

เอกสารทางวิชาการ
เรื่องที่ 2

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารบำรุงดิน และปริมาณโลหะหนัก ในของเสียจากฟาร์มสุกรก่อน และหลังการผ่าน
ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี 2558
Study of plant nutrition and heavy metals in waste of pre and post treatment by biogas system
in pig farms of Green City Project 2015

โดย
ณัฏฐาณิ พรมใบเงิน
ทิพย์สุดา พุดซ้อน

เลขทะเบียนวิชาการ	63(2)-0312-081
สถานที่ดำเนินการ	สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์
ระยะเวลาดำเนินการ	ธันวาคม 2562 - เมษายน 2563
การเผยแพร่	เว็บไซต์สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารบำรุงดิน และปริมาณโลหะหนัก ในของเสียจากฟาร์มสุกรก่อน และหลัง การผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี 2558

ณัฐรามาณี พรหมใบเงิน¹ ทิพย์สุตา พุฒซ้อน¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลตัวอย่างมูลสุกร น้ำจากบ่อรวมน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำตะกอน ที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนแห้ง น้ำจากบ่อสุดท้าย และดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการนำของเสีย จากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ จำนวน 16 ฟาร์ม ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2558 เพื่อตรวจหาปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อพืช ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี แมงกานีส เหล็ก ทองแดง โมลิบดีนัม โบรอน นิเกิล และคลอรีน ประโยชน์ในการใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี และโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และสารหนู ที่อาจจะมีการตกค้าง ผลการศึกษาพบว่ามูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีกำมะถัน โมลิบดีนัม และโบรอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โลหะหนักก่อน และหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาะโครเมียมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำเสียมีปริมาณ ธาตุอาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 ค่า ($P<0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีโมลิบดีนัม และนิเกิลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P<0.05$) โลหะหนักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาะสารหนูมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำตะกอนมีปริมาณธาตุอาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 ค่า ($P<0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีแมกนีเซียม กำมะถัน โมลิบดีนัม โบรอน และนิเกิลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โลหะหนักก่อนและหลัง เข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาะสารหนูมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กากตะกอนมีปริมาณธาตุ อาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาะฟอสฟอรัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีกำมะถันและโบรอน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P<0.05$) โลหะหนักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีตะกั่วและสารหนูมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำบ่อสุดท้ายมีปริมาณธาตุอาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาะไนโตรเจน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีแมกนีเซียม โมลิบดีนัมและนิเกิล มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โลหะหนักก่อนและหลัง เข้าร่วมโครงการฯ มีโครเมียมและสารหนูมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดินมีปริมาณ

ธาตุอาหารหลักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณธาตุอาหารรองก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีกำมะถันและทองแดง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โลหะหนักก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีเฉพาตะกั่วมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและโลหะหนัก อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในพืชได้ ดังนั้น นอกจากการนำของเสียจากฟาร์มสุกรมาผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานในฟาร์มแล้ว เกษตรกรยังสามารถนำกากตะกอนที่ได้มาใช้ประโยชน์กับพืชในบริเวณใกล้เคียงกับฟาร์ม เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา อ้อย ฯลฯ ซึ่งสมควรส่งเสริมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยการถ่ายทอดให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างถูกต้องและเหมาะสม ให้เป็นเกษตรกรที่ฉลาดและเป็นเกษตรกรมีสีเขียว และเป็นการจัดการให้ของเสียมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์ (Zero waste)

คำสำคัญ : ธาตุอาหารบำรุงดิน โลหะหนักระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ฟาร์มสุกร

ทะเบียนวิชาการเลขที่ : 63(2)-0312-081

¹สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์

Study of plant nutrition and heavy metals in waste of pre and post treatment by biogas system in pig farms of Green City Project 2015

Natthamanee Prombaingoen¹ Tipsuda Putson¹

Abstract

This study collected data from feces, pre-treatment water, slurry from biogas system, dry sludge, post-treatment water, and post-treatment waste using soil from 16 pig farms between before and after joined Green City Project in 2015 to detect the amount of macronutrients; Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K), micronutrients; Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Zinc (Zn), Manganese (Mn), Iron (Fe), Copper (Cu), Molybdenum (Mo), Boron (B), Nickel (Ni) and Chlorine (Cl), and heavy metals such as Mercury (Hg), Lead (Pb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr) and Arsenic (As) for chemical fertilizer replacement. The study results found no significantly different ($P>0.05$) macronutrients in feces between before and after joined Green City Project. For micronutrients in feces only S, Mo and B have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Heavy metals in feces only Cr have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. All macronutrients in pre-treatment water have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Micronutrients in pre-treatment water only Mo and Ni have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Heavy metals in pre-treatment water only As have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. All macronutrients in slurry from biogas system have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Micronutrients in slurry from biogas system only Mg, S, Mo, B, and Ni have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Heavy metals in slurry from biogas system only As have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Macronutrients in dry sludge only P has significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Micronutrients in dry sludge only S and B have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Heavy metals in dry sludge only Pb and As have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Macronutrients in post-treatment water only N has significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Micronutrients in post-treatment water only Mg, Mo, and Ni have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Heavy metals in post-treatment water only Cr and As have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. Macronutrients in post-treatment waste using soil only N and P have significantly different ($P<0.05$) between

before and after joined Green City Project. Micronutrients in post-treatment waste using soil only S and Cu have significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project. And heavy metals in post-treatment waste using soil only Pb has significantly different ($P<0.05$) between before and after joined Green City Project.

From the study results, amount of macronutrients, micronutrients, and heavy metals are properly used for plant nutrition. Therefore, farmers not only gain energy from biogas system but also use post-treatment waste to improve soil nutrients for agriculture such as rice, cassava, rubber, cane, etc. This knowledge should be transfer to farmers for developing agriculture to make smart and green agriculture and make zero waste occur.

Keywords: plant nutrition, heavy metals, biogas, pig farm

Research paper number : 63(2)-0312-081

¹Bureau of Livestock Development and Certification System, Department of Livestock Development

บทนำ

ปัญหามลพิษอันเนื่องมาจากของเสียจากฟาร์มสุกรลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะและสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำใกล้เคียง อาจทำให้น้ำเน่าเสีย และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยบริเวณแหล่งน้ำนั้น จึงจำเป็นต้องแก้ปัญหาน้ำเสียจากฟาร์มไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีความยั่งยืน

น้ำเสียจากฟาร์มสามารถนำมาผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานในฟาร์ม จากการศึกษาของสุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2553) เรื่องการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ สำหรับพืชเศรษฐกิจ พบว่าในมูลสุกร น้ำและกากตะกอนที่ผ่านระบบบำบัดก๊าซชีวภาพหรือระบบบำบัดน้ำเสียมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืชปริมาณมาก ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีสและสังกะสี และจากการศึกษาของศิริลักษณ์ วงศ์พิเชษฐ เรื่องการเพิ่มมูลค่าของเสียจากการเลี้ยงสัตว์ พบว่าในมูลสุกร วัว และไก่มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นสำหรับพืช ดังนั้น นอกจากการนำของเสียจากฟาร์มสุกรมาผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานในฟาร์มแล้ว เกษตรกรยังสามารถนำกากตะกอนที่ได้มาใช้ประโยชน์กับพืชในบริเวณใกล้เคียงกับฟาร์ม เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา อ้อย ฯลฯ ซึ่งสมควรส่งเสริมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยการถ่ายทอดให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างถูกต้องและเหมาะสมให้เป็นเกษตรกรที่ฉลาดและเป็นเกษตรกรสีเขียวและเป็นการจัดการให้ของเสียมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์ (Zero waste)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องการประกอบกิจการฟาร์มสุกรซึ่งหากไม่มีการจัดการบำบัดของเสียและน้ำเสียที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนข้างเคียงและสิ่งแวดล้อมได้อย่างมาก จึงมอบหมายให้กรมปศุสัตว์ดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรฟาร์มสุกรมีระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพผ่านการให้เงินอุดหนุนในโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านการปศุสัตว์และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ โดยโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านการปศุสัตว์และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกรส่งเสริมให้มีการนำน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชเศรษฐกิจและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกรต่อชุมชน โดยโครงการฯ นี้สนับสนุนให้เกษตรกรมีระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพแบบ Modified covered lagoon ซึ่งมีอัตราการรองรับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูงได้ ระบบไม่ซับซ้อนง่ายต่อการดูแล และมีเสถียรภาพ

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลตัวอย่างมูลสุกร น้ำจากบ่อรวมน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำตะกอนที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนแห้ง น้ำจากบ่อสุดท้าย และดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการนำของเสียจากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ เพื่อตรวจหาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อพืชเพื่อใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี และโลหะหนักที่อาจจะมีการตกค้าง

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านการปศุสัตว์ ประจำปีงบประมาณ 2558 ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ จำนวน 16 ฟาร์ม ในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษจำนวน 3 ฟาร์ม เชียงใหม่จำนวน 5 ฟาร์ม พัทลุงจำนวน 5 ฟาร์ม และจันทบุรีจำนวน 3 ฟาร์ม โดยเก็บตัวอย่างของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกรและตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรม ดังนี้

เก็บตัวอย่างของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกรและตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรมก่อนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ

1. มูลสุกรมีขั้นตอนดังนี้

1.1 คำนวณสัดส่วนของจำนวนสุกรแต่ละชนิดในฟาร์ม

1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรในเล้าที่เป็นตัวแทนของสุกรแต่ละชนิด ตามสัดส่วนของจำนวนสุกรแต่ละชนิด ตามข้อ 1.1

1.3 นำตัวอย่างมูลสุกรแต่ละชนิดที่ได้มาผสม รวมกันเป็นตัวอย่างเดียวปริมาณไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม เพื่อนำส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างมูลสุกรโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่างมูลสุกร ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

2. น้ำเสีย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วง (Grab Sampling) ในบ่อรวมน้ำเสียบ่อแรกของฟาร์ม ที่มีการรวมผสมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง

น้ำตัวอย่าง	สารเคมีที่เติม	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์
ขวดที่ 1	-	ธาตุอาหาร ได้แก่ P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Fe, Cu, Mo, B, Ni และ Cl
ขวดที่ 2	กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) จนกระทั่ง pH ของน้ำตัวอย่างต่ำกว่า 2	ธาตุอาหาร N
ขวดที่ 3	กรดไนตริก (HNO_3) จนกระทั่ง pH ของน้ำตัวอย่างต่ำกว่า 2	โลหะหนัก ได้แก่ Hg, Pb, Cd, Cr และ As

2.2 นำตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมงหรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่างประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

3. น้ำตะกอนที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เก็บตัวอย่างน้ำตะกอนแบบจ้วง (Grab Sampling) จากก้นบ่อรวมน้ำเสียบ่อแรกของฟาร์ม ที่มีการผสมรวมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

3.2 นำตัวอย่างน้ำตะกอนทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

4. กากตะกอนแห้ง มีขั้นตอนดังนี้

4.1 สุ่มเก็บตัวอย่างกากตะกอน ณ ลานตากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ปริมาณไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม

4.2 นำตัวอย่างกากตะกอนแห้งทั้งหมดไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

5. น้ำจากบ่อสุดท้าย มีขั้นตอนดังนี้

5.1 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง (น้ำบ่อสุดท้าย) แบบจ้วง (Grab Sampling) ในจุดที่ระบายน้ำทิ้งออกจากฟาร์ม หรือบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายภายในฟาร์ม (ในกรณีที่ไม่มีการระบายน้ำทิ้งออกจากฟาร์ม) ที่มีการผสมรวมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

5.2 นำตัวอย่างน้ำจากบ่อสุดท้ายทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

6. ดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการนำของเสียจากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ มีขั้นตอนดังนี้

6.1 กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน ซึ่งเป็นดินที่ยังไม่มีการใช้ของเสียจากฟาร์มสุกรมาก่อน

6.2 เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่เพาะปลูกที่ระดับความลึก 0 – 2 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 5 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 5 จุด แล้วนำตัวอย่างดินที่ได้มาผสมรวมกันเป็นตัวอย่างเดียว จากนั้นแบ่งเป็น 4 กอง กองละเท่าๆกัน เลือกมา 2 กอง ปริมาณรวมไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม

6.3 นำตัวอย่างทั้งหมดส่งไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง ประกอบด้วยรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกรและตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรม **หลัง**การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ

1. มูลสุกร มีขั้นตอนดังนี้

1.1 คำนวณสัดส่วนของจำนวนสุกรแต่ละชนิดในฟาร์ม

1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรในเล้าที่เป็นตัวแทนของสุกรแต่ละชนิด ตามสัดส่วนของจำนวนสุกรแต่ละชนิด ตามข้อ 1.1

1.3 นำตัวอย่างมูลสุกรแต่ละชนิดที่ได้มาผสม รวมกันเป็นตัวอย่างเดียวปริมาณไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม เพื่อนำส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างมูลสุกรโดยเก็บในที่มืด

และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่างมูลสุกร โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

2. น้ำเสีย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วง (Grab Sampling) ในบ่อรวมน้ำเสียบ่อแรกของฟาร์ม (ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ) ที่มีการผสมรวมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

2.2 นำตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

3. น้ำตะกอนที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เก็บตัวอย่างน้ำตะกอนแบบจ้วง (Grab Sampling) จากก้นบ่อที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของฟาร์ม ที่มีการผสมรวมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

3.2 นำตัวอย่างน้ำตะกอนทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

4. กากตะกอนแห้ง มีขั้นตอนดังนี้

4.1 สุ่มเก็บตัวอย่างกากตะกอน ในลานตากตะกอนที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ปริมาณไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม

4.2 นำตัวอย่างกากตะกอนแห้งทั้งหมดไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

5. น้ำจากบ่อสุดท้าย มีขั้นตอนดังนี้

5.1 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง(น้ำบ่อสุดท้าย) แบบจ้วง (Grab Sampling) ในจุดที่ระบายน้ำทิ้งออกจากฟาร์ม หรือบ่อกักบ่อสุดท้ายภายในฟาร์ม(ในกรณีที่ไม่มีน้ำทิ้งออกจากฟาร์ม) ที่มีการผสมรวมกันอย่างดี โดยแบ่งตัวอย่างน้ำเสียออกเป็น 3 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร และเติมสารเคมีเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

5.2 นำตัวอย่างน้ำจากบ่อสุดท้ายทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

6. ดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการนำของเสียจากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ มีขั้นตอนดังนี้

6.1 กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน ซึ่งเป็นดินที่มีการนำของเสียจากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์

6.2 เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่เพาะปลูกที่ระดับความลึก 0 – 2 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 5 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 5 จุด แล้วนำตัวอย่างดินที่ได้มาผสมรวมกันเป็นตัวอย่างเดียว จากนั้นแบ่งเป็น 4 กอง กองละเท่าๆกัน เลือกมา 2 กอง ปริมาณไม่น้อยกว่า 1.0 กิโลกรัม

6.3 นำตัวอย่างทั้งหมด ส่งไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ภายใน 24 ชั่วโมง หรือมีการรักษาตัวอย่างโดยเก็บในที่มืดและแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเขียนฉลากติดภาชนะบรรจุตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ชื่อฟาร์ม ชนิดของสารเคมีที่เติม วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง

นำตัวอย่างทั้งหมดส่งตรวจห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ (ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์) ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารบำรุงดิน และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่

1. ธาตุอาหารหลัก 3 ชนิด ประกอบด้วย ไนโตรเจน (Nitrogen, N) ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) และโพแทสเซียม (Potassium, K)

2. ธาตุอาหารรอง 11 ชนิด ประกอบด้วยแคลเซียม (Calcium, Ca) แมกนีเซียม (Magnesium, Mg) กำมะถัน (Sulfur, S) สังกะสี (Zinc, Zn) แมงกานีส (Manganese, Mn) เหล็ก (Iron, Fe) ทองแดง (Copper, Cu) โมลิบดีนัม (Molybdenum, Mo) โบรอน (Boron, B) นิกเกิล (Nickel, Ni) และคลอรีน (Chlorine, Cl)

3. โลหะหนัก 5 ชนิด ประกอบด้วยปรอท (Mercury, Hg) ตะกั่ว (Lead, Pb) แคดเมียม (Cadmium, Cd) โครเมียม (Chromium, Cr) และสารหนู (Arsenic, As)

นำผลปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและโลหะหนักทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าที่ได้ระหว่างก่อนการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 (เกษตรกรอาจไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ได้ก๊าซชีวภาพ หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้ก๊าซชีวภาพที่ไม่เหมาะสม) และหลังการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 ซึ่งมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพแบบ Modified covered lagoon ที่ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างระบบฯ จากกรมปศุสัตว์ โดยใช้โปรแกรม RealStats 2007 เปรียบเทียบข้อมูล หากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจะใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Paired samples T - test หากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติจะใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Wilcoxon Signed-Rank Test for Paired Samples

ผลการศึกษา

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ 1. ไนโตรเจน (N) 2. ฟอสฟอรัส (P) และ 3. โพแทสเซียม (K) ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร 16 ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปีงบประมาณ 2558 เปรียบเทียบกับประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของฟาร์มสุกรก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี 2558 ($\bar{x} \pm SD$)

ตัวอย่าง	N (%)		P (%)		K (%)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
มูลสุกร	3.24 ± 0.97^a	3.06 ± 0.74^a	2.28 ± 0.97^c	2.33 ± 0.75^c	1.23 ± 0.76^e	0.97 ± 0.29^e
น้ำเสีย	0.069 ± 0.07^a	684.13 ± 602.33^b	0.026 ± 0.07^c	201.66 ± 176.2^d	0.032 ± 0.03^e	346.24 ± 248.9^f
น้ำตะกอน	0.18 ± 0.13^a	1766 ± 1162^b	0.11 ± 0.15^c	1075 ± 1015^d	0.57 ± 0.06^e	395.83 ± 178^f
กากตะกอน	2.52 ± 0.7^a	2.91 ± 0.9^a	3.22 ± 1.27^c	2.58 ± 0.78^d	0.86 ± 0.91^e	0.42 ± 0.24^e
น้ำบ่อสุดท้าย	454.13 ± 352^a	575.13 ± 358.12^b	37.72 ± 23.92^c	98.03 ± 157.17^c	292.32 ± 302.3^e	366.23 ± 236.9^e
ดิน	0.11 ± 0.05^a	0.58 ± 1.31^b	0.028 ± 0.02^c	0.22 ± 0.4^d	0.3 ± 0.27^e	0.27 ± 0.28^e
ค่ามาตรฐาน ^{1/}	≥ 1		≥ 0.5		≥ 0.5	

^{1/}ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตัวอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากมูลสุกร น้ำเสีย น้ำตะกอน กากตะกอน น้ำบ่อสุดท้าย และดิน มีค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ยกเว้นไนโตรเจน (N) ในน้ำเสีย น้ำตะกอน และดินก่อนการเข้าร่วมโครงการฯ, ฟอสฟอรัส (P) ในน้ำเสีย น้ำตะกอน และดินก่อนการเข้าร่วมโครงการฯ, โพแทสเซียม (K) ในน้ำเสียก่อนการเข้าร่วมโครงการฯ ที่มีค่าธาตุอาหารต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

ในการคำนวณผลทางสถิติตามตารางที่ 2 พบว่า ค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากมูลสุกรระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำเสีย และน้ำตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากกากตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าฟอสฟอรัส (P) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า

ไนโตรเจน (N) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำบ่อสุดท้ายระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากดินระหว่างก่อนและหลัง เข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าโพแทสเซียม (K) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารรอง ได้แก่ 1. แคลเซียม (Ca) 2. แมกนีเซียม (Mg) 3. กำมะถัน (S) 4. สังกะสี (Zn) 5. แมงกานีส (Mn) 6. เหล็ก (Fe) 7. ทองแดง (Cu) 8. โมลิบดีนัม (Mo) 9. โบรอน (B) 10. นิกเกิล (Ni) 11. คลอรีน (Cl) ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร 16 ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการ เมืองเกษตรสีเขียว ประจำปีงบประมาณ 2558 แสดงดังตารางที่ 3 และทำการเปรียบเทียบค่าธาตุอาหารรองที่ได้ระหว่างก่อนการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 (เกษตรกรอาจไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ได้ก๊าซชีวภาพ หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้ก๊าซชีวภาพที่ไม่เหมาะสม) และหลังการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 ซึ่งมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพแบบ Modified covered lagoon ที่ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างระบบฯจากกรมปศุสัตว์ โดยใช้โปรแกรม RealStats 2007 เปรียบเทียบข้อมูล หากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจะทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี Paired samples T - test และหากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติจะทำการเปรียบเทียบด้วยวิธี Wilcoxon Signed-Rank Test for Paired Samples ที่ $P < 0.05$ ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารรองของฟาร์มสุกร ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี 2558 ($\bar{x} \pm SD$)

ตัวอย่าง	Ca (ppm)		Mg (ppm)		S (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)		Fe (ppm)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
มูลสุกร	30,759±11,130 ^a	32,969 ± 13,839 ^a	11,619±4,850 ^c	11,332±3,108 ^c	27.82 ±14.67 ^e	73.92 ± 30.78 ^f	3,675 ± 3,499 ^g	1,867 ± 2,505 ^g	597 ± 112.67 ⁱ	625 ± 168 ⁱ	3,818 ± 3,048 ^k	2,858± 1,149 ^k
น้ำเสีย	249± 482.58 ^a	274 ± 303.63 ^a	69 ± 44 ^c	110 ± 94 ^c	23.3± 23.15 ^e	26.67± 15.84 ^e	11 ± 18.36 ^g	9 ± 13.53 ^g	31 ± 1,067 ⁱ	5.05 ± 6.24 ⁱ	11 ± 12.26 ^k	17± 23.04 ^k
น้ำตะกอน	1,070± 785 ^a	1,732± 1,469 ^a	526 ± 483 ^c	188 ± 131 ^d	20.57± 11.6 ^e	196.5 ± 130 ^f	136 ± 158.19 ^g	111 ± 116 ^g	35.51 ± 35.64 ⁱ	26.33 ± 28.9 ⁱ	611 ± 736 ^k	249 ± 271 ^k
กากตะกอน	37,969± 17,573 ^a	46,506 ± 13,231 ^a	15,815± 13,287 ^c	9,948 ± 5,909 ^c	1,605.58 ± 6,053 ^e	108.7 ± 47.82 ^f	3,501± 3,363 ^g	3,809 ± 3,157 ^g	980 ± 735.66 ⁱ	913 ± 230 ⁱ	6,538 ± 4,386 ^k	7311±4,943 ^k
น้ำบ่อสุดท้าย	60 ± 52.79 ^a	86 ± 70.49 ^a	48 ± 41.11 ^c	200 ±353.37 ^d	13.55 ±10.86 ^e	18.14 ±10.27 ^e	2 ±1.15 ^g	71 ±94.95 ^g	0.49 ± 0.28 ⁱ	23.63 ± 35 ⁱ	3 ± 3.49 ^k	39 ± 79.11 ^k
ดิน	1,041 ± 1,169 ^a	4,991 ± 8,931 ^a	1,085 ±994.12 ^c	1,380 ±1,179.62 ^c	9.39 ± 4.16 ^e	150 ± 536 ^f	36 ± 28.89 ^g	133 ± 229 ^g	280 ±299 ⁱ	380 ± 345 ⁱ	11,718 ± 7,766 ^k	11,235± 8,692 ^k

ตัวอย่าง	Cu (ppm)		Mo (ppm)		B (ppm)		Ni (ppm)		Cl (ppm)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
มูลสุกร	477.6± 315.47 ^m	397.18±364.96 ^m	31.07 ± 15.47 ^o	26.11 ± 7.15 ^p	11.07 ± 6.22 ^q	<0.002 ^r	9.41 ± 9.3 ^s	3.47 ± 2.72 ^s	2,991±2,746.98 ^u	3,143±2,444 ^u
น้ำเสีย	1.82 ± 2.25 ^m	5.09 ± 4.26 ^m	5.86 ± 3.35 ^o	1.12 ± 0.36 ^p	0.3± 0.24 ^q	0.72 ^q	1.2 ± 0.77 ^s	0.2 ± 0.14 ^t	270 ± 286.49 ^u	272 ± 216.8 ^u
น้ำตะกอน	29.51± 25.38 ^m	28.52 ± 24.8 ^m	10.1 ± 11.69 ^o	1.18 ± 0.55 ^p	6.45 ± 13.25 ^q	0.42 ± 0.63 ^r	1.7 ± 2.26 ^s	0.26 ± 0.33 ^t	350 ± 318.76 ^u	293±272.23 ^u
กากตะกอน	1,443±2,870 ^m	822.47±532 ^m	71.61±159.07 ^o	32.74 ± 18.55 ^o	25.2 ± 14.56 ^q	18.43 ± 10.46 ^r	8.29 ± 11.12 ^s	8.89 ± 8.88 ^s	2,996±5,954 ^u	1,690±2,021 ^u
น้ำบ่อสุดท้าย	0.41 ±0.33 ^m	16.83 ±19.04 ^m	6.57 ± 3.4 ^o	1.42 ± 1.2 ^p	0.16 ±0.12 ^q	0.87 ± 0.93 ^q	1.57 ± 0.92 ^s	0.31 ± 0.024 ^t	293 ± 326.74 ^u	296 ± 253.77 ^u
ดิน	7.5 ± 7.13 ^m	1,700 ± 5,936 ⁿ	65.87 ± 50.17 ^o	91.29 ±79.03 ^o	42.42 ±37.31 ^q	73.68 ± 94.88 ^q	6.52 ± 6.03 ^s	23.74 ± 39.1 ^s	196 ±435.05 ^u	179 ± 123.26 ^u

ตัวอักษรที่ต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตัวอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าค่ากำมะถัน (S) โมลิบดีนัม (Mo) โบรอน (B) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากมูลสุกรระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าโมลิบดีนัม (Mo) และนิเกิล (Ni) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำเสียระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าแมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) โมลิบดีนัม (Mo) โบรอน (B) และนิเกิล (Ni) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่ากำมะถัน (S) และโบรอน (B) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากกากตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าแมกนีเซียม (Mg) โมลิบดีนัม (Mo) และนิเกิล (Ni) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำบ่อสุดท้ายระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่ากำมะถัน (S) และทองแดง (Cu) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากดินระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ 1.ปรอท (Hg) 2. ตะกั่ว (Pb) 3. แคดเมียม (Cd) 4. โครเมียม (Cr) และ 5. สารหนู (As) ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร 16 ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปีงบประมาณ 2558 เทียบกับประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547 และมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร ปี 2548 แสดงดังตารางที่ 4 และทำการเปรียบเทียบค่าโลหะหนักที่ได้ระหว่างก่อนการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 (เกษตรกรอาจไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ได้ก๊าซชีวภาพ หรือมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้ก๊าซชีวภาพที่ไม่เหมาะสม) และหลังการเข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวประจำปีงบประมาณ 2558 ซึ่งมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพแบบ Modified covered lagoon ที่ได้รับเงินสนับสนุนการก่อสร้างระบบฯจากกรมปศุสัตว์ โดยใช้โปรแกรม RealStats 2007 เปรียบเทียบข้อมูล หากข้อมูลมีการกระจายแบบปกติจะใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Paired samples T - test และหากข้อมูลมีการกระจายแบบไม่ปกติจะใช้การเปรียบเทียบด้วยวิธี Wilcoxon Signed-Rank Test for Paired Samples ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักของฟาร์มสุกร ก่อนและหลังการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพของโครงการเมืองเกษตร
สีเขียว ประจำปี 2558 ($\bar{x} \pm SD$)

ตัวอย่าง	Hg (ppm)		Pb (ppm)		Cd (ppm)		Cr (ppm)		As (ppm)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
มูลสุกร	<0.02 ^a	368.33 $\pm$ 105 ^a	8.21 $\pm$ 7.4 ^c	1.37 ^c	<0.03 ^e	13.99 ^e	91.56 $\pm$ 272 ^g	20.5 $\pm$ 29.16 ^h	36.97 $\pm$ 34.96 ⁱ	23.26 $\pm$ 17.26 ⁱ
น้ำเสีย	<0.02 ^a	0.36 ^a	0.44 $\pm$ 0.43 ^c	0.21 $\pm$ 0.25 ^c	<0.03 ^e	<0.03 ^e	<0.29 ^g	0.99 $\pm$ 1.23 ^g	3.37 $\pm$ 2.03 ⁱ	1 $\pm$ 0.47 ^j
น้ำตะกอน	<0.02 ^a	18.15 ^a	2.06 $\pm$ 1.92 ^c	0.3 $\pm$ 0.18 ^c	<0.03 ^e	<0.03 ^e	20.99 $\pm$ 39.41 ^g	3.94 $\pm$ 7.45 ^g	3.29 $\pm$ 1.97 ⁱ	1.11 $\pm$ 1.15 ^j
กากตะกอน	<0.02 ^a	<0.02 ^a	11.33 $\pm$ 9.08 ^c	7.67 $\pm$ 10.74 ^d	<0.03 ^e	<0.03 ^e	51.39 $\pm$ 123.7 ^g	74.76 $\pm$ 171.89 ^g	20.5 $\pm$ 13.53 ⁱ	10.02 $\pm$ 5.92 ^j
น้ำบ่อสุดท้าย	<0.02 ^a	0.56 ^a	0.98 $\pm$ 0.41 ^c	0.39 $\pm$ 0.02 ^c	<0.03 ^e	<0.03 ^e	<0.29 ^g	0.83 $\pm$ 0.66 ^h	4.72 $\pm$ 2.03 ⁱ	1.5 $\pm$ 0.78 ^j
ดิน	<0.02 ^a	<0.02 ^a	21.57 $\pm$ 20 ^c	10.48 $\pm$ 7.5 ^d	<0.03 ^e	<0.03 ^e	30.74 $\pm$ 24.56 ^g	37.23 $\pm$ 26.66 ^g	16.71 $\pm$ 8.02 ⁱ	14.2 $\pm$ 12.85 ⁱ
มาตรฐาน คุณภาพดิน ^{1/}	≤ 23		≤ 400		≤ 37		≤ 300		≤ 3.9	
มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์ ^{2/}	2		500		5		300		50	

^{1/}ระดับโลหะหนักตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547

^{2/}ระดับโลหะหนักตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตัวอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า มีค่าปรอท (Hg) ในมูลสุกรหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547 และมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ค่าปรอท (Hg) ในน้ำตะกอนหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีค่าเกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547 ค่าตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และโครเมียม (Cr) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 2 เกณฑ์ ส่วนค่าสารหนู (As) ในมูลสุกร กากตะกอน น้ำบ่อสุดท้าย และดินมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547 แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

นอกจากนี้ ค่าโครเมียม (Cr) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากมูลสุกรระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลดลง) ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสารหนู (As) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำเสียระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลดลง) ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสารหนู (As) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลดลง) ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าตะกั่ว (Pb) และสารหนู (As) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากกากตะกอนระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลดลง) ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าโครเมียม (Cr) และสารหนู (As) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากน้ำบ่อสุดท้ายระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าตะกั่ว (Pb) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากดินระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลดลง) ส่วนค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิจารณ์ผล

จากการศึกษานี้พบว่าธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในตัวอย่างที่ทำการตรวจจากมูลสุกร น้ำเสีย น้ำตะกอน กากตะกอน และน้ำบ่อสุดท้าย หลังการเข้าร่วมโครงการฯ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 เหมาะสำหรับการนำไปใช้กับพืชเศรษฐกิจได้ สอดคล้องกับการศึกษาของสุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2553) เรื่องการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ สำหรับพืชเศรษฐกิจ พบว่าในมูลสุกร น้ำและกากตะกอนที่ผ่านระบบบำบัดก๊าซชีวภาพหรือระบบบำบัดน้ำเสีย มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืชปริมาณมาก ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) และสอดคล้องกับการศึกษาของศิริลักษณ์ วงศ์พิเชษฐ เรื่องการเพิ่มมูลค่าของเสียจากการเลี้ยงสัตว์ พบว่าในมูลสุกร วัว และไก่มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นสำหรับพืช ประโยชน์ของธาตุอาหารหลักต่างๆ คือ ไนโตรเจน (N) จะช่วยเพิ่มการเจริญของกิ่ง ก้าน ใบ ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้มขึ้น ฟอสฟอรัส (P) ช่วยเร่งการเจริญของดอก ผล ราก โพแทสเซียม (K) ช่วยให้ลำต้นแข็งแรง ผลใหญ่ ช่วยในการเร่งสร้างแป้งและโปรตีน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างดินมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 อาจจะเป็นเพราะช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่ได้มีการนำของเสียจากฟาร์มสุกรไปใช้ในระยะหนึ่งแล้ว หรือก่อนการใช้ของเสียจากฟาร์มสุกร เกษตรกรอาจจะเจือจางก่อน เช่นการนำกากตะกอน หรือน้ำบ่อสุดท้ายไปผสมกับน้ำก่อนที่จะนำไปใช้กับพืชการเกษตร จึงอาจจะทำให้ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักลดลงได้ จากการศึกษาของสุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2553) เรื่องการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ ตัวอย่างรูปแบบของการใช้ประโยชน์ของเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นปุ๋ยในพืชชนิดต่างๆ เช่น การนำมาเป็นปุ๋ยทางดินให้เจือจาง 1 ต่อ 10 การนำมาเป็นปุ๋ยทางใบให้เจือจาง 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 20

ส่วนค่าธาตุอาหารรองจากการศึกษานี้ ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) โมลิบดีนัม (Mo) โบรอน (B) นิกเกิล (Ni) และคลอรีน (Cl) ไม่มีเกณฑ์มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์ แต่จากการศึกษาของสุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และคณะ (2553) เรื่องการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ สำหรับพืชเศรษฐกิจ พบว่าในมูลสุกร น้ำและกากตะกอนที่ผ่านระบบบำบัดก๊าซชีวภาพหรือระบบบำบัดน้ำเสียมีธาตุอาหารรองที่เป็นประโยชน์กับพืชปริมาณมาก ธาตุอาหารรองที่ศึกษา ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และสังกะสี (Zn) ประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ คือ แคลเซียม (Ca) ช่วยในการงอกของเมล็ด แมกนีเซียม (Mg) ช่วยสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ แป้ง และการงอกของเมล็ด เหล็ก (Fe) ช่วยสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ทองแดง (Cu) ช่วยในการสร้างผลและเมล็ด แมงกานีส (Mn) ช่วยในการยึดตัวของราก ทำให้รากแข็งแรง และสังกะสี (Zn) ช่วยในการปฏิสนธิและพัฒนาของเมล็ด ทั้งนี้ควรพิจารณาอัตราส่วนการใช้ตามความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิดด้วย เช่น การนำกากตะกอนมาใช้กับอ้อย ในอัตราส่วน 250 – 300 กิโลกรัมต่อไร่ ยางพาราใช้น้ำสกัดมูลสุกรฉีดพ่นทางใบโดยเจือจางน้ำ 1 ต่อ 10 มั่นสำปะหลังใช้กากตะกอน 300 – 500 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นต้น

ค่าโลหะหนักจากกากตะกอน และน้ำบ่อสุดท้าย ซึ่งเป็นส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์กับพืชเศรษฐกิจมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพดิน พ.ศ. 2547 และมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ยกเว้นสารหนูในกากตะกอนซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพดิน พ.ศ. 2547 เป็นค่ามาตรฐานการปนเปื้อนของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในดินโดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย หรือผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ดังนั้นการนำกากตะกอน และน้ำบ่อสุดท้ายมาใช้ประโยชน์ควรมีการตรวจสอบโลหะหนัก โดยเฉพาะสารหนูอยู่เป็นประจำเพื่อเป็นการเฝ้าระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของดินจากสารมลพิษ ซึ่งตัวอย่างที่ทำการศึกษามีเพียงจำนวน 16 ฟาร์ม และเป็นการตรวจหลังการเข้าร่วมโครงการฯ เพียง 1 ครั้งเท่านั้น อาจมีปัจจัยอื่นๆที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ เช่น การใช้ยาฆ่าแมลง ยากำจัดศัตรูพืช หรือสารเคมีต่างๆ ในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลครอบคลุมครบถ้วนมากยิ่งขึ้นควรต้องทำการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาให้เพิ่มมากขึ้น

จากรายงานบริษัท พัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงานไทย จำกัด (2558) เรื่องการสำรวจข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมฟาร์มสุกรในโครงการเมืองเกษตรสีเขียว พบว่าหากเกษตรกรได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากภาครัฐเป็นจำนวนเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์เฉลี่ยภายใน 63 เดือน แต่หากเกษตรกรไม่ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากภาครัฐจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์เฉลี่ยภายใน 114 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอรัญญ์ วรควาวิสันต์ (2552) ว่าภาครัฐควรให้การสนับสนุนเกษตรกรในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ เนื่องจากการลงทุนเริ่มแรกค่อนข้างสูง แต่ให้ผลดีทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจในระยะยาว เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการที่ให้เกษตรกรกู้ยืมเงินจากภาครัฐค่อนข้างสูง จึงทำให้ไม่ได้มีการดำเนินโครงการต่อเนื่อง แต่จากผลการดำเนินการที่ได้ทั้งความคุ้มค่าในการลงทุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ในแง่ของการได้พลังงานทดแทนใช้ภายในฟาร์มลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน กากตะกอนจากระบบบำบัดสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชเศรษฐกิจได้ เกษตรกรอาจจะนำไปใช้ในแปลงพืชเกษตรของตนเองเพื่อลดค่าใช้จ่ายปุ๋ยเคมี หรือจำหน่ายเป็นรายได้อีกทางหนึ่ง และยังสามารถลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งประเมินเป็นมูลค่าไม่ได้ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปเพื่อแนะนำเกษตรกรฟาร์มสุกรในการจัดการของเสียจากฟาร์ม หรือนำไปใช้แก้ไขปัญหามลภาวะที่เกิดจากฟาร์มสุกรได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพนอกจากจะสามารถบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นในฟาร์มสุกรได้แล้ว จากการศึกษาพบว่ากากตะกอน และน้ำบ่อสุดท้ายของฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ เหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชเศรษฐกิจได้ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มีกลิ่นเหม็นเหมือนมูลสุกรสด และปริมาณโลหะหนักอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่การลงทุน ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เกษตรกรรายกลางหรือรายเล็กอาจจะมีปัญหา ในการลงทุนได้ หากเกษตรกรได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐบางส่วนอย่างต่อเนื่องจะเป็นผลดีและลดภาระค่าใช้จ่าย ในการลงทุนของเกษตรกร สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนข้างเคียงได้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่

25 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ปี 2547

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร ปี 2548

บริษัท พัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงานไทย จำกัด. 2558. รายงานการสำรวจข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมฟาร์มสุกรใน
โครงการเมืองเกษตรสีเขียว, ปทุมธานี.

ศิริลักษณ์ วงศ์พิเชษฐ.รองศาสตราจารย์ ดร., ม.ป.ป. การเพิ่มมูลค่าของเสียจากการผลิตสัตว์. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สุกัญญา จัตตพรพงษ์, ปฎิมา อุ่สูงเนิน และอุทัย คั่นโธ. 2553. การใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยง
สัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์แบบต่างๆ สำหรับพืชเศรษฐกิจ. สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและ
พัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

อรรถัย วรรณวิสันต์. 2552. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (ปีการศึกษา
2552). ปริญญบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.