

**ชื่อโครงการวิจัย:** การประเมินศักยภาพการนำกลับฟอสฟอรัสจากน้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เพื่อนำมาผลิตปุ๋ยฟอสเฟต

**หัวหน้าโครงการวิจัย:** อาจารย์ ดร.ณฐาดา ปินะธา

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำกลับฟอสฟอรัสจากน้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ด้วยกระบวนการก่อก่อนทางเคมีของแข็งฟอสเฟต ศึกษาผลการชะละลายฟอสเฟตและผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และประเมินศักยภาพการนำกลับฟอสฟอรัสจากน้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส ได้แก่ น้ำเสียจากฟาร์มสุกร ผลการศึกษา พบว่า การก่อก่อนของแข็งฟอสเฟตด้วยน้ำหลังจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพแบบบ่อปิดมีประสิทธิภาพการนำกลับฟอสฟอรัสเฉลี่ยร้อยละ 86.73 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 8.5 อัตราส่วนโมลแมกนีเซียมต่อฟอสฟอรัส (Mg/P molar ratio) เท่ากับ 1.95 และค่าเฉลี่ยร้อยละฟอสฟอรัสในของแข็งฟอสเฟตอยู่ระหว่างร้อยละ 9.25 – 12.87 ของน้ำหนักแห้ง

ปุ๋ยสูตรไวท์มีอัตราการชะละลายฟอสเฟตช้ากว่าปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (TSP) และปุ๋ยโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (MAP) ซึ่งมีร้อยละสะสมของการชะละลายฟอสเฟตเฉลี่ยวันที่ 30 ของการทดลอง เท่ากับ ร้อยละ 50.56, 61.96 และ 65.55 ตามลำดับ โดยจลนศาสตร์การชะละลายฟอสเฟตของปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด เป็นไปตามสมการการควบคุมการแพร่ผ่านฟิล์มของของแข็ง ของแบบจำลอง Shrinking core model ผลของปุ๋ยฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง พบว่า ต้นดาวเรืองมีความสูงเฉลี่ยและความยาวรากเฉลี่ยใกล้เคียงกันในทุกชุดการทดลอง ในขณะที่ชุดควบคุมมีจำนวนใบมากกว่าชุดการทดลองอื่น ปุ๋ยสูตรไวท์และปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตส่งผลให้ต้นดาวเรืองมีจำนวนดอกมากและดอกมีขนาดใหญ่ การกระจายตัวของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของพืช ของปุ๋ยสูตรไวท์และปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตมีลักษณะและระดับที่ใกล้เคียงกัน แนวโน้มนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของปุ๋ยสูตรไวท์สำหรับการนำมาใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกทดแทนปุ๋ยฟอสเฟตแบบดั้งเดิมได้

สำหรับการประเมินศักยภาพการนำกลับฟอสฟอรัสจากน้ำเสียฟาร์มสุกร พบว่า การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร 15.47 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เพื่อผลิตผลึกสูตรไวท์ ให้ผลผลิตผลึกสูตรไวท์ 10.95 กิโลกรัมต่อวัน หรือเทียบเท่ากับฟอสฟอรัส 1.28 กิโลกรัมต่อวัน การประเมินเชิงเทคโนโลยี-เศรษฐศาสตร์สำหรับฟาร์มสุกรขนาดเล็ก พบว่า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการลงทุนรวมต่ำสุด เท่ากับ 2,769.96 และ 3,943.10 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี ตามลำดับ รายได้จากการขายผลึกสูตรไวท์ประมาณการเท่ากับ 3,778.04 ดอลลาร์สหรัฐ โดยมีค่าใช้จ่ายการผลิตต่อหน่วย เท่ากับ 6.56 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัมฟอสฟอรัส มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุด 3.91 ปี และการเพิ่มค่าใช้จ่ายหรือลดรายได้ร้อยละ 5 จะขยายระยะเวลาคืนทุนนานขึ้นร้อยละ 18

**คำสำคัญ:** การปลดปล่อยธาตุอาหาร; การนำกลับฟอสฟอรัส; ปุ๋ยฟอสเฟต; น้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสัตว์; ศักยภาพการนำของเสียมาใช้ประโยชน์

**Project title:** Assessment of the Phosphorus Recovery Potential from Livestock Wastewater for Phosphate Fertilizer Production

**Principal investigator:** Dr.Yada Pinatha

### Abstract

This research project aims to investigate phosphorus (P) recovery from livestock wastewater through the chemical precipitation process, examine phosphate dissolution kinetic and effects on plant growth, and assess the feasibility of P recovery from livestock wastewater based on techno-economic aspect. Swine wastewater was identified as a viable P source in this study. The results found that P recovery efficiency from swine effluent from covered lagoon system averaged 86.73% at a pH of 8.5, with a magnesium-to-phosphorus (Mg/P) molar ratio of 0.59. The percentage of P content in the recovered phosphate solids averaged between 9.25 – 12.87% of dry weight.

Struvite fertilizer showed a slower phosphate dissolution rate compared to Triple Superphosphate (TSP) and Monoammonium Phosphate (MAP), with cumulative phosphate release on day 30 averaging 50.56%, 61.96% and 65.55%, respectively. Phosphate dissolution kinetics of these fertilizers aligned with the Shrinking Core Model's film diffusion control. The effect of phosphate fertilizers on marigold growth indicated similar plant height and root length across all experiments, although the control group had more leaves. Struvite and TSP resulted in greater number and size of flowers. The P distribution patterns in plant components of Struvite appear comparable to TSP, suggesting Struvite's potential as an alternative to conventional phosphate fertilizers.

The potential for P recovery from swine wastewater was further assessed, estimating that treating  $15.47 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  could yield struvite crystals  $10.95 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$ , equivalent to  $1.28 \text{ kg P} \cdot \text{d}^{-1}$ . A techno-economic assessment for small-scale swine farms indicated minimum annual operating and investment costs of USD 2,769.96 and USD 3,943.10, respectively. Estimated revenue from struvite sales amounted to USD 3,778.04, with a production cost at  $6.56 \text{ USD} \cdot \text{kg P}^{-1}$ , resulting in a minimum payback period of 3.91 years. Sensitivity analysis showed that a 5% increase in costs or decrease in revenue would extend the payback period by approximately 18%.

**Keywords:** Nutrient dissolution; Phosphorus recovery; Phosphate fertilizer; Livestock wastewater; Waste recovery potential