

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



203355



การศึกษานอกจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการผลิต
ต่อระบบนิเวศดิน

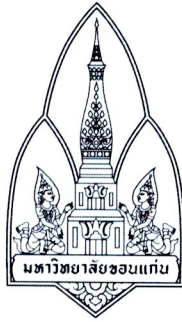
EFFECT OF USING SWINE WASTEWATER FOR
AGRICULTURE ON SOIL ECOSYSTEM

นายปวิศ คัมภรธรรมา

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554



การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร
ต่อระบบนิเวศดิน

EFFECT OF USING SWINE WASTEWATER FOR
AGRICULTURE ON SOIL ECOSYSTEM



นายปวิศ ตั้งบรรจรรมา

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร
ต่อระบบนิเวศดิน

นายปวิศ ตั้งบรรรรมมา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

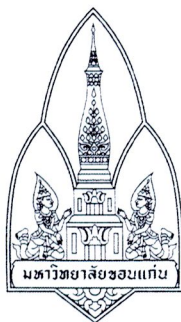
พ.ศ. 2554

**EFFECT OF USING SWINE WASTEWATER FOR
AGRICULTURE ON SOIL ECOSYSTEM**

Mr. PAWARIS TANGBOVORNTHAMMA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN LAND RESOURCES AND ENVIRONMENT
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อ
การเกษตรต่อระบบนิเวศดิน

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายปวิศ ตั้งบรรจธรรมา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. วิทยา ตรีโลเทศ	ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. ชูติมาศ บุญไทย อิวาย	กรรมการ
ดร. มงคล ต๊ะอู่น	กรรมการ
รศ. ดร. สุรศักดิ์ เสรีพงษ์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมาศ บุญไทย อิวาย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. มงคล ต๊ะอู่น)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พลธานี)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปวริศ ตั้งบรรจธรรมมา. 2554. การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อ

การเกษตรต่อระบบนิเวศดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

ทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร. ชูติมาศ บุญไทย อิวาย, ดร.มงคล ต๊ะอูน

บทคัดย่อ

203355

การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตรต่อระบบนิเวศดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบ และความเสี่ยงทางนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร โดยทำการศึกษา 2 ส่วนคือ 1) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร และมูลสุกร โดยศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก (Cu) ในดินชุดต่างๆ 2) การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดินในห้องปฏิบัติการ และพื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกอ้อย โดยศึกษาผลของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดินทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และการศึกษาผลของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อการเจริญเติบโตของต้นอ้อย และความหวานของอ้อย

ผลการศึกษาพบว่าน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีค่าเฉลี่ย BOD, COD, TDS, Total N, pH และ EC เท่ากับ 467, 320, 3,950 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.048 %, 7.8, 4.5 เดซิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และปริมาณทองแดงเฉลี่ย 0.05-0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร และการศึกษาผลของการตกค้างของปริมาณทองแดงในน้ำทิ้งฟาร์มสุกรต่อชุดดิน 2 ชุดดินที่แตกต่างกันพบว่าปริมาณของทองแดงในชุดดินร้อยเอ็ดจะมีมากกว่าในชุดดินน้ำพอง แต่ น้ำชะที่ไหลผ่านชุดดินทั้งสองนั้นในชุดดินน้ำพองจะมีปริมาณของทองแดงที่มากกว่าชุดดินร้อยเอ็ด และการหลีกเลี่ยงสารพิษทองแดงของไส้เดือนดินที่ระดับ 50% (EC_{50}) ของชุดดินน้ำพองและชุดดินร้อยเอ็ดมีค่าเท่ากับ 153.19 และ 61.09 กรัมต่อกิโลกรัมดินที่ระยะเวลา 7 วัน และ 79.4 และ 76.7 กรัมต่อกิโลกรัมดินที่ระยะเวลา 14 วันตามลำดับ และ อัตราการตายของแมลงหวัดต่อการปนเปื้อนของทองแดงในดินที่ระดับ 50% (LC_{50}) ในชุดดินน้ำพองและชุดดินร้อยเอ็ดมีค่าเท่ากับ 407.43 และ 2283.33 กรัมต่อกิโลกรัมดินที่ระยะเวลา 7 วัน และเท่ากับ 521.45 และ 310.13 กรัมต่อกิโลกรัมดินที่ระยะเวลา 14 วันตามลำดับ และผลการทดลองในภาคสนามพบว่าน้ำทิ้งฟาร์มสุกรมีผลทำให้ดินในพื้นที่ศึกษามีคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพที่ดีขึ้นในพื้นที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ความหลากหลายทางชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนของดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรจะมีมากกว่าในดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นอ้อยโดยพบว่าในแปลงที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นจะมีขนาด

203355

ลำดับ และความสูงที่มากกว่าในแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้ง โดยสรุปการศึกษาแสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้ง
ฟาร์มสุกรที่นำมาใช้เพื่อการเกษตร นั้น ไม่ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของอ้อย และระบบนิเวศ
ดิน แต่ทั้งนี้เป็นการศึกษาในระยะเวลาอันสั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาต่อไปในระยะยาวเพื่อเป็น
ข้อมูลพื้นฐานเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากการใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร
ต่อไป

Pawaris Tangbovornthamma. 2011. **Effect of Using Swine Wastewater for Agriculture on Soil Ecosystem**. Master of Science Thesis in Land Resources and Environment, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Asst. Prof. Dr. Chuleemas Boonthai Iwai, Dr. Mongkon Ta-oun

ABSTRACT

203355

Effect of using swine wastewater for agriculture on soil ecosystem was studied. The aims of this study were to 1) evaluate the diffuse pollution from swine farm, in terms of water quality parameters in effluent and copper contamination due to the application of swine waste water in different soil series 2) study the impact of using swine wastewater for agriculture on soil physical, chemical and biological parameter and plant growth. The results showed that the effluent from the farm, the average BOD, COD, TDS, Total N, pH and EC = 467, 320, 3,950 mg/L, 0.048 %, 7.8, and 4.5 ds/cm, respectively and the average copper content in effluent was 0.05-0.28 mg /L. The effects of residual amount of copper in the swine wastewater effluent on were different between two soil series. The amount of copper in Roi et (Re) soil series was found greater than in Namphong (Ng) soil series but the leachate that flows through the soil, copper in the Namphong (Ng) soil series was found more than Roi et (Re) soil series. The 50% avoidance of earthworms on copper (EC_{50}) in the Namphong (Ng) and Roi et (Re) soil series were 153.19 and 61.09 mg/ kg soil at 7 days and 79.4 and 76.7 mg/ kg soil at 14 days, respectively. The acute toxicity of copper on springtail (LC_{50}) in the Namphong (Ng) and Roi ed (Re) soil series were 407.43 and 2283.33 mg/ kg soil at 7 days and 521.45 and 310.13 mg/ kg soil at 14 days, respectively. In the field study, soil physical, chemical and biological properties in the sugarcane field that using swine wastewater application were better than control. Biodiversity and soil microbial activity in soil of the sugarcane field that using swine wastewater is greater than the sugarcane field that without using swine wastewater. The results from this study showed that swine wastewater used for agriculture has no impact on soil ecosystems. However, this study was a short term study. The further study for the long effects was needed for sustainable use of swine wastewater for agriculture.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้แก่บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง รวมทั้งทุนทรัพย์ในการศึกษาและทำวิจัยจากผศ. ดร. ชูติมาศ บุญไทย อิวาย ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้เปรียบประดุจคุณแม่ผู้พากเพียรจะส่งลูกให้ถึงฝั่งอย่างที่ตั้งใจ แม้จะพานพบอุปสรรคนานามากแล้วเกรง พาลูกๆ ฟันฝ่าปัญหาจนสัมฤทธิ์ผลดังที่ปรารถนา ทั้งกำลังทรัพย์ ความรู้ และความช่วยเหลือทุกประการที่แม่ผู้นี้จะให้ได้ ขอขอบพระคุณดร. มงคล ติ๊ะอู่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และแนวคิดที่ดีในการทำงานวิจัย ตลอดจนดูแลเอาใจใส่ช่วยแก้ไขปัญหามาอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและอนุเคราะห์เครื่องมือในส่วนของการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์และรศ.ดร.วิทยา ตรีโลกศ ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและช่วยตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ประจำปีงบประมาณ 2551 และทุนอุดหนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัย ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล และศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้ทุนการทำวิทยานิพนธ์และทุนเผยแพร่ผลงานวิจัย ขอขอบพระคุณ Professor Nanthi S. Bolan และ Professor Barry Noller ที่ให้ความรู้และสถานที่ศึกษาคูงานที่สถาบัน CRC-Care University of South of Australia ประเทศออสเตรเลีย ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ทำวิจัย และขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทุกท่าน และโครงการวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมาศ บุญไทย อิวาย ที่ให้ความรู้คำแนะนำคอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ด้วยดีเสมอมาทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และท้ายที่สุดลูกขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับคุณแม่พ่อประวิทย์ และคุณแม่เสาวณี ตั้งบรรจรรยา บุพการีทั้งสองผู้เสียสละ ให้ความรัก ความห่วงใย อบรม สั่งสอน คอยเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ร่วมทุกข์ร่วมสุข และเป็นกำลังใจให้ด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณ ฟาร์มสุกรในอำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และวัสดุในการทำวิทยานิพนธ์นี้ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ปวีศ ตั้งบรรจรรยา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปัญหาที่เกิดจากฟาร์มสุกร	4
2.2 การจัดการของเสียจากฟาร์มสุกร	6
2.3 การใช้ประโยชน์น้ำเสียเพื่อการเกษตร	7
2.4 การใช้น้ำเสียฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร	10
2.5 การประเมินผลกระทบทางนิเวศ (Ecological Risk Assessment)	13
2.6 ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง	16
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา	21
3.2 วิธีการศึกษา	22
3.2.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	23
3.2.2 วิธีเตรียมการทดลอง	26
3.2.3 วิธีการทดลอง	27
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	38
3.4 สถานที่ปฏิบัติการ	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติการ	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร และมูลสุกร	39
4.2 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดิน	42
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	
5.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร และมูลสุกร	53
5.2 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดิน	55
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	64
6.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ประวัติผู้เขียน	77

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงชนิดของของเสียที่เกิดจากฟาร์มสุกรจำแนกตามกิจกรรม	5
ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสิ่งขับถ่ายต่อวันของสุกร	5
ตารางที่ 3 มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	6
ตารางที่ 4 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากฟาร์มสุกร	28
ตารางที่ 5 คุณสมบัติพื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดลอง	33
ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร	40
ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและ คุณสมบัติทางกายภาพของชุดดิน ร้อยเอ็ดและชุดดินน้ำพอง	41
ตารางที่ 8 แสดงปริมาณทองแดง(Cu)มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดิน 2 ชุดดินจากการเตรียม ทองแดง(Cu) เริ่มต้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับการใช้น้ำทิ้งฟาร์มสุกร	42
ตารางที่ 9 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรและ แปลงอ้อยควบคุม	43
ตารางที่ 10 แสดงปริมาณทองแดงในตัวอย่างดิน และน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	44
ตารางที่ 11 แสดงค่ากิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ดิน	45
ตารางที่ 12 แสดงค่าความหลากหลายทางชีวภาพในดินในพื้นที่ที่มีการใช้และไม่ใช้น้ำทิ้ง จากฟาร์มสุกร	46
ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพจุลินทรีย์ในดินในพื้นที่ที่มีการใช้และไม่ใช้ น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	47
ตารางที่ 14 แสดงค่าความสูง และความหวานของต้นอ้อยในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ ทำการศึกษา	48
ตารางที่ 15 แสดงผลการศึกษาทางนิเวศพิษวิทยาของทองแดงต่อไส้เดือนดินในงานวิจัย อื่นๆในต่างประเทศ	60
ตารางที่ 16 แสดงผลการศึกษาทางนิเวศพิษวิทยาของทองแดงต่อแมลงหางคืดในงานวิจัย อื่นๆในต่างประเทศ	62

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ลักษณะอวัยวะต่างๆภายนอกของไส้เดือนดิน	17
ภาพที่ 2 วงจรชีวิตไส้เดือนดิน	18
ภาพที่ 3 ลักษณะการเจริญเติบโตของแมลงหางคืด	19
ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาดัวอย่าง บริเวณตำบลบ้านลาน อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น	21
ภาพที่ 5 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ โดยรอบฟาร์ม (ตำบลบ้านลาน)	22
ภาพที่ 6 แสดงแผนผังฟาร์มสุกรที่ทำการศึกษา	34
ภาพที่ 7 แสดงกิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ในดินในพื้นที่แปลงอ้อยที่ทำการ เปรียบเทียบระหว่างใช้และไม่ใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	45
ภาพที่ 8 แสดงปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ในดินของพื้นที่ที่ทำการศึกษา	47
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่าความสูง และความหวานของต้นอ้อยในแปลงทดลองที่ได้รับ น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเทียบกับแปลงที่ไม่ได้รับน้ำทิ้ง	48
ภาพที่ 10 แสดงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ระดับความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ที่แตกต่างกัน ของดิน 2 ชุดดินคือ ร้อยเอ็ด(Re) และ น้ำพอง(Ng) ในระยะเวลา 1 วัน	49
ภาพที่ 11 แสดงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ระดับความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ที่แตกต่างกัน ของดิน 2 ชุดดินคือ ร้อยเอ็ด(Re) และ น้ำพอง(Ng) ในระยะเวลา 5 วัน	49
ภาพที่ 12 แสดงการหลีกเลียงทองแดงของไส้เดือนดินในดิน 2 ชุดดินที่ระยะเวลา 7 วัน	50
ภาพที่ 13 แสดงการหลีกเลียงทองแดงของไส้เดือนดินในดิน 2 ชุดดินที่ระยะเวลา 14 วัน	50
ภาพที่ 14 แสดงการทดสอบพิษเฉียบพลันของทองแดงต่อแมลงหางคืดที่ระดับความ เข้มข้นที่แตกต่างกันในสองชุดดิน(ร้อยเอ็ด(Re) และน้ำพอง(Ng))	52