 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ในช่วง 3.83-29.80 dS/m ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.98 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 0.08-2.09 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 0.05-1.22 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 2:1-3:1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.33:1 (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนดให้ค่า

Agricultural Science and Management J. 5 (1) : 34-43 (2022)

C/N ratio ไม่เกิน 20:1) (Table 3) ทั้งนี้ น้ำหมักมูลสุกรมีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง โดยค่าการนำไฟฟ้ามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชแต่ละช่วงชีวิตต้องการค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน (อานัฐ, 2549) เมื่อนำไปฉีดพ่นต้นพืชหรือรดทางดินต้องเจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ให้มีค่าการนำไฟฟ้าเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด จะไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตหรือตายของพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ทั้งนี้ น้ำหมักมูลสุกรเป็นผลิตภัณฑ์ธาตุอาหารเสริมสำหรับพืช ของภาควิชาสัตวบาล การใช้เพื่อฉีดพ่นทางใบ แนะนำให้เจือจางด้วยน้ำ 1 ต่อ 200 สำหรับการให้ทางดิน เจือจางด้วยน้ำ 1 ต่อ 100 ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิดด้วย (สุกัญญา และคณะ, 2555)

Table 3 Chemical property in pig manure tea of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
pH	6.65	8.40	7.05	7.37	0.92	12.45
EC (dS/m)	29.80	23.30	3.83	18.98	13.51	71.21
OM (%)	2.09	0.65	0.08	0.94	1.04	110.20
OC (%)	1.22	0.38	0.05	0.55	0.60	109.09
C/N ratio	3:1	2:1	2:1	2.33:1	0.58	24.74

ปริมาณธาตุอาหาร จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในน้ำหมักมูลสุกร พบว่าในน้ำหมักมูลสุกรมีมหธาตุ (macronutrient elements) ที่ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.21% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.04% และโพแทสเซียม (K_2O) 0.33% (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร, 2557) กำหนดให้มี N ไม่น้อยกว่า 0.5% P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5% K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5% หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.5%) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) 56.22 มก./กก. แมกนีเซียม (Mg) 102.65 มก./กก. และซัลเฟอร์ (S) 0.08% นอกจากนี้ยังพบจุลธาตุ (micronutrient elements) ได้แก่ คลอรีน (Cl) 0.09% ทองแดง (Cu) 10.92 มก./กก. เหล็ก (Fe) 19.19 มก./กก. แมงกานีส (Mn) 1.68 มก./กก. สังกะสี (Zn) 5.84 มก./กก. และโบรอน (B) 3.43 มก./กก. รวมทั้งธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (beneficial mineral elements) ได้แก่ โซเดียม (Na) 543.39 มก./กก. ดังแสดงใน (Table 4) ซึ่งน้ำหมักมูลสุกรนี้ใช้อัตราส่วนมูลสุกรต่อน้ำ 3:10 (แบ่งมูลสุกร 3 ส่วน แล้วแช่ในน้ำเดิม จำนวน 3 ครั้ง โดยใช้เวลาเท่ากัน) มีปริมาณธาตุอาหารบางตัวที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และโซเดียม แต่ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหมักมูลสุกรที่แช่ด้วยมูลสุกรต่อน้ำอัตรา 1: 10 (สุกัญญา และคณะ, 2555) (Table 5) อาจเนื่องจากธาตุอาหารดังกล่าวในปุ๋ยคอกอยู่ในรูปที่ละลายน้ำง่ายและเป็นประโยชน์ต่อพืช (ยงยุทธ และคณะ, 2556) อีกทั้งแหล่งที่มาของมูลสุกรแตกต่างกัน จึงทำให้คุณภาพของน้ำหมักมูลสุกร เช่น ปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันได้ ทั้งนี้น้ำหมักมูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร ,2557) แต่ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารรอง จุลธาตุ และธาตุเสริมประโยชน์กว่า 13 ธาตุ ซึ่งนำมาใช้เป็นธาตุอาหารเสริมสำหรับพืชในรูปของเหลวโดยการให้ทางดินและทางใบได้

Table 4 Plant nutrient concentrations in pig manure tea of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
Macronutrient elements						
Total N (%)	0.38	0.21	0.03	0.21	0.18	84.69
Total P_2O_5 (%)	0.09	0.02	0.02	0.04	0.02	86.60
Total K_2O (%)	0.52	0.42	0.05	0.33	0.21	75.36
Total Ca (mg/kg)	107.57	34.61	26.49	56.22	44.65	79.42
Total Mg (mg/kg)	160.57	9.52	137.87	102.65	81.45	79.35
Total S (%)	0.10	0.09	0.04	0.08	0.03	41.93
Micronutrient elements						
Total Cl (%)	0.06	0.17	0.04	0.09	0.07	77.78
Total Cu (mg/kg)	27.53	1.47	3.77	10.92	14.43	132.08
Total Fe (mg/kg)	49.37	2.39	5.81	19.19	26.19	136.48
Total Mn (mg/kg)	3.54	0.83	0.68	1.68	1.61	95.62
Total Zn (mg/kg)	16.42	0.60	0.51	5.84	9.16	156.76
Total B (mg/kg)	6.08	3.85	0.35	3.43	2.89	84.29
Beneficial mineral elements						
Total Na (mg/kg)	993.54	508.70	127.93	543.39	433.85	79.84

Table 5 The means of plant nutrient concentrations in pig manure tea of 3 collection times compared with the concentration reported previouy. (สุกัญญา และคณะ, 2555)

Plant nutrient	Concentration	Concentration*
Macronutrient elements		
Total N (%)	0.21	0.09-0.10
Total P_2O_5 (%)	0.04	0.05-0.07
Total K_2O (%)	0.33	0.16-0.19
Total Ca (mg/kg)	56.22	45-95
Total Mg (mg/kg)	102.65	179-229
Total S (%)	0.08	**
Micronutrient elements		
Total Cl (%)	0.09	**
Total Cu (mg/kg)	10.92	14-20
Total Fe (mg/kg)	19.19	8-19
Total Mn (mg/kg)	1.68	1-8
Total Zn (mg/kg)	5.84	6-8
Total B (mg/kg)	3.43	1-2
Beneficial mineral elements		
Total Na (mg/kg)	543.39	303-317

** not analyzed

3. น้ำเสียจากฟาร์มกระบือ

สมบัติทางเคมี น้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.38-8.66 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.82 สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4.39-23.20 dS/m ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.10 dS/m แต่พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.22 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 63.46 % ซึ่งอาจเนื่องจากน้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีปริมาณธาตุอาหารประจุบวกจำนวนมาก เป็นของเหลวที่มีส่วนผสมของปัสสาวะและอุจจาระของกระบือผสมกับน้ำประปาที่ใช้ล้างคอก ถูกพักไว้ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบตกตะกอนสภาพเปิดอยู่กลางแจ้ง เมื่อฝนตกลงมาปริมาณมาก มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลงด้วย สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำเสียจากฟาร์มกระบือ (Table 7) ซึ่งแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน (Figure 1) ด้วย ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) อยู่ในช่วง 0.36-0.56 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อยู่ในช่วง 0.21-0.34 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อยู่ในช่วง 3:1-11:1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.67:1 (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร ,2557) กำหนดให้ค่า C/N ratio ไม่เกิน 20:1) (Table 6)

Table 6 Chemical property in wastewater of buffalo farm of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
pH	7.41	8.66	7.38	7.82	0.73	9.35
EC (dS/m)	4.39	23.20	20.70	16.10	10.22	63.46
OM (%)	0.36	0.59	0.54	0.50	0.12	24.36
OC (%)	0.21	0.34	0.31	0.29	0.07	23.74
C/N ratio	11:1	6:1	3:1	6.67:1	4.04	60.62

ปริมาณธาตุอาหาร จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในน้ำเสียจากฟาร์มกระบือ พบว่า ในน้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีมหาธาตุ (macronutrient elements) ที่ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.06% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.04% และโพแทสเซียม (K_2O) 0.42% (เกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว (กรมวิชาการเกษตร ,2557) มี N ไม่น้อยกว่า 0.5% P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5% K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5% หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.5%) ธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม (Ca) 291.58 มก./กก. แมกนีเซียม (Mg) 127.15 มก./กก. และซัลเฟอร์ (S) 0.05% นอกจากนี้ยังพบจุลธาตุ (micronutrient elements) ได้แก่ คลอรีน (Cl) 0.21% ทองแดง (Cu) 0.71 มก./กก. เหล็ก (Fe) 182.82 มก./กก. แมงกานีส (Mn) 11.63 มก./กก. สังกะสี (Zn) 2.31 มก./กก. และโบรอน (B) 1.35 มก./กก. รวมทั้งธาตุอาหารเสริมประโยชน์ (beneficial mineral elements) ได้แก่ โซเดียม (Na) 272.11 มก./กก. (Table 7) ซึ่งน้ำเสียจากฟาร์มกระบือปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว แต่ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารรองจุลธาตุ และธาตุเสริมประโยชน์ ซึ่งนำมาใช้เป็นธาตุอาหารเสริมสำหรับพืชในรูปของเหลวโดยการให้ทางดินและทางใบได้ ทั้งนี้น้ำเสียจากฟาร์มกระบือที่เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนตุลาคม และเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณธาตุอาหารโดยรวมสูงกว่าการเก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน อาจเนื่องจากน้ำเสียจากฟาร์มกระบือถูกพักไว้ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดที่อยู่กลางแจ้ง เมื่อเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนตุลาคมและกุมภาพันธ์ ซึ่งมีฝนตกน้อย (Figure 1) การเจือจางปริมาณธาตุอาหารในบ่อด้วยน้ำฝนน้อยมาก จึงทำให้น้ำเสียจากฟาร์มกระบือในช่วงดังกล่าวมีความเข้มข้น ทำให้ปริมาณธาตุอาหาร รวมทั้งสมบัติทางเคมีค่อนข้างสูง หากนำไปฉีดพ่นต้นพืชหรือรดทางดินต้องเจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ให้มีค่าการนำไฟฟ้าเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ก็จะไม่ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตหรือตายของพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

Table 7 Plant nutrient concentrations in wastewater of buffalo farm of 3 collection times from the farm at Kasetsart University.

	Collection time			Mean	Standard deviation	C.V. (%)
	June 2019	October 2019	February 2020			
Macronutrient elements						
Total N (%)	0.02	0.06	0.11	0.06	0.05	71.20
Total P_2O_5 (%)	ND	0.05	0.07	0.04	0.02	76.38
Total K_2O (%)	0.08	0.53	0.65	0.42	0.25	70.74
Total Ca (mg/kg)	51.63	400.94	422.17	291.58	208.07	71.36
Total Mg (mg/kg)	47.18	24.29	309.97	127.15	158.74	124.85
Total S (%)	ND	0.04	0.10	0.05	0.05	100.66
Micronutrient elements						
Total Cl (%)	0.08	0.28	0.27	0.21	0.11	53.66
Total Cu (mg/kg)	0.14	0.60	1.38	0.71	0.63	88.70
Total Fe (mg/kg)	64.30	65.28	418.87	182.82	204.43	111.82
Total Mn (mg/kg)	4.42	11.81	18.67	11.63	7.13	61.26
Total Zn (mg/kg)	1.81	0.36	4.77	2.31	2.25	97.16
Total B (mg/kg)	1.32	0.71	2.03	1.35	0.66	48.82
Beneficial mineral elements						
Total Na (mg/kg)	45.13	324.59	446.62	272.11	205.82	75.64

สรุป

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในมูลโคหมัก น้ำหมักมูลสุกร และน้ำเสียจากฟาร์มกระบือ พบว่า มูลโคหมักด้วยจุลินทรีย์ E.M. ร่วมกับน้ำหมัก พด. 2 จากต้นกล้วย มีสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก เกรด 2 โดยกรมพัฒนาที่ดิน อีกทั้งยังมีธาตุอาหารรอง จุลธาตุและธาตุเสริมประโยชน์ รวม 13 ธาตุ ในปริมาณมาก นอกจากนี้น้ำหมักมูลสุกรและน้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีสมบัติทางเคมีที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว คือ C/N ratio ไม่เกิน 20:1 แต่น้ำหมักมูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N เท่ากับ 0.21% P_2O_5 เท่ากับ 0.04% และ K_2O เท่ากับ 0.33% ส่วนน้ำเสียจากฟาร์มกระบือมีธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N เท่ากับ 0.06% P_2O_5 เท่ากับ 0.04% และ K_2O เท่ากับ 0.42% ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว ของ (กรมวิชาการเกษตร ,2557) ทั้งนี้แม้ว่าน้ำหมักมูลสุกรและน้ำเสียจากฟาร์มกระบือจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักในปริมาณไม่มากนัก แต่พบว่ามีธาตุอาหารรอง จุลธาตุและธาตุเสริมประโยชน์ รวม 13 ธาตุ เช่นเดียวกัน โดยการเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลามีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในมูลโคหมัก น้ำหมักมูลสุกร และน้ำเสียจากฟาร์มกระบือ หากนำปุ๋ยมูลโคหมักมาใช้ควรเก็บไปใช้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ในส่วนของน้ำหมักมูลสุกรควรเก็บไปใช้ช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม ส่วนน้ำเสียจากฟาร์มกระบือควรเก็บมาใช้ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะให้ธาตุอาหารที่สูงและเป็นประโยชน์ต่อพืชสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดิน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www1.ldd.go.th/ldd/Fertilizer/Organic_Fertilizer.pdf, (19 ตุลาคม 2564).

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับเกษตรกร). สำนักงานเลขานุการกรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ 62 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf, (19 ตุลาคม 2564).

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 547 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 519 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 141 หน้า.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์, ปฏิมา อู่สูงเนิน และอุทัย คันโธ. 2555. การใช้ประโยชน์มูลสุกรและน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ สำหรับพืชเศรษฐกิจ. สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 40 หน้า.

อานัฐ ตันโช. 2549. คู่มือ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโพนิคส์). พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด, เชียงใหม่. 66 หน้า.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis of AOAC International. 15th ed., A.O.A.C. International, Arlington, Virginia, U.S.A.

Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. 2010. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. Baco Raton, Florida, U.S.A, 632 pages.

Bremner, J.M. and M.A.Tabatabai. 1972. Use of an ammonia electrode for determination of ammonium in Kjeldahl analysis of soil. Communication. Soil Science and Plant Analysis 3(2): 159-165.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.