

**ผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรต่อคุณสมบัติดิน  
และการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมดอกมะลิ 105**

**Pig waste water using as fertilizer effects on soil properties and  
growth and yield of KHAO DOK MALI 105**

จรัส สว่างทัพ<sup>1</sup> และนิจพร ณ พัทลุง<sup>1</sup>  
Jarous sawangtap<sup>1</sup> and Nidchaporn Nabhadalung<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

เพื่อให้ทราบถึงผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรต่อคุณสมบัติบางประการของดินและการเจริญเติบโต รวมทั้งผลผลิตของข้าวหอมดอกมะลิ 105 จึงได้วางแผนการทดลองแบบ 2x5 Factorial in CRD ได้แก่ปัจจัย 1) ชนิดดิน จำนวน 2 ชนิด (ดินร่วนปนทรายและดินร่วนเหนียว) และปัจจัย 2) ความเข้มข้นของน้ำล้างคอกสุกร 5 ระดับ (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งน้ำล้างคอกสุกรที่ใช้ในการทดลองมีความเป็นด่างอ่อน(pH = 7.7) ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.76 dS m<sup>-1</sup> ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.36% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.013% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 0.033% ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 36.15 mg kg<sup>-1</sup> ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 28.48 mg kg<sup>-1</sup> และปริมาณสังกะสีทั้งหมด 0.685 mg kg<sup>-1</sup> จากผลการทดลองพบว่าการใช้ น้ำล้างคอกสุกรทำให้ดินมี pH เพิ่มขึ้นและมีการสะสมอินทรีย์วัตถุปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สังกะสีที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01) การปลูกข้าวหอมมะลิในดินที่แตกต่างกันและการใช้น้ำล้างคอกสุกรความเข้มข้นต่างกันจะทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่างกัน โดยการใช้ น้ำล้างคอกสุกรที่มีความเข้มข้นระหว่าง 50-75% จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่การใช้ น้ำล้างคอกสุกรจะทำให้มีเมล็ดสีบเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำล้างคอกสุกรมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ (0.36N-0.0133P2O5-0.033K2O)

ดังนั้นการนำน้ำล้างคอกสุกรมาใช้ในการปลูกข้าวควรใช้ควบคู่กับปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะในดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ

**คำสำคัญ** : น้ำล้างคอกสุกร คุณสมบัติดิน การเจริญเติบโต ข้าวหอมดอกมะลิ 105

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ 31000

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture Technology, Rajabhat Buriram University, Buriram Province 31000 Corresponding author

Email : nidchaporn\_\_n@hotmail.com

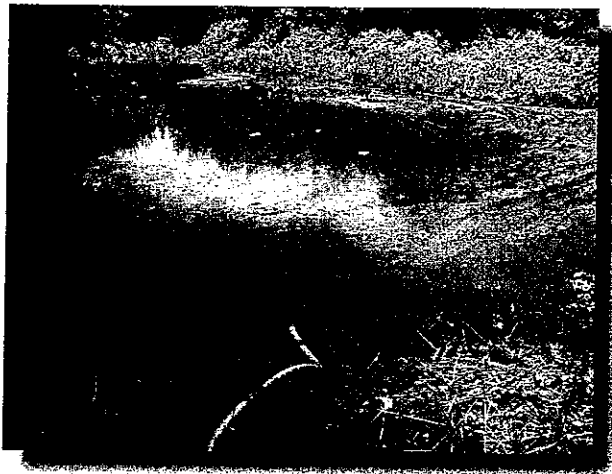


To study effects of pig waste water on some soil properties, growth and yield of Khoa Dok Mali 105, the experimental design was 2x5 Factorial in CRD with 1) types of soil (sandy loam and sandy clay loam) and 2) concentration of pig waste water (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) with four replications. The pH and EC of pig waste water were 7.7 and 4.76 dS m<sup>-1</sup>. The pig waste water contained 0.36%N, 0.013%P, 0.033%K, 36.15 mg kg<sup>-1</sup>Ca, 28.48 mg kg<sup>-1</sup>Mg and 0.685 mg kg<sup>-1</sup>Zn. The result showed highly significant increase in soil pH, soil organic matter, soil phosphorus, soil potassium, soil magnesium and zinc in soil when using pig waste water. Different soil and different pig waste water concentration showed differing in growth and yield of Khoa Dok Mali 105. Using of only 50-75% pig waste water could promote growth and yield but also increased seed atrophy. However pig waste water contained low N, P, K (0.36N-0.0133P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 0.033K<sub>2</sub>O) and high Zn content so using of pig waste water for growing Khoa Dok Mali 105 should be used together with chemical fertilizer especially in low soil organic matter area.

**Keywords :** pig waste water, growth, Khoa Dok Mali 105, rice

## บทนำ

ในมูลสุกรและกากตะกอนเองก็ยังมีส่วน และในคลองห้วยโรงงานซึ่งเป็นแหล่ง ประกอบของโลหะหนักไม่ว่าจะเป็น ทองแดง รับน้ำจากฟาร์มสุกร ขนาดกลางและขนาดเล็ก สังกะสี นิกเกิล แคดเมียม และโครเมียม โดย อีกด้วย (มุกดา พัฒนาวานิชชัย, 2551.) พบความเข้มข้นของ ทองแดง และ สังกะสี ซึ่งการใช้มูลสุกรและกากตะกอนเหล่านี้ ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่น ในพื้นที่การเพาะปลูกในระยะยาว และมีปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐาน (สุพจน์ หมอยาไทย โดยไม่มีการควบคุมปริมาณอาจก่อให้เกิด และศุภเกียรติ ศรีพนมธนากร, 2548) นอกจาก การสะสมของโลหะหนักในดินและก่อให้เกิด นี้ยังพบการสะสมแคดเมียมในสิ่งมีชีวิตต่างๆ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาตั้งนั้น ไม่ว่าจะหอยเชอรี่ และผักบุ้งรวมทั้งพบในดินตะกอน เพื่อให้ทราบถึง 1) ระดับความเข้มข้นของน้ำ ในบริเวณฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ อ.ปากท่อ ล้างคอกสุกรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวหอมดอกมะลิ 105 และ จ.ราชบุรี และผลกระทบต่อคุณสมบัติดินเมื่อใช้น้ำล้าง คอกสุกรในการปลูกข้าวหอมดอกมะลิ 105



## อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 Factorial in CRD 10 Treatment combinations 4 ซ้ำ ได้แก่ (1) ชนิดดิน คือ ดินร่วนปนทราย ( $S_1$ ) และ ดินร่วนเหนียวปนทราย ( $S_2$ ) และ (2) ความเข้มข้นของน้ำล้างคอกสุกร (C) คือ 1) ไม่ใช้น้ำล้างคอกสุกร 0% (ควบคุม, C0) 2) น้ำล้างคอกสุกร 25% (C25) 3) น้ำล้างคอกสุกร 50% (C50) 4) น้ำล้างคอกสุกร 75% (C75) และ 5) น้ำล้างคอกสุกร 100% (C100) ศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำล้างคอกสุกรจากบ่อพักของพ่อแม่พันธุ์ของฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็กอำเภอเมืองจังหวัดบุรีรัมย์ได้แก่ค่า pH, EC, total N ย่อยสลายด้วย  $H_2SO_4-Na_2SO_4$ -Semixture วิเคราะห์หา ปริมาณโดยวิธี Micro-Kjeldahl method, total P ย่อยสลายด้วย  $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$  mixture วิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Vanado-molybdate yellow color), วิเคราะห์หาปริมาณ total K, total Ca, total Mg (ย่อยสลายด้วย  $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$  mixture) และ total Zn (ย่อยสลายด้วย  $HNO_3-HClO_4$  mixture) โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจงรักษ์ จันท์เจริญสุข, 2542) ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินนาจากแปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผสมคลุกเคล้าดินจากแต่ละแหล่งให้เข้ากันอย่างดีแล้วนำไปใส่กระถางพลาสติกขนาด 40x40x25 เซนติเมตร กระจายละ 20 กิโลกรัม แล้วนำน้ำล้างคอกสุกรที่เตรียมไว้ตามวิธีการทดลองใส่ในกระถางการเพาะกล้า แซ่มะลิดพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เทน้ำทิ้งแล้วนำกระสอบข้าวขึ้นคลุม

ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วโรยเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวลงไปในดินอ้อมด้วยน้ำในกระถางที่เตรียมไว้เมื่อกล้าอายุ 1 เดือนย้ายกล้าลงกระถางพลาสติกขนาด 40x40x25 เซนติเมตรที่เตรียมไว้ทำการดูแลรักษาโดยรักษาระดับน้ำเหนือผิวดินให้ได้ 5-10 เซนติเมตร ตลอดการทดลอง และไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช วิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง ดังนี้ ค่า pH ดินต่อน้ำ 1:1 (Peech, 1965) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) (Walkley and Black, 1934; ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี molybdenum blue (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch K, Ca, Mg) สกัดด้วย 1 N  $NH_4OAc$  pH 7.0 วิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer และปริมาณเหล็ก แมงกานีส ลังกะสี และทองแดงที่สกัดได้ (Extract Fe, Mn, Zn, Cu) สกัดด้วย DTPA และวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้ AA (ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจงรักษ์ จันท์เจริญสุข, 2542, Viets and Lindsay, 1973) บันทึกความสูงของข้าว การแตกกอของต้นข้าว จำนวนรวงข้าวแล้วทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวหอมดอกมะลิ 105 เมื่ออายุ 112 วัน บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตอซังจำนวนรวงเมล็ดสีบและเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดย F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRTดำเนินการทดลองระหว่างเดือนเมษายน 2551-มีนาคม 2552 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

## ผลการทดลองและวิจารณ์

น้ำล้างคอกสุกรที่นำมาใช้ปลูกข้าวมาจาก บ่อพักของพ่อแม่พันธุ์ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7.6-7.7 มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 4.71-4.81 dS/m มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) อยู่ระหว่าง 0.035-0.036% มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total -P) อยู่ระหว่าง 0.012-0.014% มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total-K) อยู่ระหว่าง 331.81-335.48 mg kg<sup>-1</sup> มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (Total -Ca) อยู่ระหว่าง 35.63-36.52 mg kg<sup>-1</sup> มีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (Total -Mg) อยู่ระหว่าง 25.42-31.51 mg kg<sup>-1</sup> และมีปริมาณสังกะสีทั้งหมด (Total -Zn) อยู่ระหว่าง 0.55 - 0.82 mg kg<sup>-1</sup> จะเห็นได้ว่าน้ำล้างคอกสุกรจัดว่ามีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชได้ เนื่องจาก มีความเป็นด่างอ่อน และมีธาตุอาหารพืชเป็นส่วนประกอบอยู่ สุจินีย์ เตชะวิริยะทวีลิน (2547) พบว่าน้ำล้างคอกมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 210-453 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอมโมเนียมไนโตรเจนปริมาณ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ทั้งหมดอยู่ในช่วง 48-85, 266-550, 69-96 และ 49-67 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีปริมาณทองแดง สังกะสี เหล็ก และแมงกานีสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.06-0.40, 0.19-0.56 1.02-2.28 และ 0.32-2.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สุกัญญา และคณะ(2553) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในมูลสุกรและกากตะกอนของมูลสุกรจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสีมากกว่ามูลโค เช่นเดียวกับจิตยา(2541) ซึ่งพบว่าในน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรจากจังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งในฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ และขนาดเล็กล้วนมีธาตุอาหารพืชไม่ว่าจะเป็นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่ง จะแตกต่างกันไปตามฤดูกาล และบริเวณต่างๆ ของน้ำทิ้งซึ่งเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงหากต้องนำน้ำทิ้งเหล่านี้มาใช้ในการเกษตร ดินที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อใช้ศึกษาผลของน้ำล้างคอกสุกรในการปลูกข้าวหอมดอกมะลิ 105 เป็นดินร่วน เนื้อดินร่วนปนทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 1 การใช้ น้ำล้างคอกสุกร ความเข้มข้นต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100% ทั้งในดินร่วนปนทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวหอมดอกมะลิแตกต่างกันไป โดยการปลูกข้าวหอมดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทราย จะมีความสูงมากกว่าการปลูกในดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p<0.01) ทุกระยะการเจริญเติบโต (อายุ 53, 72, 89 และ 97 วันหลังปักดำ) และการใช้น้ำล้างคอกสุกรมีผลต่อความสูงของข้าวหอมดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อข้าวมีอายุ 72 วัน ขึ้นไป (ตาราง 2) การปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ในดินที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ กัน มีผลต่อความสูงในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (ตาราง7) จำนวนรวงของข้าวหอมดอกมะลิ 105 ในดินร่วนปนทรายมากกว่าดินร่วนเหนียวปนทราย

อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) ยกเว้นเมื่อ  
ข้าวอายุ 112 วันหลังปักดำ (ตาราง 2)  
และการใช้น้ำล้างคอกสุกรมีผลต่อจำนวน  
รวงของข้าวหอมดอกมะลิ 105 อย่างมีนัย  
สำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) เมื่อข้าวมีอายุ 72 และ  
97 วันหลังปักดำ (ตาราง 2) เมื่อปลูก  
ข้าวหอมมะลิ 105 ในดินที่แตกต่างกัน  
รวมกับการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ความเข้มข้น  
ชั้นระดับต่างๆ กัน มีผลต่อการออกรวง  
ในช่วงแรกเช่นเดียวกัน (ตาราง 7) ส่วน  
น้ำหนักรวงทั้งหมดของข้าวหอมดอกมะลิ  
105 ในดินร่วนเหนียวปนทรายมากกว่าการ  
ปลูกในดินร่วนปนทรายอย่างมีนัยสำคัญ  
( $p < 0.05$ ) และความเข้มข้นของน้ำล้างคอก  
สุกรไม่มีผลต่อน้ำหนักรวงทั้งหมดของข้าว  
หอมดอกมะลิ 105 ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)  
ส่วนการแตกกอในดินร่วนปนทรายมากกว่า  
ในดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างมีนัยสำคัญ  
ยิ่ง ( $p < 0.01$ ) ยกเว้นเมื่อข้าวอายุ 53 และ  
72 วันหลังปักดำ และการใช้น้ำล้างสุกร  
มีผลต่อจำนวนต้นตอกของข้าวขาวดอก  
มะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อข้าวมีอายุ  
53 วันขึ้นไป (ตาราง 3) การปลูกข้าว  
หอมมะลิ 105 ในดินที่แตกต่างกันรวมกับ  
การใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ความเข้มข้นระดับ  
ต่างๆ กัน มีผลต่อการแตกกอในช่วงหลัง  
ของเจริญเติบโต (ตาราง 7) ส่วนน้ำหนัก  
สดต่อชั่งข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่ปลูกใน  
ดินร่วนปนทรายมากกว่าในดินร่วนเหนียว  
ปนทรายอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) และ  
การใช้น้ำล้างคอกสุกรมีผลต่อน้ำหนักสดต่อ  
ชั่งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) โดยการ  
ใช้น้ำล้างสุกรเข้มข้น 75% จะทำให้ข้าว

มีน้ำหนักสดต่อชั่งมากที่สุด (ตาราง 4) ส่วน  
น้ำหนักแห้งต่อชั่งนั้นไม่มีความแตกต่างเมื่อ  
ปลูกในดินร่วนเหนียวปนทรายและดินร่วน  
ปนทราย ( $p > 0.05$ ) และการใช้น้ำล้างคอก  
สุกรมีผลต่อน้ำหนักแห้งต่อชั่งอย่างมีนัย  
สำคัญ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการใช้น้ำล้างสุกรเข้มข้น  
100% จะทำให้ข้าวมีน้ำหนักแห้งต่อชั่ง  
มากที่สุด (ตาราง 4) ขณะที่น้ำหนักรวง  
ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวปนทรายจะมากกว่า  
ปลูกในดินร่วนปนทรายอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง  
( $p < 0.01$ ) แต่การใช้น้ำล้างคอกสุกรไม่มีผล  
ต่อน้ำหนักรวง ( $p > 0.05$ ) และพบว่าการ  
ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ในดินที่แตกต่างกัน  
รวมกับการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ความเข้มข้น  
ระดับต่างๆ กันมีผลต่อน้ำหนักรวงอย่างมีนัย  
สำคัญ ( $p < 0.05$ ) สำหรับจำนวนรวงเมล็ด  
ลีบไม่แตกต่างเมื่อปลูกในดินร่วนเหนียว  
ปนทรายและดินร่วนปนทราย ( $p > 0.05$ ) แต่  
การใช้น้ำล้างสุกรมีผลต่อจำนวนรวงเมล็ดลีบ  
อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยการใช้ล้าง  
สุกรเข้มข้น 50% จะทำให้ข้าวมีจำนวนรวง  
เมล็ดลีบที่สุด (ตาราง 4) จะเห็นได้ว่าน้ำล้าง  
คอกสุกรผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ  
ข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งสอดคล้องกับศุภวัฒน์  
(2548) นำน้ำล้างคอกสุกรไปใช้เป็นปุ๋ย  
ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม  
สำหรับการปลูกมันสำปะหลัง โดยสามารถ  
ใช้ได้ทั้งอัตราต่ำ อัตราสูง หรือการใส่ปุ๋ย  
อัตราต่ำร่วมกับปุ๋ยเคมี สุจินย์ (2547) ใช้น้ำ  
เสียจากฟาร์มสุกรทำให้ผลผลิตของอ้อยเพิ่ม  
ขึ้น 3.87-10.89% สุกัญญา จัตตุพรพงษ์และ  
คณะ (2553)

ใช้เครื่องดูดขึ้นแล้วนำไปเจือจางกับน้ำตามความเหมาะสมเพื่อใช้ในการฉีดพ่นในแปลงปลูกพืช จากผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำล้างคอกสุกรทำให้ผลผลิตข้าวมีเมล็ดลึบเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากน้ำล้างคอกสุกรการมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวหอมมะลิ (0.035 - 0.151%N - 0.012 - 0.072%P 2O5 - 0.033 - 0.059 %K2O และ 0.0035 - 0.0101%Ca - 0.0008 - 0.0336 %Mg) และเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร พืชยิ่งไปกว่านั้น น้ำล้างคอกสุกรมีความเค็มปานกลาง (4.76 dS m<sup>-1</sup>) ดังนั้นเมื่อนำน้ำล้างคอกเข้มข้นมากขึ้นจึงทำให้เมล็ดข้าวลึบอันเนื่องมาจากความเค็ม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) (ยงยศ สุบรรณพงษ์, 2543) ผลการทดลองพบว่าดินร่วนเหนียวปนทรายจะมีความเป็นกรด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สังกะสีที่สกัดได้ แมงกานีส เหล็ก และทองแดง ที่สกัดได้มากกว่าดินร่วนปนทราย และการใช้น้ำล้างคอกสุกรจะทำให้ดินมีความเป็นด่างเพิ่มมากขึ้น มีการสะสมอินทรีย์วัตถุและมีปริมาณธาตุอาหารพืชต่างๆ ในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น 3-10 เท่า ขณะที่โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และยังพบว่าปริมาณสังกะสีเพิ่มขึ้น 1.5-2 เท่า ส่วนปริมาณแคลเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แมงกานีสที่สกัดได้เหล็กที่สกัดได้ และทองแดงที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้นหลังจากมีการใช้น้ำล้างคอกสุกรเช่นเดียวกัน

และการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่มีความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้ดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สังกะสีที่สกัดได้ และทองแดงที่สกัดได้ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) ขณะที่ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เหล็กที่สกัดได้ และทองแดงที่สกัดได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามการใช้น้ำล้างคอกสุกรความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ดินกรดเป็นด่างเพิ่มมากขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารในดินทุกตัวเพิ่มมากขึ้นด้วย (ตาราง 5-6) ยิ่งไปกว่านั้นพบว่าการปลูกข้าวหอมมะลิในดินที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้น้ำล้างคอกสุกรมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างของดินอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) ซึ่งคุณสมบัติดินดังกล่าวก็เปลี่ยนแปลงไปตามคุณสมบัติของน้ำล้างคอกสุกรที่ใช้ สอดคล้องกับสุพจน์และศุภเกียรติ,(2548) พบความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสีในปริมาณมากเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่นและมีปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐานในมูลสุกร นอกจากนี้มุกดา พัฒนาวาณิชชัย,(2551) ยังพบการสะสมแคดเมียมในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหอยเชอรี่ และผักบุ้ง รวมทั้งพบดินตะกอนในบริเวณฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี และในคลองห้วยโรงซึ่งเป็นแหล่งรับน้ำจากฟาร์มสุกรขนาดกลางและขนาดเล็กอีกด้วย

ตาราง 1 คุณสมบัติของดินที่นำมาใช้ในการปลูกข้าว

ดิน	pH	OM %	Avai P mg kg <sup>-1</sup>	Exch K mg kg <sup>-1</sup>	Exch Ca mg kg <sup>-1</sup>
1. ดินร่วนปนทราย	5.9	0.61	2.54	62.55	400.10
2. ดินร่วนเหนียวปนทราย	5.2	1.16	5.51	66.57	766.45

ดิน	Exch Mg mg kg <sup>-1</sup>	Extract Zn mg kg <sup>-1</sup>	Extract Mn mg kg <sup>-1</sup>	Extract Fe mg kg <sup>-1</sup>	Extract Cu mg kg <sup>-1</sup>
1. ดินร่วนปนทราย	114.15	0.41	29.51	53.61	0.28
2. ดินร่วนเหนียวปนทราย	115.03	0.35	42.66	168.89	0.46

ตาราง 2 ผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความสูงและจำนวนรวงของข้าวหอมดอกมะลิ 105

	ความสูง (ซม.)				จำนวนรวง (รวง)		
	53 วัน	72 วัน	89 วัน	97 วัน	72 วัน	89 วัน	97 วัน
	หลังปักดำ	หลังปักดำ	หลังปักดำ	หลังปักดำ	หลังปักดำ	หลังปักดำ	หลังปักดำ
1) S1	17.3a	29.2a	42.4a	63.3a	5.22a	9.56a	5.85a
2) S2	16.5b	26.4b	39.2b	58.8b	3.98b	6.66b	5.92a
F-test (S)	50.647**	57.31**	10.19**	8.75**	15.314**	25.00**	0.013ns
1) C0	16.6a	20.5d	44.3a	64.1a	3.73b	7.55b	4.94b
2) C25	16.6a	26.0c	44.3a	66.4a	6.31a	9.09ab	5.72ab
3) C50	16.7a	30.9ab	43.8a	67.2a	6.96a	10.9ac	7.28a
4) C75	16.7a	32.0a	37.6b	56.6b	2.93b	7.21bc	6.14ab
5) C100%	16.8a	29.7b	33.9c	51.7c	3.08b	5.75c	5.35ab
F-test (C)	0.19ns	125.7**	18.429**	14.21**	28.72**	9.32**	1.86*
F-test (SxC)	7.89**	6.74**	1.69ns	2.67ns	6.85*	5.45**	1.87ns
CV (%)	3.4	4.2	7.7	6.8	29.3	22.6	31.6



**ตาราง 3 ผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนต้นตอกของข้าวหอมดอกมะลิ 105**

จำนวนต้นตอก (ต้น)						
	45 วัน หลังปักดำ	53 วัน หลังปักดำ	72 วัน หลังปักดำ	78 วัน หลังปักดำ	89 วัน หลังปักดำ	97 วัน หลังปักดำ
1) S1	2.87a	10.0a	20.0b	16.6a	14.5a	10.9a
2) S2	1.97b	10.1a	20.8a	14.0b	12.9b	8.31b
F-test (S)	14.2**	0.084ns	16.2**	101.3**	12.6**	34.0**
1) C0	2.47a	9.22b	16.1c	12.4c	11.8c	7.84c
2) C25	2.34a	10.1ab	20.2b	15.4b	15.0a	9.88b
3) C50	2.72a	9.81ab	21.9a	16.4a	15.0a	11.9a
4) C75	2.28a	10.7a	21.1a	17.0a	14.1ab	9.95b
5) C100%	2.31a	10.4a	21.7a	15.4b	12.6b	8.54b
F-test (C)	0.423ns	3.26*	110.5**	35.3**	7.67**	9.06**
F-test (SxC)	1.20ns	0.071ns	5.58**	7.42**	1.68ns	8.54**
CV (%)	31.2	9.5	3.2	5.5	10.9	14.8

หมายเหตุ\* ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% \*\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่มีอักษรรวมกำกับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT0.05)

ตาราง 4 ผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อชั่ง น้ำหนักรวม และจำนวนรวมเมล็ดลีบ

	น้ำหนักสดต่อชั่ง (กรัม/กระถาง)	น้ำหนักแห้งต่อชั่ง (กรัม/กระถาง)	น้ำหนักรวม (กรัม)	จำนวนรวมเมล็ดลีบ (กรัม)
1) S1	340a	76.1a	3.84b	4.16a
2) S2	285b	66.3a	6.50a	3.48a
F-test (S)	7.636*	2.364ns	6.27*	3.114ns
1) C0	210c	54.37b	6.27a	4.94b
2) C25	296b	64.37ab	3.50a	5.72ab
3) C50	356ab	71.87ab	4.44a	7.28a
4) C75	397a	82.00a	5.11a	6.15ab
5) C100%	302b	83.37a	5.53a	5.35ab
F-test(C)	7.64**	2.92*	1.134ns	1.757*
F-test(SxC)	1.74ns	0.428ns	2.96*	0.952ns
CV (%)	19.9	28.3	65.0	61.6



**ตาราง 5 ผลของการใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณสมบัติดินหลังจากใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ**

	pH	OM(%)	P(mg kg <sup>-1</sup> )	K(mg kg <sup>-1</sup> )	Ca(mg kg <sup>-1</sup> )	Mg(mg kg <sup>-1</sup> )
1) S1	6.16a	0.63b	26.17a	120b	385b	117b
2) S2	5.55b	1.22a	19.09a	195a	787a	136a
F-test(S)	3.721**	1341.42**	2.661ns	19.058**	812.168**	17.846**
1) C0	5.55b	0.86c	3.74c	66.4d	576a	109d
2) C25	5.51b	0.91bc	13.8bc	130c	567a	117cd
3) C50	6.01a	0.99a	26.2ab	171bc	591a	127bc
4) C75	6.05a	0.94ab	28.4ab	191ab	610a	133b
5) C100%	6.17a	0.92b	40.9a	231a	586a	148a
F-test (C)	7.55**	6.18**	8.68**	10.7**	1.08ns	9.10**
F-test (SxC)	3.18*	2.32ns	1.84ns	1.20ns	0.545ns	1.48ns
CV (%)	5.4	5.9	60.6	34.4	7.6	11.2

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% \*\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT0.05)

ตาราง 6 ปริมาณสังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) ในดินหลังจากใช้น้ำล้างคอกสุกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

	Zn(mg kg <sup>-1</sup> )	Mn(mg kg <sup>-1</sup> )	Fe(mg kg <sup>-1</sup> )	Cu(mg kg <sup>-1</sup> )
1) S1	0.661a	28.8b	71.8b	0.30b
2) S2	0.756a	45.0a	179a	0.48a
F-test(S)	2.41ns	0.719ns	221**	83.4**
1) C0	0.495b	38.4a	127a	0.391a
2) C25	0.648ab	33.3a	123a	0.365a
3) C50	0.847a	38.1a	117a	0.395a
4) C75	0.745a	34.4a	119a	0.380a
5) C100%	0.805a	40.4a	140a	0.434a
F-test(C)	4.27**	27.7**	1.29ns	1.41ns
F-test(SxC)	1.51ns	0.977ns	1.46ns	0.247ns
CV (%)	27.2	18.2	26.9	16.1



ตาราง 7 ความสูง จำนวนรวง จำนวนต้นตอกอ น้ำหนักรวงของข้าวหอมมะลิ 105 และ ค่า pH ของดิน จากอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดดินและความเข้มข้นของน้ำล้างคอกสุกร

	ความสูง(ซม.)		จำนวนรวง(รวง)		จำนวนต้นตอกอ			น้ำหนัก รวง (กรัม)	pH
	53 วัน หลังปักดำ	72 วัน หลังปักดำ	72 วัน หลังปักดำ	89 วัน หลังปักดำ	72 วัน หลังปักดำ	78 วัน หลังปักดำ	97 วัน หลังปักดำ		
1) S1C0	16.84b	20.66c	4.56b	7.87b	15.50d	13.12c	8.31b	3.14bc	5.80b
2) S1C25	16.56b	28.73b	6.12a	10.62a	20.44c	15.94b	11.19a	1.85c	5.52bc
3) S1C50	17.30ab	32.75a	6.50a	10.81a	21.25b	17.50a	11.75a	3.79bc	6.30a
4) S1C75	17.84a	33.89a	4.08b	9.00a	21.00b	18.75a	11.19a	5.02abc	6.50a
5) S1C100	18.11a	30.14b	4.83bc	9.50a	21.69b	17.87a	12.25a	5.39abc	6.70a
6) S2C0	16.37bc	20.38c	2.89c	7.23b	16.62d	11.69d	7.38b	9.41a	5.30b
7) S2C25	16.64b	23.33c	6.50ab	7.56b	20.00c	14.81b	8.56b	5.14abc	5.50bc
8) S2C50	16.11bc	29.00b	7.42a	11.08a	22.50a	15.31b	12.08a	5.08abc	5.72bc
9) S2C75	15.60c	30.12b	1.77c	5.42b	23.25a	15.12b	8.71b	5.20abc	5.60bc
10) S2C100	15.52c	29.26b	1.33c	2.00c	21.62b	12.87c	4.83c	7.67ab	5.65bc
F-test(SxC)	7.89**	6.74**	6.85*	5.45**	5.58**	7.42**	8.54**	2.96*	3.18*
LSD.05	0.83	1.72	2.66	2.68	0.95	1.27	2.08	4.95	0.46

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ \* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% \*\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่มีอักษรร่วมกำกับไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT0.05)

## สรุปผลการทดลอง

น้ำล้างคอกสุกรจากบริเวณต่างๆ ทั้ง 5 บริเวณ มีค่าความเป็นกลางถึงด่างอ่อน ( $\text{pH} = 7.1 - 7.9$ ) มีความเค็มมาก ( $\text{EC} = 4.71 - 8.41 \text{ dS/m}$ ) มีปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างต่ำ ( $0.35-0.151\% \text{N} - 0.012 - 0.072\% \text{P}_2\text{O}_5 - 0.033 - 0.059\% \text{K}_2\text{O}$ ) ปริมาณธาตุอาหารรองต่ำเช่นกัน ( $0.0035 - 0.0101\% \text{Ca} - 0.0008 - 0.0336\% \text{Mg}$ ) และมีปริมาณสังกะสีทั้งหมด (Total -Zn) อยู่ค่อนข้างสูง คือระหว่าง  $0.55 - 212.98 \text{ mg kg}^{-1}$  การใช้ น้ำล้างคอกสุกรที่มีความเข้มข้นระหว่าง 50-75% จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวหอมดอกมะลิ 105 แต่การใช้ น้ำล้างคอกสุกรที่มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นแม้ว่าจะส่งผลให้มีการเจริญเติบโตในด้านความสูง และการแตกกอมากขึ้น แต่จะทำให้ผลผลิตข้าวมีเมล็ดลีบเพิ่มขึ้น ดังนั้นการนำน้ำล้างคอกสุกรมาใช้ในการปลูกข้าวควรใช้ควบคู่กับปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะในดินนาที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การใช้ น้ำล้างคอกสุกรเป็นปุ๋ยให้ข้าวหอมดอกมะลิ 105 จะทำให้ดินมีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม สังกะสี ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การสะสมของธาตุอาหารต่างๆ ของพืชในดินเพิ่มขึ้นนั้นล้วนเป็นประโยชน์ต่อพืช ยกเว้นสังกะสี ซึ่งอาจเป็นพิษต่อพืชได้หากมีการสะสมปริมาณมากในดิน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ: การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2544). **ดินเค็ม**. เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ. กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 330 หน้า
- จรัญ จันทลักษณ์ และพภาพรณ สกุลมัน. (2542). **ฟาร์มโคนมกับสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 402 หน้า.
- จิตติยา สอนขวัญ. (2541). **ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ในน้ำเสียจากมูลสุกรในจังหวัดฉะเชิงเทรา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร 143 หน้า
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. (2542). **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ: การวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. (2545). **ชุดคู่มือการเกษตร ปุ๋ยอินทรีย์**. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 215 หน้า.
- มุกดา พัฒนวานิชชัย. (2551). **การวิเคราะห์แคดเมียมในฟาร์มสุกรและระบบคลองของแม่น้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 90 หน้า
- วิฑูรย์ เลี่ยมจำรูญ. (2529). **เกษตรกรรมผสมผสาน**. วารสารฐานเกษตรกรรม. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ. 4(42): 8-21.
- ยงยุทธ ไอสถสภา ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจู. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 486-497.
- ยงยศ สุบรรณพงษ์. (2543). **ผลของแคลเซียมซัลเฟตต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ศุภวัฒน์ คุ่มทองมาก. (2548). **ประสิทธิภาพของการใช้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินทราย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 118 หน้า.
- สุกัญญา จิตตพรพงษ์ อุทัย คันไธ และปฎิมา อุ้งสูงเนิน. (2553). **ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์**. สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- <http://www.rdi.ku.ac.th>

สุจินีย์ เตชะวิริยะทวีสิน. (2547). **ประสิทธิภาพของการใช้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นปุ๋ยสำหรับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ที่ปลูกบนดินร่วนปนทราย.**

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 94 หน้า

สุพจน์ หมอยาไทย และศุภเกียรติ ศรีพนมธนากร. (2548). **รูปแบบของโลหะหนักที่สกัดได้ในมูลสุกรและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของฟาร์มสุกร.**

การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10 จังหวัดชลบุรี  
2-4 พฤษภาคม 2548.

ยงยุทธ โอสถสภา ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจุ. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

อุทัย คันโธและสุกัญญา จัดตุพรพงษ์, (2552). **การใช้มูลสุกรเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการเพิ่มผลผลิตพืช.สถาบันสุวรรณวากกลิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม

Peech, M. (1965). **Hydrogen-iron activity.** pp. 914-926. In C.A. Black, D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White and F.E. Clark, eds. Method of Soil Analysis Part 2. America Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Viets J.R., F.B. and W.L. Lindsay. (1973). **Testing Soils for Zinc, Copper, Manganese and Iron,** pp.153-172. In L.H. Walsh and J.S. Beaton, eds. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin. USA.

Walkley, A. and I.A. Black. (1934). **An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method.** Soil. Sci. 37: 29-38.