บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตรต่อระบบนิเวศดิน โดยทำการประเมินผลกระทบ และความเสี่ยงทางนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการเกษตร โดยทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งฟาร์มสุกรและ มูลสุกรและ ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดินในห้องปฏิบัติการ และพื้นที่การเกษตรที่มีการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเพื่อการปลูกอ้อย ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร และมูลสุกร

เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรได้แก่ค่า BOD, COD, EC และTDS และปริมาณของธาตุอาหารพืชทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเป็นการศึกษาผลของการปนเปื้อนของโลหะหนักทองแดง (Cu) ในน้ำเสียที่ทดลองร่วมกับดินสองชุดดินที่ใช้ในการทดลองคือ ชุดดินน้ำพอง และชุดดินร้อยเอ็ด เพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อชุดดินที่แตกต่างกัน โดยผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1.1 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีน้ำทิ้งฟาร์มสุกร ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD) ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณธาตุไนโตรเจน ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร และปริมาณของสารละลายทั้งหมด พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในระดับด่างอ่อนๆ ค่าบีโอดี(Biochemical Oxygen Demand : BOD) และค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD) มีค่าอยู่ในช่วงที่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ระดับ 4.5 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตรและปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในน้ำทิ้งฟาร์มสุกรมีค่าประมาณ 0.048% และ42.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และปริมาณของสารละลายทั้งหมดในน้ำทิ้งฟาร์มสุกรมีค่าประมาณ 3,950 มิลลิกรัมต่อลิตรดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติของน้ำทิ้งฟาร์มสุกร

Parameter	Value
pH	7.8 ± 0.07
BOD (mg/L)	467 ± 50.00
COD(mg/L)	320 ± 25.00
Electrical Conductivity (EC, ds/m)	4.5 ± 0.10
Total N (%)	0.048 ± 0.004
Total P (mg/L)	42.07 ± 0.10
TDS (mg/L)	3950 ± 120.00

4.1.2 การปนเปื้อนของโลหะหนักทองแดง (Cu) ในดินชุดต่างๆ

จากการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักทองแดง (Cu) ในดินชุดต่างๆ ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของชุดดินที่ใช้ในการทดลองทั้งสองชุดดินคือชุดดินน้ำพอง และชุดดินร้อยเอ็ด ก่อนการทดลองการปนเปื้อนของโลหะหนักทองแดงในชุดดินที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลดังนี้

(1) จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินสองชุดดินคือชุดดินน้ำพอง (Ng) และชุดดินร้อยเอ็ด (Re) ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าการนำกระแสไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินทั้งสองคือชุดดินน้ำพอง (Ng) และชุดดินร้อยเอ็ด (Re) นั้นมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในชุดดินร้อยเอ็ดจะมีค่าสูงกว่าในชุดดินน้ำพองซึ่งหมายถึงในชุดดินร้อยเอ็ดมีความเป็นกรดน้อยกว่าในชุดดินน้ำพอง ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) ในชุดดินน้ำพองนั้นจะมีค่าที่น้อยกว่าในชุดดินร้อยเอ็ดซึ่งในชุดดินร้อยเอ็ดนั้นมีปริมาณของอนุภาค clay อยู่มากกว่าในชุดดินน้ำพองจึงทำให้สามารถที่จะยึดจับ และแลกเปลี่ยนได้มากกว่า ฉะนั้นจึงสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) ที่มีค่าค่อนข้างต่ำในทั้งสองชุดดินแต่ในชุดดินร้อยเอ็ดนั้นจะมีค่าอินทรียวัตถุที่มากกว่าในชุดดินน้ำพอง ค่าการนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) จะอยู่ในช่วง 0.06-0.19 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K)และ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้(exchangeable Na)

ในทั้งสองชุดดินนั้นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ ในชุดดินร้อยเอ็ดนั้นจะมีค่ามากกว่าในชุดดินน้ำพองตามลำดับ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)นั้น ในชุดดินน้ำพองจะมีค่ามากกว่าในชุดดินร้อยเอ็ด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและ คุณสมบัติทางกายภาพของชุดดินร้อยเอ็ดและชุดดินน้ำพอง

Parameter	Soil series	
	Roi ed (Re)	**Nampong (Ng)**
Chemical properties		
pH	5.13	4.29
OM (%)	1.13	0.44
EC (ds/m)	0.06	0.19
Total N (%)	0.03	0.01
Available P (mg/Kg)	4.71	5.63
Extracable K (mg/Kg)	42.63	21.17
Extracable Na (mg/Kg)	12.11	1.23
CEC (me/100g DW)	9.95	3.96
Physical properties		
% sand	76.89	85.61
% silt	12.98	6.98
% clay	10.13	7.41
Texture class	Sandy loam	Loamy sand

(2) จากการศึกษาปริมาณทองแดง (Cu) ในดิน 2 ชุดดินคือ ชุดดินร้อยเอ็ด (Re) และชุดดินน้ำพอง (Ng) จากการเตรียมทองแดง เริ่มต้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมร่วมกับการใช้น้ำทิ้งฟาร์มสุกร พบว่า ความสามารถในการที่จะลดปริมาณของทองแดงในพื้นที่ดินที่มีการผสมหรือปนเปื้อนทองแดงตั้งต้นแล้วนั้น ผลสรุปได้ว่าในชุดดินร้อยเอ็ดซึ่งเป็นชุดดินที่มีปริมาณของอนุภาค clay ที่มากกว่าในชุดดินน้ำพองจะมีความสามารถในการลดหรือบำบัดให้ปริมาณของทองแดงที่มีอยู่นั้นลดลงได้ดีกว่าในชุดดินน้ำพองซึ่งแปรผันกับปริมาณของอินทรียวัตถุของชุดดินทั้งสองที่อาจจะมีส่วนช่วยในการจับกับธาตุโลหะได้ดีเนื่องจากในชุดดินร้อยเอ็ดนั้นมีปริมาณของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

อนุภาคclay ที่มีมากกว่าในชุดดินน้ำพองจึงทำให้เกิดการดูดยึดอนุภาคของโลหะได้มากกว่า ดังนั้น เมื่อผ่านกระบวนการชะจากสารละลายทองแดงในการทดลองจึงทำให้ปริมาณของทองแดงในชุดดินน้ำพองถูกปลดปล่อยออกมากับน้ำชะในกระบวนการมากกว่าในชุดดินร้อยเอ็ด เป็นผลทำให้ปริมาณของทองแดงในน้ำชะของชุดดินน้ำพองนั้นมีค่าของปริมาณทองแดงที่มากกว่าในชุดดินร้อยเอ็ด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณทองแดง(Cu)ในดินและน้ำชะในชุดดินที่แตกต่างกันภายหลังจากการใช้ร่วมกับการใช้น้ำทิ้งฟาร์มสุกร

	ความเข้มข้นของทองแดง		%การกระจายตัวของทองแดงในดินและน้ำชะ	
	ร้อยเอ็ด (Re)	น้ำพอง (Ng)	ร้อยเอ็ด (Re)	น้ำพอง (Ng)
ดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	5.758	4.030	52.6 %	30.6%
น้ำชะทองแดงผ่านดิน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.183	9.154	47.3 %	69.4%

*ความเข้มข้นของทองแดงในน้ำทิ้งฟาร์มสุกร = 0.05-0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นของทองแดงในมูลสุกร = 284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.2 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดิน

แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งส่วนแรกเป็นการศึกษาในภาคสนาม ได้แก่ การศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินในดินพื้นที่ที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ และการศึกษามวลชีวภาพจุลินทรีย์ และการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตกับความหวานของต้นอ้อย ในส่วนที่สองเป็นการศึกษาภายในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งของฟาร์มสุกรต่อระบบนิเวศดิน โดยทำการศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินในดิน2 ชุดดินคือ ชุดดินน้ำพอง(Ng) และชุดดินร้อยเอ็ด(Re) ร่วมกับสารละลายทองแดงในอัตราส่วนที่แตกต่างกันที่ 2 ระยะเวลาคือ 24และ120 ชั่วโมง และการศึกษาการหลีกเลี่ยงสารพิษ(ทอแดง)ของไส้เดือนดิน และการศึกษาพิษเฉียบพลันของทองแดงต่อแมลงหางดีด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การศึกษาในภาคสนาม มีดังนี้

(1) การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำกระแสไฟฟ้า(Electrical Conductivity, EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ(Organic matter, OM) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange

Capacity, CEC) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(total nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(exchangeable K) และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้(exchangeable Na) พบว่า ปริมาณของค่าต่างๆของคุณสมบัติทางเคมีในพื้นที่ดินแปลงอ้อยทดลองที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นจะมีปริมาณของค่าคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ดีกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ดังนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรจะมีค่าความเป็นกรดที่สูงกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยควบคุมที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งเล็กน้อยซึ่งทั้งสองพื้นที่อยู่ในช่วงของกรดปานกลางถึงกรดอ่อน ค่าการนำกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรจะมีค่าที่น้อยกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยควบคุมที่ไม่ได้รับน้ำทิ้ง ปริมาณของอินทรียวัตถุในพื้นที่ดินแปลงอ้อยทั้งสองมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันแต่ในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นมีค่ามากกว่าเล็กน้อย ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) เนื่องจากได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรพื้นที่ดินแปลงที่ทำการทดลองจึงมีค่ามากกว่าพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้ง และยังรวมไปถึงธาตุอาหารหลักของพืชที่ทำการวิเคราะห์อีกด้วยซึ่งก็คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณธาตุโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรและแปลงอ้อยควบคุม

Parameter	พื้นที่ศึกษา	
	ดินแปลงอ้อยควบคุม	ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร
pH	5.32 ± 0.030[a]	6.4 ± 0.040[a]
EC(ds/m)	0.19 ± 0.010[a]	0.73 ± 0.030 [b]
OM(%)	0.87 ± 0.076[a]	0.94 ± 0.011[a]
CEC(me/100g)	2.80 ± 0.180[a]	3.5 ± 0.236 [b]
Total N (%)	0.01 ± 0.002[a]	0.02 ± 0.001[a]
Available P (mg/Kg)	5.63 ± 0.200[a]	6.72 ± 0.461[a]
Extracable K (mg/Kg)	21.87 ± 0.900[a]	410 ± 8.632 [b]
Extracable Na (mg/Kg)	1.50 ± 0.07[a]	47 ± 1.745 [b]

*ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงค่าที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

(2) การศึกษาปริมาณทองแดงในตัวอย่างพื้นที่ดินแปลงอ้อยและน้ำทิ้งฟาร์มสุกร

จากการศึกษาปริมาณทองแดง (Cu) ในตัวอย่างพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา และน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร พบว่าปริมาณของทองแดงของพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งนั้น มีค่าของปริมาณทองแดงที่ใกล้เคียงกัน แต่ในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นจะมีปริมาณของทองแดงที่มากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้น้ำทิ้งฟาร์มสุกรเล็กน้อย และปริมาณของทองแดงในน้ำทิ้งฟาร์มสุกรนั้นในทั้งสองส่วนคือน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดนั้นมีค่าปริมาณของทองแดงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณของทองแดงในมูลของสุกรที่มีค่ามากถึง 284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของสุพจน์ และศุภเกียรติ (2548) พบว่า Cu ในมูลสุกรขุนและมูลสุกรพันธุ์อยู่ในช่วง 133-391 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 135-330 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งในส่วนของน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัดซึ่งเป็นระบบบ่อผึ่งตามธรรมชาตินั้นมีปริมาณของทองแดงที่มากกว่าในส่วนของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดถึง 10 เท่าตัว ดังแสดงไว้ในตารางที่10

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณทองแดงในตัวอย่างดิน และน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

ตัวอย่าง	ปริมาณ Cu ที่พบในตัวอย่างน้ำและดิน
ดินแปลงอ้อยควบคุม	1.19 mg/kg
ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	2.37 mg/kg
น้ำทิ้งเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	0.17 mg/L
น้ำทิ้งออกจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ	0.017 mg/L

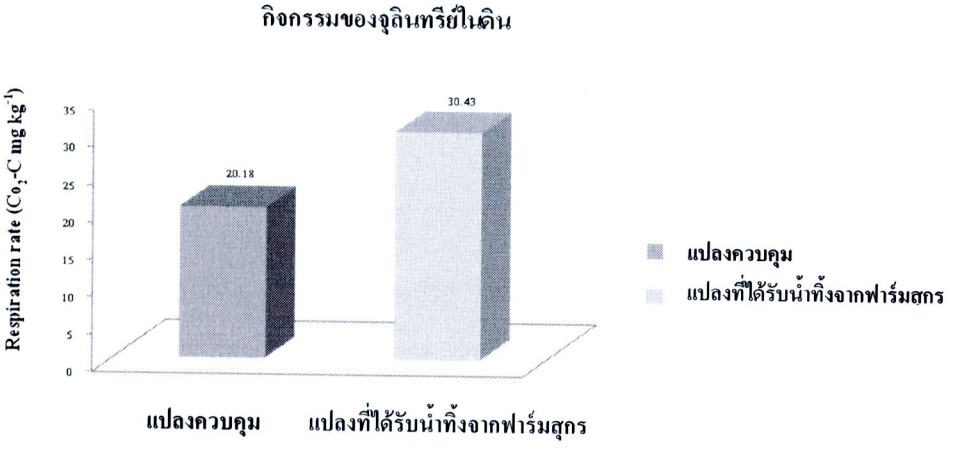
(3) การศึกษาผลของการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน

จากการศึกษากิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา พบว่า อัตราของกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินจากการวัดการหายใจของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษานั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งในพื้นที่ดินแปลงอ้อยได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นมีค่าของกิจกรรมจุลินทรีย์ที่มากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งฟาร์มสุกร เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต และปริมาณของ

อินทรียวัตถุซึ่งในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรก็มีค่ามากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งฟาร์มสุกรเช่นกันตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังที่แสดงไว้ใน ตารางแสดงผลที่ 11 และภาพที่ 7

ตารางที่ 11 แสดงค่ากิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ดิน

พื้นที่	ค่ากิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ดิน (CO_2-(mg kg^{-1}))
แปลงอ้อยควบคุม	20.18±3.411
แปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	30.43±21.03
F-Test	ns
CV(%)	59.54



ภาพที่ 7 แสดงกิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ในดินในพื้นที่แปลงอ้อยที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างใช้และไม่ใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

(4) การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศดินในพื้นที่ที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรกับพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศดินของพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา พบว่า ค่าความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดินของพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นมีปริมาณที่มากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งฟาร์มสุกรอยู่เล็กน้อย แต่ทั้งสองพื้นที่นั้นไม่แตกต่างกันในเชิงสถิติ ซึ่งถ้าหากมีปริมาณค่าความหลากหลายยิ่ง

มีค่าเข้าใกล้ 1 ก็จะแสดงถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากในพื้นที่นั้นๆ ทั้งนี้จากการศึกษาคาดว่าอาจเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตก็หมายถึงระบบนิเวศดินบริเวณนั้นๆมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่มากขึ้นด้วย โดยทั้งนี้อาจเนื่องมากจากปริมาณของอินทรียวัตถุในพื้นที่ด้วย ซึ่งในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรนั้นมีค่ามากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่าความหลากหลายทางชีวภาพในดินในพื้นที่ที่มีการใช้และไม่ใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

พื้นที่	ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดิน
แปลงอ้อยควบคุม	0.55±0.03
แปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	0.79±0.03
F-Test	Ns
CV(%)	3.84

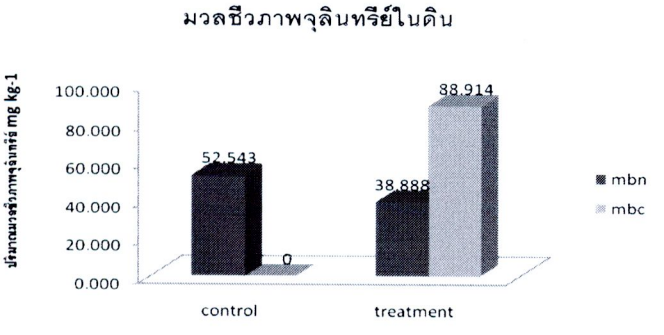
(5) การศึกษามวลชีวภาพจุลินทรีย์

จากการศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งฟาร์มสุกรต่อมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินที่ศึกษาในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งมีปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน จากการศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งฟาร์มสุกรต่อมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (microbial biomass carbon; MBC) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (microbial biomass nitrogen; MBN) แสดงให้เห็นว่า MBC ของพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (MBC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.914 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมแต่ในขณะที่พื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรมีค่าน้อยจนไม่สามารถตรวจพบได้ จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (MBN)ในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งฟาร์มสุกรนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

38.888 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.543 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังที่แสดงไว้ในตารางแสดงผลที่ 13 และภาพที่ 8

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพจุลินทรีย์ในดินในพื้นที่ที่มีการใช้และไม่ใช้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

พื้นที่	MBC	MBN
แปลงอ้อยควบคุม	nd	52.543±5.84
แปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	88.914±31.9	38.888±11
F-test	**	Ns
CV (%)	50.73	19.29



ภาพที่ 8 แสดงปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ในดินของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

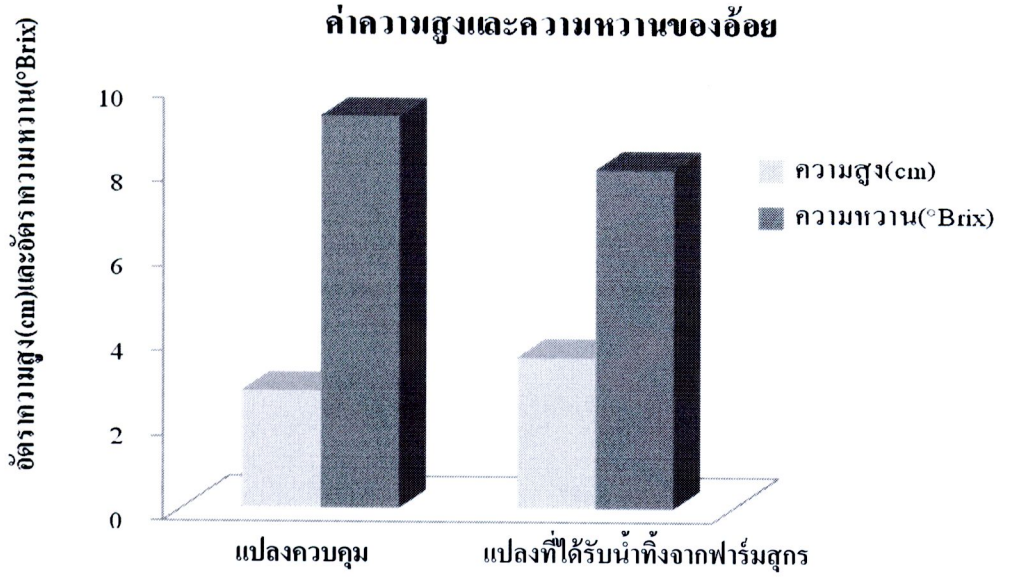
(6) การศึกษาผลจากการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นอ้อยและค่าความหวานของอ้อย

ผลของน้ำทิ้งฟาร์มสุกรต่อความสูง และความหวานของต้นอ้อย เป็นการศึกษาผลของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรต่อการเจริญเติบโตของต้นอ้อย และความหวานของอ้อยว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรในพื้นที่ที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร และในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร จากการศึกษาค่าความสูง และค่าความหวานของต้นอ้อยในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา พบว่า พื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษานั้นค่าความสูงของต้นอ้อยมีความแตกต่างกัน คือพื้นที่ดินแปลงอ้อยได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีการเจริญเติบโตของต้นอ้อยที่มากกว่าในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกร ซึ่งในส่วนของความหวานทั้งพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้ง

จากฟาร์มสุกร และพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ปราศจากน้ำทิ้งนั้นไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 และภาพที่ 9

ตารางที่ 14 แสดงค่าความสูง และความหวานของต้นอ้อยในพื้นที่ดินแปลงอ้อยที่ทำการศึกษา

พื้นที่	ความสูง (M)	ความหวาน (° brix)
แปลงอ้อยควบคุม	2.786 ± 0.25[a]	9.3 ± 3.9
แปลงอ้อยที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร	3.582 ± 0.01[b]	8.05 ± 2.2
F-Test	*	Ns
CV(%)	5.92	36.83



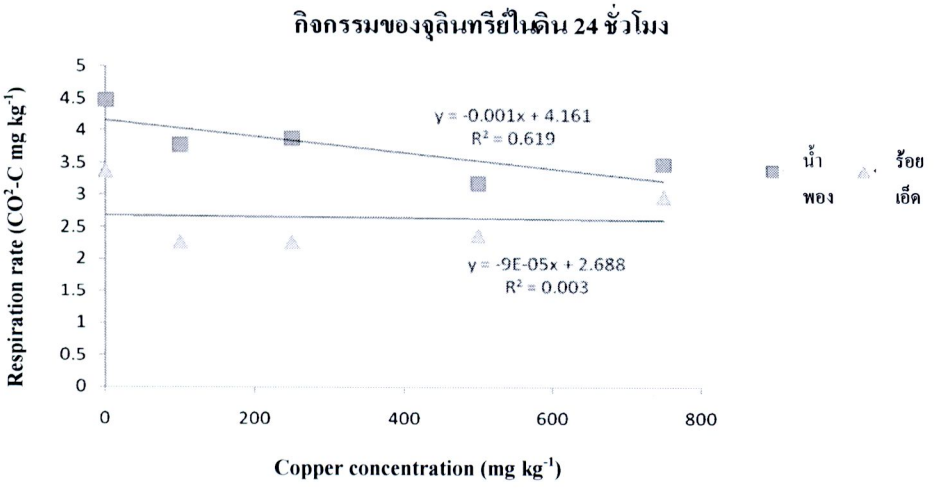
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่าความสูง และความหวานของต้นอ้อยในแปลงทดลองที่ได้รับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรเทียบกับแปลงที่ไม่ได้รับน้ำทิ้ง

4.2.2 การศึกษาภายในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

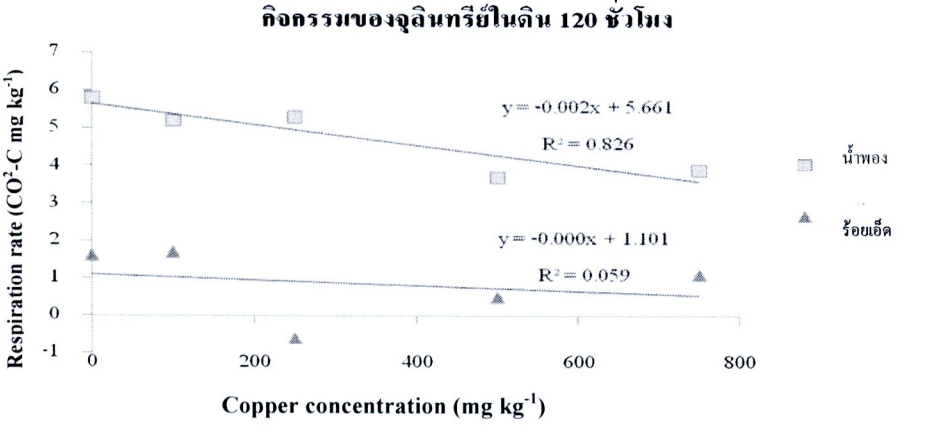
(1) ศึกษาผลของการปนเปื้อนของทองแดงในดินระดับต่างๆที่มีต่อกิจกรรมการหายใจของจุลินทรีย์ดิน

จากการศึกษากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ระดับความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ที่แตกต่างกันของดิน 2 ชุดดินคือ ชุดดินร้อยเอ็ด (Re) และชุดดินน้ำพอง (Ng) ใน 2

ช่วงเวลา คือ 24 ชั่วโมง และ 120 ชั่วโมง พบว่า กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินนั้นมีอัตราการลดลงตามระดับความเข้มข้นของปริมาณทองแดงที่เพิ่มมากขึ้นในชุดดินน้ำพองในทั้งสองช่วงเวลาคือ 24 และ 120 ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างกันกับในชุดดินร้อยเอ็ดที่กิจกรรมจุลินทรีย์มีแนวโน้มที่คงตัวในช่วง 24 ชั่วโมงแรก และเริ่มลดลงตามปริมาณความเข้มข้นของทองแดงที่เพิ่มมากขึ้นในช่วง 120 ชั่วโมง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 และ 11



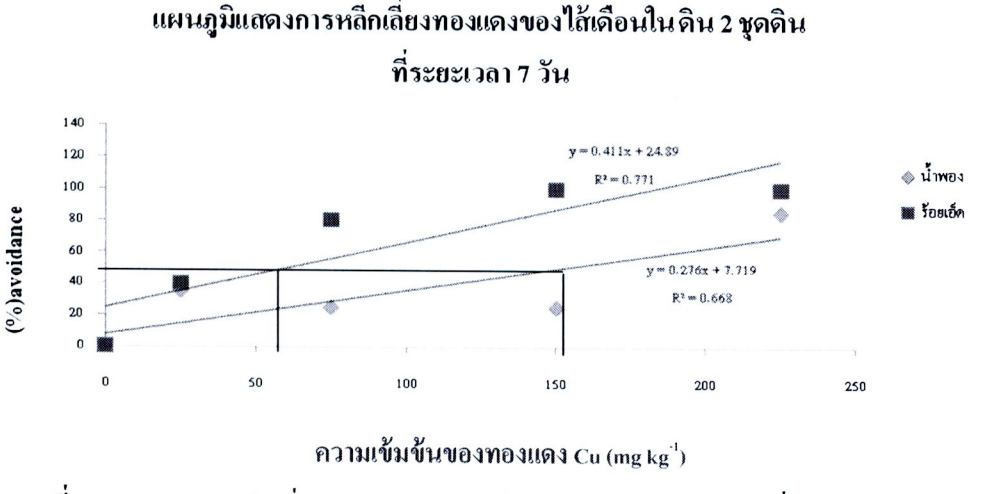
ภาพที่10 แสดงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ระดับความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ที่แตกต่างกันของดิน2 ชุดดินคือ ร้อยเอ็ด(Re) และ น้ำพอง(Ng) ในระยะเวลา 1 วัน



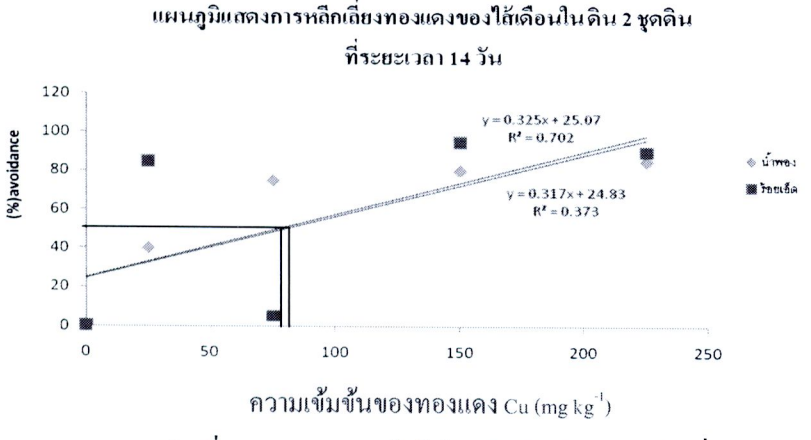
ภาพที่ 11 แสดงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ระดับความเข้มข้นของทองแดง (Cu) ที่แตกต่างกันของดิน2 ชุดดินคือ ร้อยเอ็ด(Re) และ น้ำพอง(Ng) ในระยะเวลา 5 วัน

(2) การศึกษาการหลีกเลี่ยงสารพิษ

จากการศึกษาการหลีกเลี่ยงทองแดง (Cu) ของไส้เดือนดิน 2 ชุดดินคือ ชุดดินร้อยเอ็ด (Re) และชุดดินน้ำพอง (Ng) ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันคือ ที่ระยะเวลา 7 วัน และ 14 วัน คือที่ระยะเวลา 7 วันในชุดดินน้ำพองที่ระดับ 50 % พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงสารพิษของไส้เดือนดิน (EC_{50}) มีค่าเท่ากับ 153.19 กรัมต่อกิโลกรัมดิน ส่วนในชุดดินร้อยเอ็ดที่ระดับ 50 % พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงสารพิษของไส้เดือนดิน (EC_{50}) มีค่าเท่ากับ 61.09 กรัมต่อกิโลกรัมดินและที่ระยะเวลา 14 วันในชุดดินน้ำพองที่ระดับ 50 % พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงสารพิษของไส้เดือนดิน (EC_{50}) มีค่าเท่ากับ 79.4 กรัมต่อกิโลกรัมดินส่วนในชุดดินร้อยเอ็ดที่ระดับ 50 % พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงสารพิษของไส้เดือนดิน (EC_{50}) มีค่าเท่ากับ 76.7 กรัมต่อกิโลกรัมดินซึ่งค่าดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าทองแดงในดินร้อยเอ็ดมีผลต่อพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงสารพิษมากกว่าในชุดดินน้ำพอง ทั้งสองระยะเวลาคือ 7 และ 14 วัน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 12 และ 13



ภาพที่ 12 แสดงการหลีกเลี่ยงทองแดงของไส้เดือนดินในดิน 2 ชุดดินที่ระยะเวลา 7 วัน

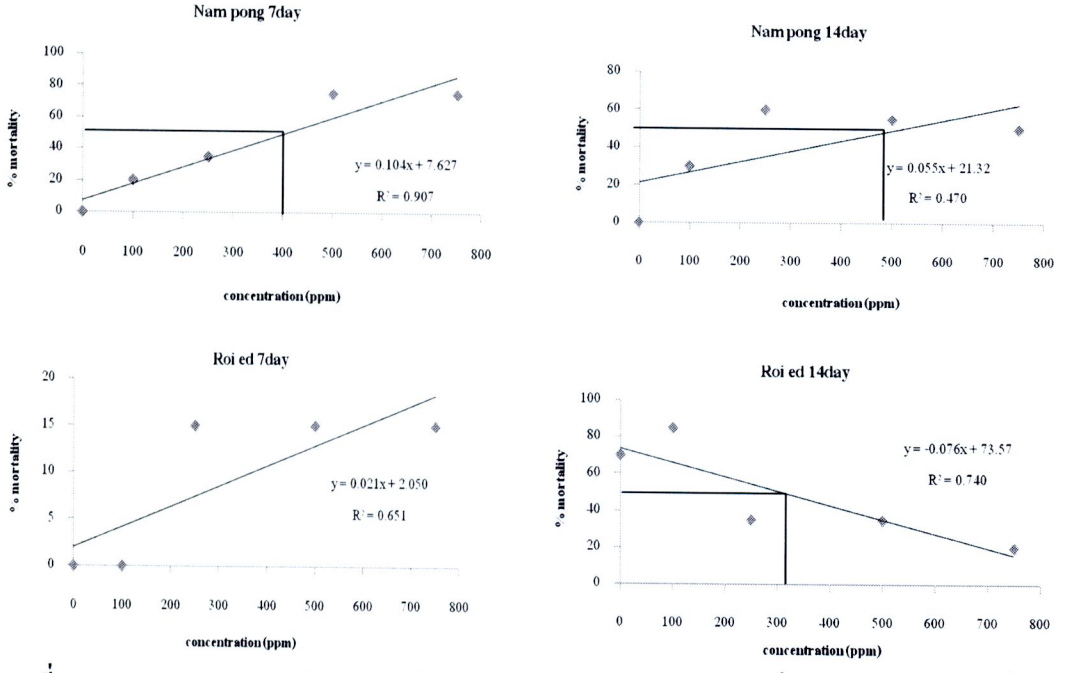


ภาพที่ 13 แสดงการหลีกเลี่ยงทองแดงของไส้เดือนดินในดิน 2 ชุดดินที่ระยะเวลา 14 วัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) การศึกษาพิษเฉียบพลัน

จากการศึกษาการทดสอบพิษเฉียบพลันของทองแดง (Cu) ต่อแมลงหางดีดในดินสองชุดดิน คือ ชุดดินร้อยเอ็ด (Re) และชุดดินน้ำพอง (Ng) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้ง ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันคือ ที่ระยะเวลา 7 วัน และ 14 วัน พบว่า ที่ช่วงระยะเวลา 7 วันในชุดดินร้อยเอ็ดนั้นเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้งไม่มีความแตกต่างกันกับเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้ง และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้งไม่มีความแตกต่างกัน แต่เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 0 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้งมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นที่ระดับ 250, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้ง ที่ช่วงระยะเวลา 14 วันเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีด กลับเพิ่มสูงขึ้นในระดับความเข้มข้นที่น้อยและเปอร์เซ็นต์การตายที่น้อยลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น ในส่วนของชุดดินน้ำพองที่ช่วงระยะเวลา 7 วัน นั้นเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้งมีความแตกต่างกันกับเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดในทุกระดับความเข้มข้น และที่ช่วงระยะเวลา 14 วันเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีด ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างกันคือเพิ่มสูงขึ้นในระดับ 0 – 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้ง และจะลดลงเล็กน้อยที่ระดับ 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินแห้งตามลำดับ และถ้าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหางดีดที่ช่วงระยะเวลา 7 วันของทั้งสองชุดดินมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันคือเปอร์เซ็นต์การตายจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น แต่ในช่วงระยะเวลา 14 วัน เปอร์เซ็นต์การตายของชุดดินน้ำพองกับชุดดินร้อยเอ็ดกลับมีแนวโน้มที่ส่วนทางกัน ดังได้แสดงไว้ในภาพที่ 14a, b, c และd ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอัตราการตายของแมลงหางดีดที่ระดับ 50% (LC_{50}) ดังนี้ 407.43, 521.45, 2283.33, 310.13 กรัมต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ



ภาพที่14 แสดงการทดสอบพิษเฉียบพลันของทองแดงต่อแมลงหางดีดที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันในสองชุดดิน a คือชุดดินน้ำพองที่ 7 วัน, b คือชุดดินน้ำพองที่ 14 วัน, c คือชุดดินร้อยเอ็ดที่ 7 วัน และ d คือชุดดินร้อยเอ็ดที่ 14 วัน