บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาและติดตามปริมาณซาลโมเนลลา

เมื่อน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนซาลโมเนลลาเข้าสู่ระบบบำบัด ก็จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนซาลโมเนลลาที่ระบบบำบัดส่วนต่างๆรวมทั้งในกากตะกอนขึ้น ซึ่งในการศึกษาปริมาณซาลโมเนลลาจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานบำบัดน้ำเสียชุมชนห้วยขวาง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1 ปริมาณซาลโมเนลลาในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด และในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

วิธีการตรวจวัดปริมาณซาลโมเนลลาใช้วิธี MPN (Most Probable Number Technique) พบว่ามีปริมาณซาลโมเนลลาในน้ำทิ้งก่อนการบำบัดเป็น 9 (เซลล์ ต่อ 100 มิลลิลิตร) พีเอช 7.09 และในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วพบปริมาณซาลโมเนลลา 6 (เซลล์ ต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ พีเอช 6.61 **(ตารางที่ 4.1)** ทั้งนี้ ปริมาณซาลโมเนลลาและพีเอชในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วต่ำกว่าในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด

ตารางที่ 4.1 ปริมาณซาลโมเนลลา พีเอช ในน้ำทิ้งก่อนการบำบัด และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

แหล่งที่เก็บตัวอย่าง	เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร	พีเอช
1. น้ำทิ้งก่อนการบำบัด	9	7.09
2. น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว	6	6.61

2 ปริมาณซาลโมเนลลาในกากตะกอนเมื่อทำการตากกลางแจ้ง

จาก**ตารางที่ 4.2** พบว่า ปริมาณซาลโมเนลลา เปอร์เซ็นต์ความชื้น และพีเอช มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มเวลาในการตากกากตะกอนในที่กลางแจ้ง โดยพบว่าปริมาณซาลโมเนลลาในช่วง 1 วันแรกลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วจาก 84 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร เป็น 17 เซลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดจำนวนลงจนกระทั่งในวันที่ 7 ก็ไม่สามารถตรวจพบซาลโมเนลลา

I 17204537

ส่วนค่า พีเอช ของกากตะกอนที่ระยะเวลาการตากกากตะกอนต่างๆ พบว่า ค่าพีเอช ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4 วันแรก คือลดลงจาก 8.43 ในวันแรกเหลือ 6.88 ในวันที่ 4 ซึ่งค่าพีเอชลดลงจากเดิมเท่ากับ 1.55 แล้วค่าพีเอชจะเริ่มคงที่ในวันที่ 5 ของการตากกากตะกอน โดยค่าพีเอชในช่วงคงที่นี้จะมีค่าประมาณ 6.6 และสำหรับวันที่ 7 ของการตากกากตะกอนซึ่งตรวจไม่พบซาลโมเนลลาแล้ว พบว่ามีค่าพีเอชเท่ากับ 6.65 โดยค่าพีเอชลดลงจากเมื่อเริ่มต้นทดลองเท่ากับ 1.78

เมื่อพิจารณาที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นของกากตะกอนพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรกซึ่งลดลงเท่ากับ 526 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นเป็น 654 เมื่อตากกากตะกอนเป็นเวลา 1 วัน เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงเหลือ 450 และลดลงอีกอย่างรวดเร็ว โดยในวันที่ 2 ของการตากกากตะกอนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงเหลือ 312 และในวันที่ 3 ของการตากกากตะกอนเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงเหลือ 128 ซึ่งหลังจากวันที่ 3 ของการตากกากตะกอน พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆและคงที่ในวันที่ 7 ซึ่งจะเหลือเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกากตะกอนเพียง 2 และตรวจไม่พบซาลโมเนลลา

ตารางที่ 4.2 ปริมาณซาลโมเนลลา พีเอช และเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกากตะกอนเมื่อทำการตากกลางแจ้ง

เวลาในการตากกากตะกอน (วัน)	เซลล์ต่อกรัมดิน	พีเอช	ความชื้น (%) โดยน้ำหนักแห้ง
0	84	8.43	654
1	17	8.18	450
2	20	7.57	312
3	3	7.08	128
4	4	6.88	30
5	9	6.62	4
6	5	6.64	4
7	0	6.65	2
8	0	6.59	2

การศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน

การศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน มีความจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยพื้นฐานที่บ่งบอกถึง ศักยภาพความเป็นประโยชน์ของกากตะกอน โดยทำการศึกษาลักษณะสมบัติของดิน และสิ่งทดลองเบื้องต้นก่อน ทั้งนี้สิ่งทดลองที่ใช้เติมลงดินได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน หลังจากนั้นจึงศึกษากิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่เกิดขึ้นภายหลังเติมกากตะกอนเปรียบเทียบกับกิจกรรมจุลินทรีย์ดินที่เกิดขึ้นเมื่อเติมโลหะหนักในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ดินในปริมาณเทียบเท่ากับในกากตะกอน นอกจากนี้ยังศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินที่เกิดขึ้นเมื่อเติมสิ่งทดลองในอัตราเติมเท่ากัน โดยสิ่งทดลองที่เปรียบเทียบคือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน ทั้งนี้การศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินจะทำการศึกษาเปรียบเทียบในดินต่างชนิดกัน คือ ดินเหนียว และดินร่วน ส่วนพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นดัชนีหนึ่งที่บอกถึงกิจกรรมจุลินทรีย์ และวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนซึ่งเป็นดัชนีหนึ่งที่บอกถึงสภาวะการย่อยสลายอินทรีย์สาร พีเอช และวิเคราะห์ชีวมวลโดยศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ดิน และปริมาณโลหะหนักในรูปที่เป็นประโยชน์ ซึ่งจะไปมีผลกระทบโดยตรงต่อจุลินทรีย์ดิน

1 ลักษณะสมบัติของดินและสิ่งทดลองก่อนการทดลอง

ก. ลักษณะสมบัติของดินและสิ่งทดลองก่อนการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมีของดิน และสิ่งทดลองที่ใช้ผสมดินแสดงไว้ใน **ตารางที่ 4.3** ซึ่งพบว่าในดินเหนียว และดินร่วนที่นำมาทดลองมีความแตกต่างกัน คือดินเหนียวมีพีเอช 7.45 ขณะที่ดินร่วนมีพีเอช 6.86 ส่วนอินทรีย์คาร์บอนในดินร่วนมีมากกว่าดินเหนียวอยู่ประมาณ 16 เท่า ส่วนอินทรีย์ไนโตรเจนมีค่าต่างกันเล็กน้อย โดยในดินเหนียวมีค่าอินทรีย์ไนโตรเจนเป็น 0.12 เปอร์เซ็นต์ และดินร่วนมีค่าอินทรีย์ไนโตรเจน 0.16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาโครงสร้างของดิน 2 ชนิดนี้ พบว่า มีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์ แซนด์ ซิลท์ และเคลย์ คือ ในดินเหนียวมีเปอร์เซ็นต์เคลย์สูงกว่าดินร่วนเกือบ 17 เท่า ในทางกลับกันก็พบว่า ดินร่วนมีเปอร์เซ็นต์แซนด์สูงกว่าดินเหนียวประมาณ 8 เท่า ส่วนเปอร์เซ็นต์ซิลท์ในดินสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 54.00 และ 49.36 เปอร์เซ็นต์ในดินเหนียวและในดินร่วนตามลำดับ

ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้เติมลงในดินอัน ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน พบว่า มีค่าพีเอชเป็น 4.54 6.40 และ 6.44 ตามลำดับ ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนพบว่าในกากตะกอนมีค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนสูงสุดคือ 17.70 รองลงมาคือ ปุ๋ยอินทรีย์มีค่าเปอร์เซ็นต์

อินทรีย์คาร์บอนเป็น 13.54 และปุ๋ยเคมีมีค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุดคือ 3.59 ขณะที่กากตะกอนและปุ๋ยอินทรีย์มีค่าอินทรีย์ไนโตรเจนเป็น 1.82 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ลักษณะสมบัติของดิน และสิ่งทดลองที่ใช้ทดลอง

พารามิเตอร์	ชนิดดิน		สิ่งทดลอง		
	ดินเหนียว	ดินร่วน	ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยอินทรีย์	กากตะกอน
พีเอช (อัตราส่วน 1 : 10)	7.45	6.86	4.54	6.40	6.44
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.85	1.36	1.14	13.54	17.70
อินทรีย์ไนโตรเจน (%)	0.12	0.16	3.59	1.35	1.82
แซนด์ (%)	5.96	48.60	-	-	-
ซิลท์ (%)	54.00	49.36	-	-	-
เคลย์ (%)	40.04	2.04	-	-	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์

ข. ปริมาณโลหะหนักของสิ่งทดลองและดิน

การใช้ 0.005 M DTPA เป็นสารสกัดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในรูปสารละลายจากสิ่งทดลอง (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน) และดินก่อนทำการทดลอง **(ตารางที่ 4.4)** ได้ผลดังนี้คือ พบปริมาณแคดเมียมมากที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.64 พีพีเอ็ม รองลงมาคือแคดเมียมในกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.84 พีพีเอ็ม และในปุ๋ยเคมีมีค่าเท่ากับ 0.48 พีพีเอ็ม ส่วนในดินพบว่า มีปริมาณแคดเมียมน้อยมาก คือ 0.029 พีพีเอ็ม ในดินเหนียว และ 0.047 พีพีเอ็ม ในดินร่วน ตะกั่วเป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่พบว่า มีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 4.74 พีพีเอ็ม ขณะที่ปุ๋ยเคมี กากตะกอน ดินเหนียว และดินร่วน มีปริมาณตะกั่วเป็น 0.27 0.89 1.37 และ 1.67 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ส่วนทองแดงพบว่า มีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ เช่นกัน โดยมีค่าเป็น 133.60 พีพีเอ็ม รองลงมา คือในกากตะกอน พบปริมาณทองแดงเป็น 25.60 พีพีเอ็ม ซึ่งในปุ๋ยเคมี ดินเหนียว และดินร่วน มีปริมาณทองแดงต่ำ โดยพบว่ามีปริมาณทองแดงเป็น 2.02 5.33 และ 7.97 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

โลหะหนักที่พบว่ามีปริมาณมากในกากตะกอนคือ สังกะสี ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 530.00 พีพีเอ็ม ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณมากรองลงมาคือ 400.00 พีพีเอ็ม ขณะที่ปุ๋ยเคมี ดินเหนียว

และดินร่วนมีสังกะสีในปริมาณต่ำ คือ 9.80 13.67 และ 31.67 พีพีเอ็มตามลำดับ นิเกิลเป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่มีมากที่สุดในกากตะกอน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งมีค่าเป็น 13.18 พีพีเอ็ม รองลงมาคือ ปริมาณนิเกิลสกัดจากปุ๋ยอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 1.64 พีพีเอ็ม ส่วนในปุ๋ยเคมีมีนิเกิลเพียง 0.18 พีพีเอ็ม ขณะที่ในดินเหนียวมีนิเกิล 0.92 พีพีเอ็ม และในดินร่วนมีนิเกิล 0.64 พีพีเอ็ม

โลหะหนักที่พบว่ามีปริมาณมากในดิน คือ เหล็ก และแมงกานีส ทั้งนี้พบว่าในดินเหนียวมีเหล็กเท่ากับ 100.00 พีพีเอ็ม และดินร่วนมีเหล็ก 143.33 พีพีเอ็ม ขณะที่สิ่งทดลองซึ่งได้แก่ ปุ๋ยเคมี และกากตะกอนมีเหล็กเท่ากับ 73.64 14.54 และ 39.91 พีพีเอ็มตามลำดับ ส่วนแมงกานีสที่พบเป็นปริมาณมากในดินเหนียว และดินร่วนมีค่าเท่ากับ 48.33 และ 86.67 พีพีเอ็ม แต่พบแมงกานีสปริมาณน้อยในสิ่งทดลองคือ ปริมาณแมงกานีสในปุ๋ยเคมีเท่ากับ 3.69 พีพีเอ็ม ในปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 9.50 พีพีเอ็ม และในกากตะกอนมีแมงกานีสเท่ากับ 17.24 พีพีเอ็ม

ตารางที่ 4.4 ปริมาณโลหะหนัก (พีพีเอ็ม) จากดิน และสิ่งทดลองที่ใช้ทดลอง

ตัวอย่าง	ปริมาณโลหะหนัก (พีพีเอ็ม)*						
	แคดเมียม	ทองแดง	เหล็ก	แมงกานีส	นิเกิล	ตะกั่ว	สังกะสี
ปุ๋ยเคมี	0.48	2.02	73.64	3.69	0.18	0.27	9.80
ปุ๋ยอินทรีย์	2.64	133.60	14.54	9.50	1.64	4.74	400.00
กากตะกอน	0.84	25.60	39.91	17.24	13.18	0.89	530.00
ดินเหนียว	0.029	5.33	100.00	48.53	0.92	1.37	13.67
ดินร่วน	0.047	7.97	143.33	86.67	0.64	1.67	31.67

* สกัดด้วย 0.005 M DTPA

2 กิจกรรมจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายอินทรีย์สาร

การศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดิน โดยเก็บดินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์จากทุกหน่วยทดลอง เพื่อวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากดินตัวอย่างที่เก็บมา เป็นเวลา 96 ชั่งโมง ได้ผลการวัดปริมาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

ก. อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยจากดินเหนียว และดินร่วน ที่อัตราเติมสิ่งทดลอง 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

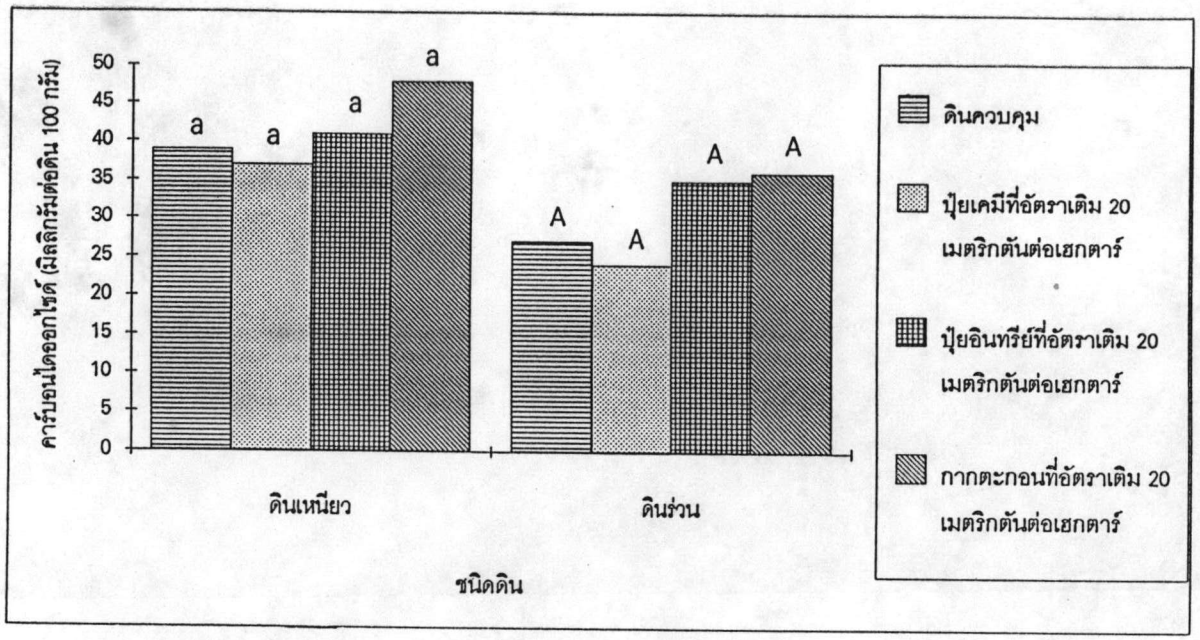
จากการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลองต่างๆอันได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ **(รูปที่ 4.1)** พบว่า ผลของการเติมสิ่งทดลองทั้งสามชนิดในดินเหนียวทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนมากที่สุด คือ 48.44 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม รองลงมาคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ 40.70 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด คือ 37.00 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม ในดินเหนียว แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแต่ละตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนที่อัตราเติมเดียวกันนี้ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองควบคุม

ส่วนผลของการเติมสิ่งทดลองทั้งสามชนิดในดินร่วน ได้ผลคล้ายคลึงกับการเติมสิ่งทดลองทั้งสามชนิดในดินเหนียว โดยพบว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนมากที่สุดคือ 35.63 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม รองลงมาคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ 35.00 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ 23.93 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแต่ละตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนที่อัตราเติมเดียวกันนี้ ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม

2) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยจากดินเหนียวและดินร่วน เมื่อเติมกากตะกอน 4 ระดับ

ในตำรับทดลองของดินเหนียว เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกากตะกอน 4 ระดับ จะมีแนวโน้มของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับทดลองของดินเหนียวที่อัตราเติมกากตะกอน 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ในระดับที่เติมลงดิน สำหรับปลูกพืชผักคือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งเป็นตำรับทดลองเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนด้วยกันเองพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมกากตะกอนแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ส่วนในดินร่วนพบว่า ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 ระดับ มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นตามอัตราเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับทดลองที่อัตรา



รูปที่ 4.1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ซึ่งเกิดจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง เฉลี่ยจากดินตัวอย่างที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ บ่มที่อุณหภูมิห้องและเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่เหมือนกันบนกราฟแท่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ตามวิธีของ DMRT

เติมกากตะกอน 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จะให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ในระดับที่เติมลงดินสำหรับปลูกพืชผัก (ตารางที่4.5)

นอกจากนี้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากแต่ละตำรับทดลองของดินเหนียว(ตารางที่4.6) และดินร่วน(ตารางที่4.7) ที่ระยะเวลาเก็บดินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากทุกตำรับทดลอง จะมีปริมาณการปลดปล่อยจากดินตัวอย่างที่เก็บทันที และสัปดาห์ที่ 2 สูง แล้วจะค่อยๆ ลดต่ำลงแล้วคงที่ ซึ่งเกิดขึ้นเช่นนี้ในทุกตำรับทดลอง และเกิดขึ้นทั้งในดินเหนียวและดินร่วน

เมื่อพิจารณาผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งรวมจากปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินทดลองเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมงโดยที่ดินทดลองนี้เก็บทุก 2 สัปดาห์ ภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่าจะให้ผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ ของแต่ละอัตราเติมกากตะกอนเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติมกากตะกอน โดยในดินเหนียว ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งรวมจากปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินทดลองเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีค่าเท่ากับ 435 432 525 และ 570 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัมตามลำดับ ส่วนในดินร่วน ที่อัตราเติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จะมีผลรวมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งรวมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ เท่ากับ 322 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม และที่อัตราเติมกากตะกอน 40 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับซึ่งรวมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ เท่ากับ 378 และ 456 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม ผลรวมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งรวมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ สูงสุดเป็นก๊าซจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อ เฮกตาร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 461 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม

นอกจากนี้ การเติมสิ่งทดลองได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน และสารละลายโลหะหนักในดินเหนียว (ตารางที่4.8) และดินร่วน (ตารางที่4.9) ยังพบว่า ระยะเวลาการทดลอง 16 สัปดาห์ ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในดินทั้ง 2 ชนิด จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าตำรับทดลองควบคุม และใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอนที่เท่ากัน คือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปลดปล่อยจากดินที่เก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ ใกล้เคียงกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์มาก โดยปรากฏในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง จากนั้นปริมาณก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์จะสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ จนสิ้นสุดการทดลอง 16 สัปดาห์ ซึ่งปรากฏทั้งในดินเหนียวและดินร่วน นอกจากนี้ ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในอัตราที่สูงกว่า จะมีแนวโน้มของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แต่ละเวลาเก็บดินตัวอย่างมากกว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในอัตราที่ต่ำกว่า

ส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แต่ละเวลา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักแต่ละระดับ จะพบว่าในช่วงเก็บตัวอย่างทันที ให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับดินควบคุม แต่เมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป โดยเฉพาะตั้งแต่สัปดาห์ที่ 14 จนสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ จะมีปริมาณมากกว่าดินควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินร่วน (**ตารางที่4.9**) ส่วนในดินเหนียว (**ตารางที่4.8**)ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากดินตัวอย่างที่เก็บในสัปดาห์ที่ 14 และ 16 ของตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ จะมีปริมาณใกล้เคียงกับดินควบคุม

3) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยจากดินเมื่อเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำรับทดลองที่มีการเติมสารละลายโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างตำรับทดลองที่เพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนักต่างๆ ไม่พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้ปรากฏในดินเหนียวและดินร่วน (**ตารางที่ 4.5**)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ซึ่งเกิดจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง เฉลี่ยจากดินตัวอย่างที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน 4 ระดับ และสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องและเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)	
	ดินเหนียว	ดินร่วน
ควบคุม	38.70[a]	27.07[a]
ปุ๋ยเคมีที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	37.00[a]	23.93[a]
ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	40.70[a]	35.00[ab]
กากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	48.44[ab]	35.63[ab]
กากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	47.96[ab]	41.93[bc]
กากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	58.41[b]	50.56[c]
กากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	63.22[b]	51.07[c]
สารละลายโลหะหนัก 20	41.04[a]	31.41[ab]
สารละลายโลหะหนัก 40	37.89[a]	28.89[ab]
สารละลายโลหะหนัก 60	37.44[a]	31.63[ab]
สารละลายโลหะหนัก 80	37.56[a]	32.59[ab]
F-value	3.24*	4.33*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณสารละลายโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ที่แต่ละเวลาเก็บตัวอย่างของแต่ละตำหรับทดลองซึ่งสร้างขึ้นจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ในเวลา 96 ชั่วโมง ในดินตัวอย่างที่เก็บทุกๆ 2 สัปดาห์ จากดินเหนียวที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

เวลาเก็บตัวอย่าง (สัปดาห์)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)										
	ดินควบคุม	ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	สารละลายโลหะหนัก 20	สารละลายโลหะหนัก 40	สารละลายโลหะหนัก 60	สารละลายโลหะหนัก 80
0	89.00^{f}	80.67^{f}	83.67^{e}	84.00^{d}	94.67^{d}	110.67^{d}	120.67^{e}	66.67^{f}	65.33^{f}	69.67^{e}	64.33^{f}
2	94.00^{e}	76.00^{f}	89.67^{f}	92.33^{e}	99.00^{d}	108.00^{d}	106.67^{d}	89.00^{g}	89.00^{g}	83.00^{f}	73.33^{g}
4	48.67^{d}	43.67^{e}	50.00^{d}	66.00^{c}	54.67^{c}	63.33^{c}	74.33^{c}	46.67^{e}	49.67^{e}	42.67^{d}	51.33^{e}
6	26.33^{c}	19.67^{b}	23.67^{b}	34.00^{b}	32.00^{b}	43.67^{b}	48.67	27.67^{c}	13.67^{a}	10.00^{a}	17.67^{ab}
8	13.00^{a}	34.33^{d}	24.33^{b}	35.33^{b}	32.00^{b}	48.33^{b}	46.00^{b}	38.33^{d}	21.33^{b}	22.67^{b}	25.33^{bc}
10	14.33^{a}	17.67^{ab}	22.33^{b}	33.33^{b}	23.67^{a}	26.00^{b}	33.67^{a}	25.33^{bc}	32.67^{d}	33.33^{c}	26.33^{bc}
12	28.67^{c}	26.00^{c}	27.33^{bc}	32.67^{b}	35.00^{b}	43.33^{b}	50.33^{b}	39.33^{d}	29.33^{cd}	31.33^{c}	35.67^{d}
14	13.00^{a}	13.33^{a}	12.67^{a}	21.33^{a}	20.67^{a}	31.67^{a}	35.67^{a}	16.00^{a}	14.33^{a}	14.00^{a}	14.67^{a}
16	21.33^{b}	21.67^{bc}	32.67^{c}	37.00^{b}	40.00^{b}	50.33^{b}	53.00^{b}	20.33^{ab}	25.67^{bc}	30.33^{c}	29.33^{cd}
F-value	453.81*	202.89*	230.29*	305.65*	130.00*	140.87*	196.96*	162.00*	150.85*	122.81*	54.71*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ที่แต่ละเวลาเก็บตัวอย่างของแต่ละตำหรับทดลองซึ่งสร้างขึ้นจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ในเวลา 96 ชั่วโมง ในดินตัวอย่างที่เก็บทุกๆ 2 สัปดาห์ จากดินร่วนที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

เวลาเก็บตัวอย่าง (สัปดาห์)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)										
	ดินควบคุม	ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	กากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	สารละลายโลหะหนัก 20	สารละลายโลหะหนัก 40	สารละลายโลหะหนัก 60	สารละลายโลหะหนัก 80
0	64.00^{f}	59.00^{c}	75.67^{d}	82.67^{f}	101.33^{g}	111.67^{f}	125.67^{e}	61.67^{b}	56.67^{f}	57.33^{e}	64.67^{e}
2	60.00^{f}	55.67^{c}	80.00^{d}	50.67^{e}	66.67^{f}	93.00^{e}	90.00^{d}	72.67^{c}	43.33^{e}	38.33^{d}	32.33^{c}
4	32.00^{e}	24.33^{b}	34.33^{c}	34.67^{d}	44.67^{e}	56.33^{b}	62.67^{c}	21.00^{a}	17.67^{a}	16.00^{a}	23.33^{b}
6	11.33^{b}	7.67^{a}	16.00^{ab}	26.67^{b}	23.33^{b}	30.00^{b}	33.67^{b}	24.33^{a}	29.33^{cd}	37.00^{d}	41.67^{d}
8	21.33^{cd}	18.67^{b}	25.67^{bc}	31.33^{c}	28.67^{c}	31.67^{bc}	33.67^{b}	17.33^{a}	24.67^{bc}	27.00^{bc}	32.00^{c}
10	20.33^{c}	18.00^{b}	22.00^{bc}	25.67^{b}	32.67^{d}	38.00^{c}	31.67^{b}	23.67^{a}	29.67^{d}	32.33^{cd}	29.67^{c}
12	26.00^{b}	23.67^{b}	30.33^{c}	28.67^{bc}	31.67^{cd}	36.67^{c}	36.33^{b}	22.00^{d}	21.67^{ab}	26.00^{bc}	19.00^{a}
14	3.33^{a}	4.33^{a}	23.33^{bc}	26.00^{b}	31.00^{cd}	36.67^{c}	23.67^{a}	21.67^{a}	17.67^{a}	28.00^{bc}	21.33^{ab}
16	5.33^{a}	4.00^{a}	7.67^{a}	14.33^{a}	17.33^{a}	21.00^{a}	22.33^{a}	18.33^{a}	19.33^{a}	22.67^{b}	29.33^{c}
F-value	164.55*	41.21*	44.78*	261.82*	463.55*	228.75*	348.82*	35.37*	70.23*	32.11*	170.01*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม) ระหว่างตำรับทดลองซึ่งเก็บดินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวัดกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ในเวลา 96 ชั่วโมง ในดินเหนียวที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ และสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม) สร้างขึ้นในเวลา 96 ชั่วโมง จากดินตัวอย่างที่เก็บทุกๆ 2 สัปดาห์								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ดินควบคุม	89.00^{b}	94.00^{bc}	48.67^{b}	26.33^{e}	13.00^{a}	14.33^{a}	28.67^{ab}	13.00^{a}	21.33^{ab}
ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	80.67^{b}	76.00^{a}	43.67^{a}	19.67^{cd}	34.33^{d}	17.67^{a}	26.00^{a}	13.33^{a}	21.67^{ab}
ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	83.67^{b}	90.33^{bc}	50.00^{b}	23.67^{de}	24.33^{bc}	22.33^{b}	27.33^{a}	12.67^{a}	32.67^{d}
กากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	84.00^{b}	92.33^{bc}	66.00^{b}	34.00^{gh}	35.33^{d}	33.33^{c}	32.67^{cde}	21.33^{c}	37.00^{e}
กากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	94.00^{c}	99.00^{cd}	54.67^{c}	32.00^{fg}	32.00^{cd}	23.67^{b}	35.00^{de}	20.67^{c}	40.00^{e}
กากตะกอนอัตรา 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	110.67^{b}	108.33^{d}	63.33^{d}	43.67^{h}	48.33^{e}	26.00^{b}	43.33^{g}	31.67^{c}	50.33^{f}
กากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	120.67^{e}	106.67^{b}	74.33^{e}	48.67^{h}	46.00^{e}	33.67^{c}	50.33^{h}	35.67^{e}	53.00^{f}
สารละลายโลหะหนัก 20	66.67^{a}	89.00^{bc}	46.67^{ab}	27.67^{ef}	38.33^{d}	25.33^{b}	39.33^{f}	16.00^{b}	20.33^{a}
สารละลายโลหะหนัก 40	65.33^{a}	89.00^{bc}	49.67^{b}	13.67^{ab}	21.33^{b}	32.67^{c}	29.33^{abc}	14.33^{ab}	25.67^{bc}
สารละลายโลหะหนัก 60	69.67^{a}	83.00^{ab}	42.67^{a}	10.00^{a}	22.67^{bc}	33.33^{c}	31.33^{bcd}	14.00^{ab}	30.33^{d}
สารละลายโลหะหนัก 80	64.33^{a}	73.33^{a}	51.33^{bc}	17.67^{bc}	25.33^{bc}	26.33^{b}	35.67^{e}	14.67^{ab}	29.33^{cd}
F-value	43.05*	8.23*	41.92*	47.23*	18.83*	24.20*	31.13*	84.15*	63.56*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม) ระหว่างตำรับทดลองซึ่งเก็บดินตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวัดกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ในเวลา 96 ชั่วโมง ในดินร่วนที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ และสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม) สร้างขึ้นในเวลา 96 ชั่วโมง จากดินตัวอย่างที่เก็บทุกๆ 2 สัปดาห์								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ดินควบคุม	64.00^{a}	60.00^{cde}	32.00^{d}	11.33^{ab}	21.33^{bc}	20.33^{ab}	26.00^{cd}	3.33^{a}	5.33^{ab}
ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	59.00^{a}	55.67^{cde}	24.33^{c}	7.67^{a}	18.67^{ab}	18.00^{a}	23.67^{bc}	4.33^{a}	4.00^{a}
ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	75.67^{b}	80.00^{fg}	34.33^{d}	16.00^{b}	25.67^{de}	22.00^{bc}	30.33^{e}	23.33^{c}	7.67^{b}
กากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	83.67^{b}	50.67^{bcd}	34.67^{d}	26.67^{cd}	31.33^{fg}	25.67^{c}	28.67^{de}	26.00^{d}	14.33^{c}
กากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	101.33^{c}	66.67^{def}	44.67^{e}	23.33^{c}	28.67^{ef}	32.67^{d}	31.67^{e}	31.00^{e}	17.33^{cd}
กากตะกอนอัตรา 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	111.67^{d}	93.00^{g}	56.33^{f}	30.00^{de}	31.67^{fg}	38.00^{e}	36.67^{f}	36.67^{f}	21.00^{ef}
กากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	125.67^{e}	90.00^{g}	62.67^{g}	33.67^{ef}	33.67^{g}	31.67^{d}	36.33^{f}	23.67^{c}	22.33^{f}
สารละลายโลหะหนัก 20	61.67^{a}	72.67^{ef}	21.00^{b}	24.33^{cd}	17.33^{a}	23.67^{bc}	22.00^{ab}	21.67^{c}	18.33^{de}
สารละลายโลหะหนัก 40	56.67^{a}	43.33^{abc}	17.67^{ab}	29.33^{cde}	24.67^{cd}	29.67^{d}	21.67^{ab}	17.67^{b}	19.33^{de}
สารละลายโลหะหนัก 60	57.33^{a}	38.33^{ab}	16.00^{a}	37.00^{f}	27.00^{de}	32.33^{d}	26.00^{cd}	28.00^{d}	22.67^{f}
สารละลายโลหะหนัก 80	64.67^{a}	32.33^{a}	23.33^{c}	41.67^{f}	32.00^{fg}	29.67^{d}	19.00^{e}	21.33^{c}	29.33^{g}
F-value	99.22*	14.26*	107.58*	27.24*	24.00	24.54*	23.04*	181.14*	49.72*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

4) การเปลี่ยนแปลงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนและสารละลายโลหะหนักในระยะเวลา16 สัปดาห์

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนกับตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักของดินแต่ละชนิด **(ตารางที่ 4.10)** พบว่า ภายหลังเติมกากตะกอน การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณสูงในช่วงประมาณ 4 สัปดาห์ภายหลังเติมกากตะกอน โดยในดินเหนียวที่เติมกากตะกอนให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ ในช่วงเดือนแรกเป็น 268.27 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม แล้วในสัปดาห์ที่ 6 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างคงที่ จนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะเดียวกันนี้ก็ปรากฏในดินเหนียวที่เติมสารละลายโลหะหนัก แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ จากตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักใน 4 สัปดาห์ จะต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน คือ มีค่าเป็น 200.33 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม แล้วการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 จนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16

ส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินร่วนพบว่า ในตำรับทดลองที่มีการเติมกากตะกอนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จากผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ สูงในช่วง 4 สัปดาห์ภายหลังเติมกากตะกอนคือ มีค่าเป็น 230.67 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม แล้วจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างคงที่ ในสัปดาห์ที่ 6 จนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 ซึ่งแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ปรากฏคล้ายคลึงกับตำรับทดลองดินร่วนที่เติมสารละลายโลหะหนัก แต่ตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักจะให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จากผลรวมของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทดลองที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ ในช่วง 4 สัปดาห์แรก น้อยกว่าคือมีปริมาณเท่ากับ 126.36 มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม

แม้ว่าในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน จะให้ผลรวมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ มากกว่าตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักในดินแต่ละชนิด พบว่าตำรับทดลองทั้งสองมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของดินเหนียวเป็น 0.95 และเท่ากับ 0.88 ในดินร่วน

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ซึ่งเกิดจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดินเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง เฉลี่ยจากดินเหนียวและดินร่วนที่ผสมกากตะกอน 4 ระดับและสารละลายโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องและเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

เวลาเก็บดินตัวอย่าง (สัปดาห์)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)			
	ดินเหนียว		ดินร่วน	
	กากตะกอน	สารละลายโลหะหนัก	กากตะกอน	สารละลายโลหะหนัก
0	102.67^{e}	67.00^{g}	105.67^{g}	60.00^{f}
2	101.33^{e}	85.33^{h}	75.33^{f}	46.67^{e}
4	64.67^{d}	48.00^{f}	49.67^{e}	19.67^{a}
6	39.67^{b}	18.67^{b}	28.67^{b}	33.00^{d}
8	40.67^{b}	27.00^{cd}	31.33^{cd}	25.00^{bc}
10	30.67^{a}	29.33^{d}	32.00^{d}	28.67^{c}
12	40.33^{b}	34.00^{e}	33.67^{d}	22.33^{ab}
14	27.67^{a}	15.00^{a}	29.33^{bc}	22.33^{ab}
16	45.33^{c}	26.67^{c}	19.00^{a}	22.67^{ab}
F-value	897.66^{*}	770.86^{*}	1300.70^{*}	113.51^{*}

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

จากผลของการเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายหลังเติมกากตะกอนในดินเหนียว และดินร่วน พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน ระหว่างดินเหนียวและดินร่วน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(ตารางที่ 4.11)** และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายหลังเติมกากตะกอนในดินทั้งสองมีค่อนข้างสูง และมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.92

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)ซึ่งเกิดจากกิจกรรมจุลินทรีย์ดินเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง เฉลี่ยจากดินเหนียวและดินร่วนที่ผสมกากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องและเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชนิดดินที่เติมกากตะกอน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อดิน 100 กรัม)
ดินเหนียว	55.67 [a]
ดินร่วน	44.96 [a]
F-value	1.70[ns]

หมายเหตุ 1) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

ข) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

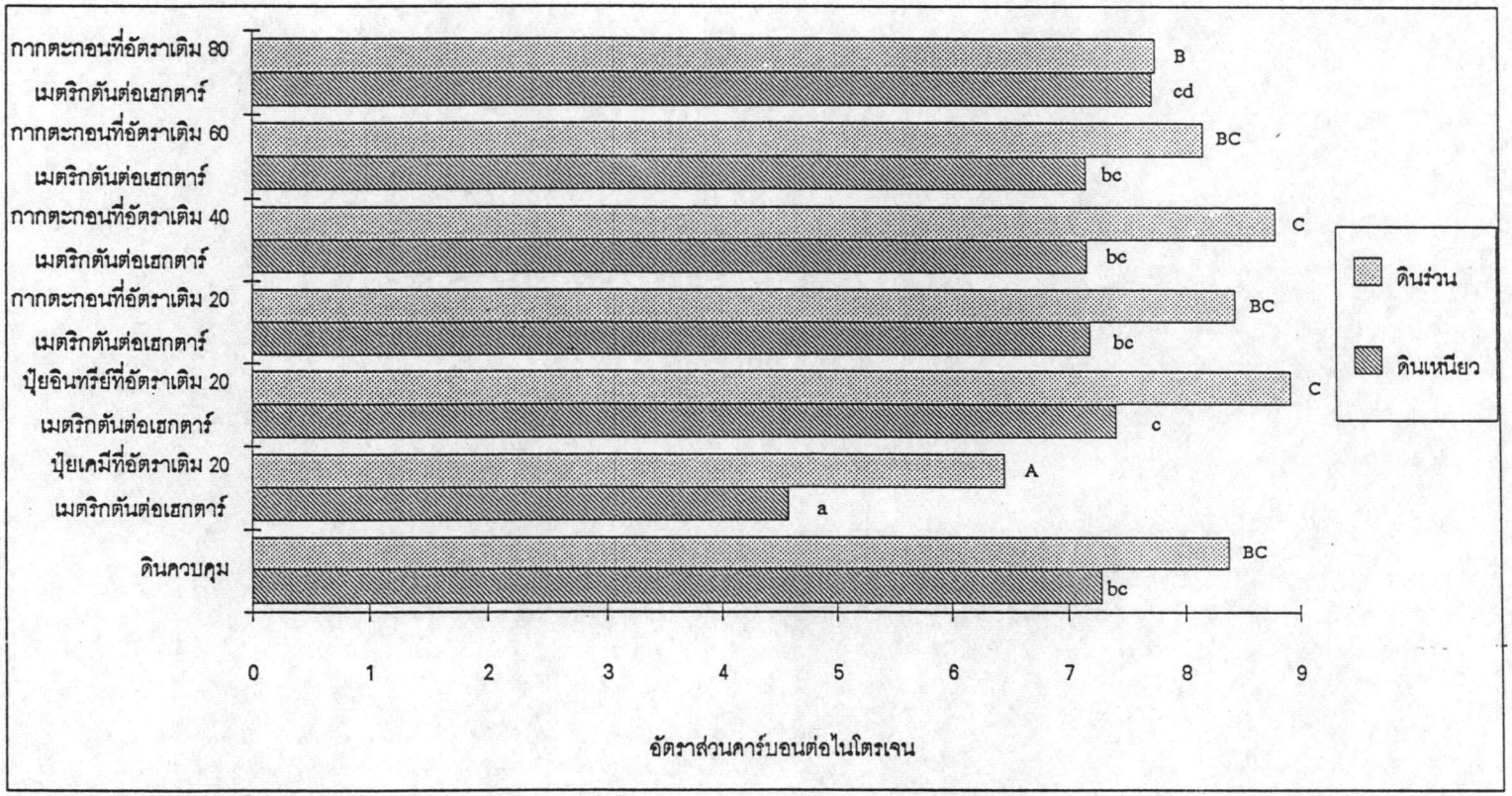
1) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดินเหนียวและดินร่วนที่อัตราเติมสิ่งทดลอง 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนระหว่างตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลอง 3 ชนิดคือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน โดยเติมในอัตราที่เท่ากันคือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ทั้งในดินเหนียวและดินร่วนพบว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ในดินเหนียวนั้น มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำที่สุดคือ มีค่าเท่ากับ 4.59 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับตำรับทดลองควบคุมเช่นกัน แต่โดยให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของดินเหนียวควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.29 ส่วนตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในอัตราเติมเดียวกันนี้ต่างให้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม โดยอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในดินเหนียวมีค่าเท่ากับ 7.42 และ 7.20 ตามลำดับ

ส่วนในดินร่วนพบว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำที่สุดคือ มีค่าเท่ากับ 6.46 โดยให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของดินร่วนควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.38 ส่วนตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในอัตราเติมเดียวกันนี้ต่างให้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม โดยอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในดินร่วนมีค่าเท่ากับ 8.93 และ 8.45 ตามลำดับ **(รูปที่ 4.2)**

2) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในดินเหนียวและดินร่วน เมื่อเติมกากตะกอน 4 ระดับ

ดินเหนียวและดินร่วนก่อนนำมาทำการทดลอง มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 7.29 และ 8.38 ตามลำดับ **(ตารางที่ 4.3)** เมื่อนำดินทั้งสองชนิดคือดินเหนียวและดินร่วนมาเติมด้วยกากตะกอนที่อัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่า อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของทุกตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับตำรับทดลองควบคุม โดยในดินเหนียวที่อัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่า อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 7.20 7.18 7.17 และ 7.74 ตามลำดับ ส่วนในดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนในอัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่า อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 8.45 8.80 8.18 และ 7.77 ตามลำดับ **(รูปที่ 4.2)**



รูปที่ 4.2 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยในดินเหนียว และดินร่วนภายหลังเติมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันที่ปลายกราฟแท่ง แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีของ DMRT

ค) พีเอช

1) ค่าพีเอชเฉลี่ยของดินเหนียวและดินร่วนที่อัตราเติมสิ่งทดลอง 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

จากการเปรียบเทียบค่าพีเอชภายหลังเติมสิ่งทดลอง 3 ชนิดคือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในอัตราที่เท่ากันคือ อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่าค่าพีเอช ในดินเหนียวที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 7.49 และ 7.37 ซึ่งทั้งสองตำรับทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองควบคุมซึ่งมี พีเอช เท่ากับ 7.45 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ซึ่งมีพีเอช เท่ากับ 6.00 ส่วนในดินร่วนพบว่าตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน มีค่าพีเอช เป็น 6.86 6.84 และ 6.80 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสาม ตำรับทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ซึ่งมีพีเอช เท่ากับ 5.80 ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าภายหลังการเติมสิ่งทดลอง 3 ชนิด คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนในอัตราที่เท่ากันคือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยลดลงเฉพาะในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีเท่านั้น ซึ่งเกิดทั้งในดินเหนียวและในดินร่วน และการเปลี่ยนแปลงพีเอชที่ลดลงภายหลังเติมปุ๋ยเคมีในดินเหนียว จะเปลี่ยนแปลงลดลงจากเดิมมากกว่าในดินร่วนที่เติมปุ๋ยเคมี **(ตารางที่ 4.12)**

2) ค่าพีเอชเฉลี่ยของดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมกากตะกอน 4 ระดับ

จากผลการเปรียบเทียบค่าพีเอช ในดินเหนียวที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ **(ตารางที่ 4.12)** พบว่าในตำรับทดลองของดินเหนียวที่เติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ให้พีเอช ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราเติมเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.49 ขณะที่ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตราเติมเดียวกันมีพีเอชเท่ากับ 7.37 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชระหว่างตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ พบว่าค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ให้ค่าพีเอช เท่ากับ 7.07 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ และตำรับทดลองที่เติมที่เติมกากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ โดยมีค่าพีเอชเป็น 7.14 และ 7.03 ตามลำดับ และจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าค่าพีเอชของตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์มีค่าสูงกว่า

โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าพีเอชของตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอน 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จึงอาจกล่าวได้ว่า การเติมกากตะกอนลงในดินเหนียวเป็นผลให้ค่าพีเอชลดลงและค่าพีเอชยังมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราเติมกากตะกอนอีกด้วย

ส่วนค่าพีเอชในดินร่วนนั้นแม้ว่าค่าพีเอชในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเท่ากับ 6.84 จะมีค่าสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติมเดียวกันที่มีพีเอช เท่ากับ 6.80 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าพีเอชเมื่อทำการเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน 4 ระดับ พบว่าค่าพีเอชมีแนวโน้มที่จะลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับค่าพีเอชของตำรับทดลองที่ อัตราเติมกากตะกอน 40 และ 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จะใกล้เคียงกัน คือมีค่าเป็น 6.54 และ 6.52 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ค่าพีเอชของตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์และเป็นตำรับทดลองที่มีค่าพีเอชต่ำสุด ซึ่งเท่ากับ 6.34 อีกทั้งยังพบว่าค่าพีเอชของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่าพีเอชของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 40 และ 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการเติมกากตะกอนลงในดินร่วนเป็นผลให้ค่าพีเอชลดลงและค่าพีเอชแสดงแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน

3) ค่าพีเอชเฉลี่ยของดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

ในดินเหนียวที่เติมสารละลายโลหะหนักเป็นผลให้มีพีเอช ต่ำกว่า พีเอช ของดินควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดินควบคุมมีพีเอชเท่ากับ 7.45 **(ตารางที่ 4.12)** นอกจากนี้เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโลหะหนักในดิน เป็นผลให้ค่าพีเอช มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละตำรับทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.10 6.79 6.62 และ 6.41 ในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่าการเติมสารละลายโลหะหนักลงสู่ดินเหนียวจาก 20 เป็น 40 60 และ 80 นั้น จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนในดินร่วนภายหลังการเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ พบว่า ในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก มีพีเอชต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมซึ่งมี พีเอช เท่ากับ 6.86 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับทดลองที่เพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก พบว่า พีเอชมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพีเอชในตำรับทดลอง สารละลายโลหะหนัก 20 เท่ากับ 6.17 ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 เท่ากับ 5.76 ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 เท่ากับ 5.37 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 มีค่าพีเอช ต่ำที่สุดเท่ากับ

5.11 **(ตารางที่ 4.13)** จึงอาจกล่าวได้ว่าการเติมสารละลายโลหะหนักลงสู่ดินร่วนจาก 20 เป็น 40 60 และ 80 นั้น จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเติมโลหะหนักลงสู่พื้นดินนั้นจะมีผลทำให้พีเอชของดินลดลง โดยดินร่วนจะมีการลดลงของ พีเอช มากกว่าดินเหนียว เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพีเอชเริ่มต้น โดยที่การลดลงนี้ดินเหนียวจะมีพีเอชลดลงเท่ากับ 1.04 ส่วนดินร่วนจะมีพีเอชลดลงเท่ากับ 1.75

4) การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยของดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนและสารละลายโลหะหนักในระยะเวลา 16 สัปดาห์

- การเปลี่ยนแปลง พีเอช ในดินเหนียว

จาก**ตารางที่ 4.13** มีการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ภายหลังการเติมกากตะกอนลงในดินดังนี้ คือ ภายหลังเติมกากตะกอนทันทีมีพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7.09 และ พีเอช มีการเปลี่ยนแปลงลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมี พีเอช 6.98 และให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอนทันที จากนั้นค่าพีเอช จะมีค่าสูงขึ้นและค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพีเอช ในตำรับทดลองซึ่งเติมสารละลายโลหะหนัก พบว่า ค่าพีเอชเริ่มต้นภายหลังที่เติมสารละลายโลหะหนักทันที เท่ากับ 6.55 และแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในตำรับทดลองที่เติมการตะกอน โดยในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักให้ค่าพีเอช ต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.48 แล้วจากนั้นค่าพีเอช มีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น และค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง

จากการเปรียบเทียบค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอน และค่าพีเอชภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก พบว่าค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอน มีค่าสูงกว่าค่าพีเอชภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก และเกิดขึ้นเช่นนี้ตลอดการทดลอง 16 สัปดาห์

แต่ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ภายหลังเติมกากตะกอน และการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักของดินเหนียว พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ของสองตำรับทดลองมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง และมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสองตำรับทดลองนี้เท่ากับ 0.93

- การเปลี่ยนแปลง พีเอช ในดินร่วน

เมื่อเติมกากตะกอนลงในดินร่วนพบว่าค่าพีเอช เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาต่างๆ **(ตารางที่ 4.13)** โดยภายหลังเติมกากตะกอนทันทีมีค่าพีเอช เท่ากับ 6.64 แล้วค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจนกระทั่งมีค่าพีเอช ต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 คือ 6.10 ซึ่งให้ความแตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าพีเอช ภายหลังเติมกากตะกอนทันทีแล้วมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก ให้ผลคล้ายคลึงกับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนซึ่งค่าพีเอช เริ่มต้นภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันทีเท่ากับ 5.56 แล้วค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงลดลงต่ำสุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมีค่าพีเอช เท่ากับ 5.40 แล้วจากนั้นค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น และค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง

จากการเปรียบเทียบค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอน และค่าพีเอชภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก พบว่าค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอนมีค่าสูงกว่า ค่าพีเอชภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก และเกิดเช่นนี้ตลอดการทดลอง 16 สัปดาห์

แต่ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ภายหลังเติมกากตะกอน และการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักของดินร่วนพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ของตำรับทดลองทั้งสองมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง และมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสองตำรับทดลองนี้ เท่ากับ 0.74

จึงอาจกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงพีเอชภายหลังเติมกากตะกอนและสารละลายโลหะหนักเกิดการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันทั้งในดินเหนียวและดินร่วนคือ ค่าพีเอชจากการเติมกากตะกอนและจากการเติมสารละลายโลหะหนักจะมีค่าต่ำสุดเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 4 สัปดาห์ นอกจากนี้ค่าพีเอชภายหลังเติมกากตะกอนสูงกว่า ค่าพีเอชภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักตลอดระยะเวลาทดลอง

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ภายหลังเติมกากตะกอนในดินเหนียว และดินร่วน พบว่า การเปลี่ยนแปลง ค่าพีเอช ของสองตำรับทดลองนี้มีความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงพีเอชพอสมควร และมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ของสองตำรับทดลองในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.55 แม้ว่าเมื่อพิจารณาที่ค่าพีเอชเฉลี่ยของสองตำรับทดลองนี้จะพบว่า ตำรับทดลองของดินเหนียวมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.15 ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองของดินร่วนซึ่งมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.55 **(ตารางที่ 4.14)**

ตารางที่ 4.12 ค่าพีเอชเฉลี่ยจากดินเหนียวและดินร่วนที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ และสารละลายโลหะหนักในปริมาณเทียบเท่าที่มีในกากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	พีเอช	
	ดินเหนียว	ดินร่วน
ควบคุม	7.45^{f}	6.86^{g}
ปุ๋ยเคมีอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	6.00^{a}	5.80^{c}
ปุ๋ยอินทรีย์อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.49^{f}	6.84^{g}
กากตะกอนอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.37^{f}	6.80^{g}
กากตะกอนอัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.07^{e}	6.54^{f}
กากตะกอนอัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.15^{e}	6.52^{f}
กากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.03^{e}	6.34^{e}
สารละลายโลหะหนัก 20	7.10^{e}	6.17^{d}
สารละลายโลหะหนัก 40	6.79^{d}	5.76^{c}
สารละลายโลหะหนัก 60	6.62^{c}	5.37^{b}
สารละลายโลหะหนัก 80	6.41^{b}	5.11^{a}
F-value	115.09*	137.94*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณสารละลายโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

ตารางที่ 4.13 ค่าพีเอชเฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ และสารละลายโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอน 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลา 16 สัปดาห์

เวลาดำเนินการทดลอง (สัปดาห์)	ค่าพีเอช			
	ดินเหนียว		ดินร่วน	
	กากตะกอน	สารละลายโลหะหนัก	กากตะกอน	สารละลายโลหะหนัก
0	7.09^{bc}	6.55^{b}	6.64^{cd}	5.56^{bc}
2	7.07^{bc}	6.58^{bc}	6.73^{d}	5.67^{cd}
4	6.98^{a}	6.48^{a}	6.10^{a}	5.40^{a}
6	7.05^{b}	6.68^{cd}	6.48^{b}	5.58^{bc}
8	7.12^{cd}	6.73^{de}	6.50^{bc}	5.53^{b}
10	7.16^{e}	6.77^{e}	6.55^{bc}	5.57^{bc}
12	7.30^{e}	6.92^{f}	6.58^{bcd}	5.65^{bcd}
14	7.31^{e}	6.93^{f}	6.62^{bcd}	5.72^{d}
16	7.32^{e}	6.97^{f}	6.72^{d}	5.74^{d}
F-value	44.15^{*}	69.55^{*}	15.67^{*}	7.09^{*}

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %ตามวิธีของ DMRT

ตารางที่ 4.14 ค่าพีเอชเฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชนิดดินที่เติมกากตะกอน	ค่าพีเอช
ดินเหนียว	7.15^{b}
ดินร่วน	6.55^{a}
F-value	186.64^{*}

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %ตามวิธีของ DMRT

ง. กลุ่มจุลินทรีย์ดิน

1) ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนที่อัตราเติมสิ่งทดลอง 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

จาก**ตารางที่ 4.15** เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ดินทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีทในแต่ละตำรับทดลองคือตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน ในอัตราเติมสิ่งทดลองที่เท่าๆ กันคือที่ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ได้ผลดังนี้คือ ในดินเหนียวพบว่าปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนมีปริมาณเท่ากับ 5.17 x 10^3 เซลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับทดลองควบคุมซึ่งมีปริมาณแบคทีเรีย 3.30 x 10^7 เซลล์ และปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตรานี้ ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองปุ๋ยเคมีซึ่งมีเท่ากับ 3.85 x 10^7 เซลล์ อีกทั้งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 4.64 x 10^7 เซลล์ โดยที่ทั้ง 3 ตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลองนี้มีอัตราเติมสิ่งทดลองเท่ากัน คือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

ส่วนในดินร่วนพบว่า ปริมาณแบคทีเรียของทุกตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลองที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ทุกตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลองที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม

ส่วนปริมาณเชื้อราในดินเหนียวพบว่า ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณราเท่ากับ 5.52 x 10^7 เซลล์ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณราของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีและตำรับทดลองควบคุม โดยที่ตำรับทดลองควบคุมมีปริมาณราเท่ากับ 4.93 x 10^3 เซลล์ ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณราเท่ากับ 4.76 x 10^3 เซลล์ และปริมาณราของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณรา เท่ากับ 4.71 x 10^3 เซลล์

ขณะที่ในดินร่วน พบว่าปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนซึ่งเท่ากับ 7.13 x 10^3 เซลล์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณราเท่ากับ 6.97 x 10^7 เซลล์ และพบว่าปริมาณราในดินร่วนที่เติมกากตะกอนในอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณราในตำรับทดลองควบคุมซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 7.95 x 10^3 เซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีต่ำที่สุดซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 5.88 x 10^7 เซลล์ ทั้งนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับทดลอง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินเหนียวพบว่า ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1.07×10^6 เซลล์ ปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์มีเท่ากับ 1.58×10^6 เซลล์ ปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1.67×10^6 เซลล์ ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับควบคุม ซึ่งมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1.38×10^6 เซลล์

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินร่วนพบว่า มีปริมาณแอคติโนมัยซีทในตำรับทดลองควบคุมเท่ากับ 2.90×10^6 เซลล์ ปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 2.15×10^6 เซลล์ ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 2.66×10^6 เซลล์ และตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนเท่ากับ 2.65×10^6 เซลล์ โดยปริมาณแอคติโนมัยซีทของ 4 ตำรับทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน

2) ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมกากตะกอน 4 ระดับ

ภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับลงในดินเหนียว และดินร่วนได้ทำการติดตามปริมาณจุลินทรีย์ดิน 3 กลุ่ม คือ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีท **(ตารางที่ 4.15)** ในดินแต่ละชนิดได้ผลดังนี้ คือ ในดินเหนียวที่ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 4.64×10^7 เซลล์ ตำรับการทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 5.17×10^7 เซลล์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียทั้งสองตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอน 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 7.50×10^7 เซลล์ อีกทั้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับที่อัตราเติมกากตะกอน 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 7.57×10^7 เซลล์ รวมทั้งมีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 7.81×10^7 เซลล์ ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียทั้งสามตำรับทดลอง คือ ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 ระดับ พบว่าปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองอัตราเติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ น้อยกว่าตำรับทดลองที่อัตราเติมกากตะกอน 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนปริมาณแบคทีเรียในดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน พบว่า ปริมาณแบคทีเรียในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 1.87 x 10^7 เซลล์ ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 1.84 x 10^7 2.06 x 10^7 1.95 x 10^7 และ 3.80 x 10^7 เซลล์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในแต่ละตำรับทดลอง พบว่า ปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 20 40 และ 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน และยังพบว่าทั้ง 4 ตำรับทดลองนี้ มีปริมาณแบคทีเรียที่น้อยกว่า และให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณแบคทีเรียของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียมากที่สุด

ราเป็นจุลินทรีย์อีกชนิดที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับในดินเหนียว โดยพบว่ารามีปริมาณมากที่สุดในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ เท่ากับ 9.15 x 10^3 เซลล์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับทดลอง ส่วนตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณราเท่ากับ 7.76 x 10^3 เซลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณราของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ที่มีปริมาณราเท่ากับ 8.40 x 10^3 เซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์เท่ากับ 5.52 x 10^3 เซลล์ และปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ เท่ากับ 4.71 x 10^3 เซลล์ โดยที่ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราเติมเดียวกันนี้ มีปริมาณราที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณราของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 ระดับ ในดินร่วน พบว่าทุกตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 20 40 และ 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ต่างมีปริมาณราที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ โดยที่ปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 6.97x10^3 เซลล์ และปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในอัตรา 20 40 และ 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณราเป็น 7.13x10^3 6.78x10^3 6.75x10^3 ตามลำดับ และพบว่าปริมาณราในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 8.40x10^3 เซลล์

การวิเคราะห์ปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินเหนียวพบว่า ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1.58 x 10^6 เซลล์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1.66 x 10^6 เซลล์ แต่ปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติมเดียวกันนี้ มีปริมาณน้อยกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของทั้ง 3 ตำรับทดลอง คือ

ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณแอคติโนมัยซีท เท่ากับ 4.45×10^6 4.04×10^6 และ 3.81×10^6 เซลล์ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ตำรับทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งกันและกัน

ส่วนปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 อัตราเติม และภายหลังเติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่า ในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา เติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 2.66×10^6 เซลล์ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเดียวกัน คือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ โดยปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์มีเท่ากับ 2.65×10^6 เซลล์ และยังพบว่าปริมาณแอคติโนมัยซีทในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์และในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ที่มีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 3.25×10^6 เซลล์ นอกจากนี้ยังพบว่าที่อัตราเติมกากตะกอน 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ให้ปริมาณแอคติโนมัยซีทสูงสุด โดยปริมาณแอคติโนมัยซีทมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองอื่นๆ ซึ่งปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์นี้เท่ากับ 7.69×10^6 เซลล์

3) ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มคือ แบคทีเรีย ราและแอคติโนมัยซีท ปรากฏใน**ตารางที่ 4.15** พบว่า ตำรับทดลองควบคุมของดินเหนียว มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 3.30×10^7 เซลล์ ส่วนตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 มีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 4.36×10^7 4.68×10^7 4.69×10^7 และ 3.55×10^7 เซลล์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในตำรับทดลองควบคุม และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ พบว่าทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในดินร่วนเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียระหว่างตำรับทดลองควบคุม และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำรับทดลองเช่นเดียวกับดินเหนียว โดยตำรับทดลองควบคุมมีปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ 1.79×10^7 เซลล์ และปริมาณแบคทีเรียในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 คือ 2.07×10^7 1.69×10^7 1.42×10^7 และ1.40×10^7 เซลล์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณราในดินเหนียวพบว่า ในตำรับทดลองควบคุมมีปริมาณราเท่ากับ 4.96×10^3 เซลล์ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 ที่มีปริมาณราเท่ากับ 6.61×10^3 เซลล์ และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 ซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 7.32×10^3 เซลล์ รวมทั้งตำรับทดลองสารละลาย โลหะหนัก 80 ซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 7.78×10^3 เซลล์ แต่ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 ซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 6.22×10^3 เซลล์ อีกทั้งยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 และยังพบว่า ปริมาณราในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 ซึ่งมีปริมาณราสูงสุด จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 และ 40

เมื่อพิจารณาปริมาณราในดินร่วนพบว่ามีปริมาณรา 7.95×10^3 เซลล์ ใน ตำรับทดลองควบคุม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 ซึ่งมีปริมาณราเท่ากับ 8.22×10^3 และ 8.62×10^3 เซลล์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณราในตำรับทดลองควบคุมของดินร่วนนี้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 ซึ่งมีปริมาณราเป็น 9.85×10^3 และ 10.11×10^3 เซลล์ ตามลำดับ

จุลินทรีย์ดินอีกชนิดหนึ่งที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณคือ แอคติโนมัยซีท ได้ผลการทดลองดังนี้ ในดินเหนียวปริมาณแอคติโนมัยซีทจากตำรับทดลองควบคุมเท่ากับ 1.38×10^6 เซลล์ ซึ่งปริมาณแอคติโนมัยซีทในตำรับทดลองควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 40 และ 60 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอคติโนมัยซีทระหว่างตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ พบว่า ปริมาณแอคติโนมัยซีทไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณแอคติโนมัยซีทจากตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 เท่ากับ 1.77×10^6 เซลล์ ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 เท่ากับ 1.88×10^6 เซลล์ ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 เท่ากับ 2.01×10^6 เซลล์ และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 เท่ากับ 1.75×10^6 เซลล์

ส่วนในดินร่วน ตำรับทดลองควบคุมมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 2.90×10^6 เซลล์ ซึ่งมากกว่าตำรับการทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 (2.84×10^6 เซลล์) และมากกว่า ตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 (2.55×10^6 เซลล์) แต่เมื่อทำการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองควบคุมไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 อีกทั้งพบว่าปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองควบคุม มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอคติโนมัยซีทของตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 ซึ่งมีปริมาณแอคติโนมัยซีท 2.29 x 10^6 เซลล์

ตารางที่ 4.15 ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนที่ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอน 4 ระดับ และสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณจุลินทรีย์ดิน (เซลล์ ต่อ กรัมดิน)					
	แบคทีเรีย X 10^7		รา X 10^3		แอคติโนมัยซีท X 10^6	
	ดินเหนียว	ดินร่วน	ดินเหนียว	ดินร่วน	ดินเหนียว	ดินร่วน
ควบคุม	3.30^a	1.79^a	4.96^a	7.95^{cde}	1.38^{ab}	2.90^{ab}
ปุ๋ยเคมีอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	3.85^a	1.58^a	4.76^a	5.88^a	1.07^a	2.15^a
ปุ๋ยอินทรีย์อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	4.64^a	1.87^a	4.71^a	6.97^{ab}	1.58^{ab}	2.65^{ab}
กากตะกอนอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	5.17^a	1.84^a	5.52^{ab}	7.13^{bcd}	1.66^{ab}	2.65^{ab}
กากตะกอนอัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.50^b	2.06^a	9.15^e	6.78^{ab}	4.45^c	3.62^c
กากตะกอนอัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.57^b	1.95^a	7.76^d	6.75^{ab}	4.04^c	3.25^{bc}
กากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	7.81^b	3.80^b	8.40^d	8.09^{cde}	3.86^c	7.69^d
สารละลายโลหะหนัก 20	4.36^a	2.07^a	6.61^{bc}	8.23^{de}	1.77^{ab}	2.84^{ab}
สารละลายโลหะหนัก 40	4.68^a	1.69^a	6.22^{bc}	9.85^f	1.88^b	2.55^{ab}
สารละลายโลหะหนัก 60	4.69^a	1.42^a	7.32^{cd}	10.11^f	2.01^b	2.59^{ab}
สารละลายโลหะหนัก 80	3.55^a	1.40^a	7.78^d	8.62^e	1.75^{ab}	2.29^a
F-value	5.57^*	4.93^*	14.48^*	12.97^*	22.85^*	40.13^*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณสารละลายโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

4) การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วน ภายหลังเติมกากตะกอนและสารละลายโลหะหนัก

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ดินทั้ง 3 กลุ่มในดินเหนียว ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีท พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ของตำรับทดลอง ที่เติมกากตะกอนมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ ในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักค่อนข้างสูง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ดินทั้ง 3 กลุ่ม ของตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน กับตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.93 สำหรับแบคทีเรีย 0.91 สำหรับรา และ 0.74 สำหรับแอคติโนมัยซีท

ส่วนในดินร่วน พบว่า ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ดินระหว่างตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักมีค่อนข้างสูง และมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งให้ผลความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ดินของสองตำรับทดลองเช่นเดียวกับในดินเหนียว ยกเว้นความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงจำนวนแอคติโนมัยซีทในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักมีค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.45 ขณะที่แบคทีเรีย และรามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.92 และ 0.78 ตามลำดับ

5) ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมกากตะกอน

ดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน ได้วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินแต่ละชนิดได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.16 ซึ่งอธิบายผลได้ดังนี้ คือ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ดินกลุ่มต่างๆ ในดินเหนียว และดินร่วน พบว่าปริมาณรา และแอคติโนมัยซีทภายหลังเติมกากตะกอนในดินเหนียว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณรา และแอคติโนมัยซีทภายหลังเติมกากตะกอนในดินร่วน โดยปริมาณราในดินเหนียวเท่ากับ 7.73×10^3 เซลล์ ในดินร่วนเท่ากับ 7.18×10^3 เซลล์ ส่วนปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินเหนียวเท่ากับ 3.49×10^3 เซลล์ ในดินร่วนมีปริมาณแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 4.29×10^3 เซลล์ แต่จากการเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย ในดินเหนียวและดินร่วนหลังเติมกากตะกอน พบว่า ปริมาณแบคทีเรียในดินเหนียวเท่ากับ 7.04×10^7 เซลล์ ส่วนในดินร่วนเท่ากับ 2.41×10^7 เซลล์ ซึ่งปริมาณแบคทีเรียของดินเหนียวภาย

หลังเติมกากตะกอน มากกว่าปริมาณแบคทีเรียในดินร่วนภายหลัง เติมกากตะกอนโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบเพื่อดูความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง ปริมาณจุลินทรีย์ดินในดินเหนียว และในดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน พบว่ามีแบคทีเรียกลุ่มเดียวที่มีความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณในดิน 2 ชนิด และมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียในดิน 2 ชนิด ทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.66

ตารางที่ 4.16 ปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนที่ผสมกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณจุลินทรีย์ดิน (เซลล์ ต่อ กรัมดิน)		
	แบคทีเรีย X 10^7	รา X 10^3	แอคติโนมัยซีท X 10^6
ดินเหนียว	7.04^b	7.73^a	3.49^a
ดินร่วน	2.41^a	7.18^a	4.29^a
F-value	26.81^*	1.15^{ns}	3.76^{ns}

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีของ DMRT

3) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %ตามวิธีของ DMRT

จ. ปริมาณโลหะหนัก

1) ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนที่อัตราการเติมสิ่งทดลอง 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

ผลการหาปริมาณโลหะหนักในดินเหนียวของตำรับทดลองที่เติมสิ่งทดลอง ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอน ในอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่าสามารถสกัดแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วได้ปริมาณมากที่สุดจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ โดยแคดเมียมและตะกั่วที่สามารถสกัดได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองควบคุม ส่วนเหล็ก แมงกานีส นิเกิล และสังกะสี สามารถสกัดได้มากที่สุดจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน โดยที่แมงกานีสและสังกะสี สกัดได้ปริมาณมาก ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ และตำรับทดลองควบคุม **(ตารางที่ 4.17)**

ส่วนผลการหาปริมาณโลหะหนักในดินร่วน ซึ่งเติมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และกากตะกอนที่อัตราเติมระดับเดียวกัน คือ 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ พบว่าสามารถสกัดแคดเมียม ทองแดง นิเกิล และตะกั่วได้ปริมาณมากที่สุดจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ โดยแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วที่สกัดได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองควบคุม ส่วนเหล็ก และสังกะสี สามารถสกัดได้ปริมาณมากที่สุดจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน โดยที่สังกะสี สกัดได้ปริมาณมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี ตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรย์ และตำรับทดลองควบคุม ส่วนแมงกานีสสกัดได้ปริมาณมากที่สุดจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยอินทรีย์ ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และตำรับทดลองควบคุม **(ตารางที่ 4.18)**

2) ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมกากตะกอน 4 ระดับ

ผลการสกัดโลหะหนักด้วย 0.005 M DTPA จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ พบว่าโลหะหนักที่สกัดจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนในดินเหนียวซึ่งได้แก่ แคดเมียม นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราการเติมกากตะกอน โดยที่สังกะสีมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในแต่ละตำรับทดลองที่เพิ่มอัตราเติมกากตะกอน **(ตารางที่ 4.17)**

ส่วนในดินร่วนพบว่า โลหะหนักซึ่งมีปริมาณที่สกัดได้เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราการเติมกากตะกอน คือ แคดเมียม แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี โดยโลหะหนักซึ่งมีปริมาณที่สกัดได้เพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในแต่ละระดับการเพิ่มอัตรากากตะกอน คือ สังกะสี **(ตารางที่ 4.18)**

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นตามอัตราการเติมกากตะกอนระหว่างในดินเหนียวและดินร่วน ซึ่งได้แก่ แคดเมียม นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี พบว่าแคดเมียม และสังกะสีที่สกัดได้จากดินร่วน มีปริมาณมากกว่าในดินเหนียวในทุกระดับอัตราเติมกากตะกอน ขณะที่นิเกิล และตะกั่วที่สกัดได้จากดินเหนียว มีปริมาณมากกว่าที่สกัดได้จากดินร่วน **(ตารางที่ 4.17 และ 4.18)** แต่เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มปริมาณโลหะหนัก เมื่อเพิ่มระดับการเติมกากตะกอน พบว่า อัตราการเพิ่มของปริมาณ แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี ที่สกัดได้จากดินเหนียว มากกว่าอัตราการเพิ่มปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี ที่สกัดจากดินร่วน

3) ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

ผลการสกัดโลหะหนักด้วย 0.005 M DTPA จากตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ พบว่า โลหะหนักที่สกัดจากตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักในดินเหนียว ซึ่งได้แก่ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี มีปริมาณมาก และสกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการเติมสารละลายโลหะหนัก โดยทองแดง นิเกิล และสังกะสี มีปริมาณที่สกัดได้จากแต่ละตำรับทดลองให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ **(ตารางที่ 4.17)**

ส่วนในดินร่วนพบว่า โลหะหนักที่สกัดได้คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล และสังกะสี มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติมสารละลายโลหะหนักที่เพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในแต่ละระดับการเพิ่มปริมาณสารละลายโลหะหนักคือ แคดเมียม นิเกิล และสังกะสี **(ตารางที่ 4.14)**

4) เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินเหนียวและดินร่วนเมื่อเติมกากตะกอน และสารละลายโลหะหนัก

ภายหลังการเติมกากตะกอน 4 ระดับ คือ 20 40 60 และ80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ และภายหลังการเติมสารละลายโลหะหนักซึ่งเป็นรูปที่สามารถละลายได้ทันทีในระดับเทียบเท่าที่มีในกากตะกอน 4 ระดับลงในดินเหนียวและดินร่วน ซึ่งจากการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินเหนียวที่เติมกากตะกอนและที่เติมสารละลายโลหะหนัก ในแต่ละระดับเทียบเท่ากัน พบว่า ในตำรับ

ทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ มีแนวโน้มพบปริมาณแคดเมียม ทองแดง เหล็ก และนิเกิลน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งให้ผลต่างจากแมงกานีส ตะกั่วและสังกะสี ที่พบว่ามีแนวโน้มพบปริมาณแมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ **(ตารางที่4.17)** ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินร่วนที่เติมกากตะกอนและที่เติมสารละลายโลหะหนัก ในแต่ละระดับเทียบเท่ากัน พบว่า ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ มีแนวโน้มพบปริมาณแคดเมียม ทองแดง เหล็ก และนิเกิลน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ซึ่งให้ผลต่างจาก แมงกานีส ตะกั่วและสังกะสี โดยพบว่าปริมาณแมงกานีส และสังกะสี ในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแมงกานีส และสังกะสี ในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ ส่วนปริมาณตะกั่วในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน 4 ระดับ มีแนวโน้มมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณตะกั่วในตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ **(ตารางที่4.18)**

5) การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับที่ระยะเวลา 16 สัปดาห์

ภายหลังการเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ 16 สัปดาห์ พบว่าโลหะหนักที่สกัดได้มีปริมาณมากกว่าปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากดินเมื่อภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ในทุกระดับการเติม คือ แคดเมียม เพียงชนิดเดียว แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณแคดเมียม ที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที ทั้งนี้เกิดขึ้นเฉพาะในดินเหนียวเท่านั้น และยังพบว่าปริมาณแคดเมียมที่สกัดเมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณมากขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก ซึ่งเกิดขึ้นทั้งในเหนียวและดินร่วน ส่วนปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้จากดินร่วนเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณแคดเมียมในดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอนทันที นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้จากดินเหนียวและดินร่วนเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก **(รูปที่ 4.3)**

นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณมากขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะในดินร่วน และในดินร่วนนี้มีปริมาณแมงกานีสที่สกัดเมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณมากกว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที แต่เกิดขึ้นเฉพาะในตำรับทดลองของสารละลายโลหะหนัก 60 และสารละลายโลหะหนัก 80 ส่วนในตำรับทดลองของดินเหนียว

ที่เติมสารละลายโลหะหนักในปริมาณที่ต่ำกว่าตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 พบว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดเมื่อเวลาผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณมากกว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที **(รูปที่ 4.6)**

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี พบว่า ปริมาณสังกะสีที่สกัดเมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก แต่ปริมาณสังกะสีที่สกัดเมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์นี้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ทั้งนี้เกิดขึ้นคล้ายคลึงกันทั้งในดินเหนียวและดินร่วน **(รูปที่ 4.9)**

เมื่อพิจารณาที่ปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ เมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายโลหะหนัก อีกทั้งยังพบว่าปริมาณนิเกิลที่สกัดได้เมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ น้อยกว่าปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เกิดขึ้นเฉพาะในดินร่วนเท่านั้น ส่วนในดินเหนียวพบว่า ปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ภายหลังดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที **(รูปที่ 4.7)**

ทองแดงเป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่พบว่า สามารถสกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ โดยเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของสารละลายโลหะหนัก แต่พบในดินเหนียวเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า ในดินเหนียวมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ขณะที่ในดินร่วนพบว่า ปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ยกเว้นในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 ที่พบว่า ปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที **(รูปที่ 4.4)**

ส่วนเหล็กนั้นพบว่า ปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของสารละลายโลหะหนัก ซึ่งปรากฏในดินเหนียวและดินร่วน แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่า ปริมาณเหล็กของตำรับทดลองที่เติมสารละลายโลหะหนักในดินร่วนเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที แต่ยกเว้นในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 ที่ให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ส่วนในดินเหนียว ปริมาณเหล็กที่สกัดได้

เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เกิดขึ้นเฉพาะในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 และสารละลายโลหะหนัก 60 เท่านั้น **(รูปที่4.5)**

ภายหลังการสกัดตะกั่วเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณ พบว่า ในดินเหนียวปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน อีกทั้งยังพบว่าปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณตะกั่วที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 ขณะที่ในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 พบว่า ปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าปริมาณตะกั่วที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และเมื่อพิจารณาปริมาณตะกั่วที่สกัดได้จากดินร่วน พบว่า ปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับปริมาณตะกั่วที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 40 เท่านั้น ส่วนตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 60 และตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 80 มีปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าปริมาณตะกั่วที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ในตำรับทดลองสารละลายโลหะหนัก 20 มีปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ น้อยกว่าปริมาณตะกั่วที่สกัดได้ภายหลังเติมสารละลายโลหะหนักทันที โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(รูปที่ 4.18)**

6) การเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับที่ระยะเวลา 16 สัปดาห์

จากผลการทดลองทั้งในดินเหนียวและดินร่วน เมื่อภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ 16 สัปดาห์ พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้มากกว่าปริมาณแคดเมียมจากตัวอย่างดินซึ่งเก็บภายหลังเติมกากตะกอนทันที แม้ว่าจะเป็นปริมาณที่สกัดได้มากกว่าอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในดินเหนียวในตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอัตรา 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ที่เวลาทดลอง 16 สัปดาห์ให้ปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่เวลาภายหลังเติมกากตะกอนทันที และพบว่า ปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้เมื่อเวลาดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน **(รูปที่ 4.10)**

และยังพบว่า ปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์มีมากกว่าปริมาณทองแดงที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันทีที่ทุกอัตราเติมกากตะกอน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับในดินร่วน พบว่า ปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีมากกว่าปริมาณทองแดงที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันทีแต่ปรากฏเฉพาะที่อัตราเติม 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ และปริมาณทองแดงที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอัตราเติมกากตะกอน ซึ่งเกิดขึ้นในดินทั้งสองชนิด **(รูปที่ 4.11)**

ส่วนนิเกิลมีปริมาณที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอัตราเติมกากตะกอน ซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกับทองแดง รวมทั้งเกิดขึ้นในดินทั้งสองชนิด อีกทั้งพบว่า ปริมาณนิเกิลที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีมากกว่าปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที แต่เกิดขึ้นเฉพาะในดินเหนียวเท่านั้น ส่วนในดินร่วนจะพบว่า ปริมาณนิเกิลที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณนิเกิลที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที **(รูปที่ 4.14)**

เช่นเดียวกับสังกะสี ซึ่งมีปริมาณที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมกากตะกอน ซึ่งพบในดินทั้งสองชนิด อีกทั้งยังมีปริมาณที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าปริมาณสังกะสีที่สสกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันทีที่ทุกอัตราเติมกากตะกอน ทั้งนี้เกิดขึ้นเฉพาะในดินเหนียวเท่านั้น ส่วนในดินร่วน ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที **(รูปที่ 4.16)**

ในขณะที่เหล็กมีปริมาณที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน เมื่อเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน อีกทั้งพบว่า ปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อภายหลังเติมการตะกอนทันที ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะในดินเหนียว และในทางกลับกัน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ น้อยกว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้เมื่อภายหลังเติมกากตะกอนทันที ซึ่งเกิดขึ้นในดินร่วนเท่านั้น **(รูปที่ 4.12)**

ส่วนปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้จากดินร่วนเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ น้อยกว่าปริมาณแมงกานีที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที และให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสัญทางสถิติ ขณะที่ในดินเหนียวมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในอัตราเติมกากตะกอน 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณแมงกานีสที่

สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ภายหลังเติมกากตะกอนทันที **(รูปที่ 4.13)**

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณตะกั่วที่สกัดได้จากดินเหนียวเมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน และพบว่าทั้งในดินเหนียวและดินร่วน มีปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไป 16 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปริมาณตะกั่วที่สกัดได้เมื่อภายหลังเติมกากตะกอนทันที **(รูปที่4.15)**

ตารางที่ 4.17 ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในดินเหนียว

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.) สกัดด้วย 0.005 M DTPA						
	แคดเมียม	ทองแดง	เหล็ก	แมงกานีส	นิเกิล	ตะกั่ว	สังกะสี
ควบคุม	0.029^{a}	5.89^{a}	115.00^{a}	50.83^{a}	0.97^{a}	1.52^{a}	14.00^{a}
ปุ๋ยเคมีอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.043^{b}	5.48^{a}	128.33^{ab}	60.83^{ab}	1.22^{b}	1.38^{a}	14.53^{a}
ปุ๋ยอินทรีย์อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.064^{d}	9.96^{cd}	116.67^{a}	56.67^{a}	1.22^{b}	3.00^{d}	20.83^{b}
กากตะกอนอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.046^{b}	8.69^{bc}	146.67^{bc}	95.83^{ef}	1.34^{bc}	2.49^{c}	27.33^{c}
กากตะกอนอัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.049^{b}	8.45^{bc}	128.33^{ab}	87.50^{de}	1.51^{cd}	2.98^{d}	39.83^{e}
กากตะกอนอัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.060^{c}	9.90^{cd}	136.67^{abc}	105.00^{f}	1.63^{de}	3.74^{e}	51.50^{f}
กากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.064^{d}	10.42^{d}	146.67^{bc}	108.33^{f}	1.79^{ef}	3.94^{e}	63.17^{g}
สารละลายโลหะหนัก 20	0.046^{b}	8.16^{b}	156.67^{c}	72.50^{bc}	1.55^{cd}	2.22^{b}	23.00^{b}
สารละลายโลหะหนัก 40	0.052^{bc}	9.92^{cd}	190.00^{d}	73.33^{bc}	1.86^{f}	2.60^{c}	31.17^{d}
สารละลายโลหะหนัก 60	0.069^{de}	12.00^{e}	210.67^{e}	77.50^{cd}	2.20^{g}	2.68^{c}	41.17^{e}
สารละลายโลหะหนัก 80	0.076^{e}	13.85^{f}	223.33^{e}	76.67^{cd}	2.48^{h}	2.74^{c}	50.17^{f}
F-value	19.48*	21.77*	24.97*	17.55*	40.36*	90.58*	110.88*

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละหลัก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.18 ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในดินร่วน

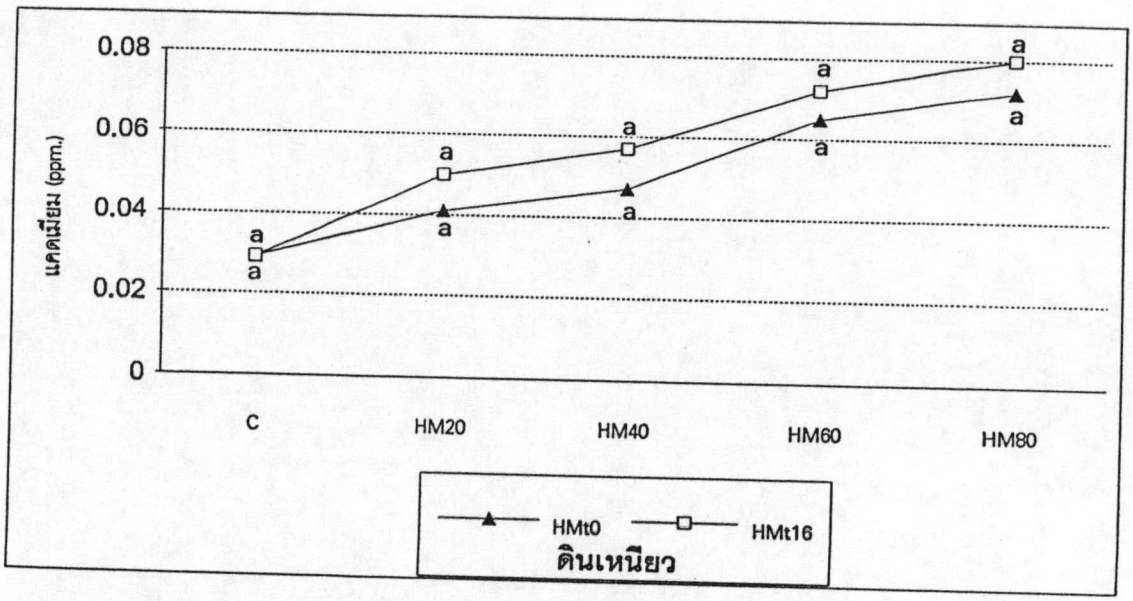
ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.) สกัดด้วย 0.005 M DTPA						
	แคดเมียม	ทองแดง	เหล็ก	แมงกานีส	นิเกิล	ตะกั่ว	สังกะสี
ควบคุม	0.043^{a}	7.31^{a}	115.67^{ab}	50.00^{a}	0.56^{a}	1.58^{ab}	30.83^{a}
ปุ๋ยเคมีอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.067^{cd}	9.53^{bc}	106.67^{a}	118.33^{a}	0.66^{ab}	1.85^{bc}	39.33^{b}
ปุ๋ยอินทรีย์อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.091^{fg}	13.72^{e}	125.00^{ab}	68.33^{a}	0.79^{abc}	3.68^{e}	40.67^{b}
กากตะกอนอัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.052^{ab}	8.54^{ab}	138.33^{ab}	75.00^{a}	0.71^{ab}	2.24^{c}	48.67^{c}
กากตะกอนอัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.057^{cd}	8.78^{ab}	150.00^{ab}	81.67^{a}	0.86^{abcd}	2.78^{d}	67.33^{d}
กากตะกอนอัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.067^{cd}	8.68^{ab}	163.00^{bc}	85.00^{a}	1.03^{cd}	3.02^{d}	82.50^{e}
กากตะกอนอัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์	0.075^{de}	8.07^{ab}	156.67^{abc}	88.33^{a}	1.15^{de}	3.10^{d}	100.17^{f}
สารละลายโลหะหนัก 20	0.060^{bc}	9.58^{bc}	203.33^{c}	68.33^{a}	0.96^{bcd}	2.07^{c}	51.00^{c}
สารละลายโลหะหนัก 40	0.077^{e}	10.33^{cd}	260.00^{d}	75.00^{a}	1.39^{e}	2.18^{c}	66.67^{d}
สารละลายโลหะหนัก 60	0.088^{f}	10.87^{cd}	298.33^{de}	85.00^{a}	1.85^{f}	1.86^{bc}	84.00^{e}
สารละลายโลหะหนัก 80	0.100^{g}	11.20^{d}	310.00^{e}	$98.33x^{a}$	2.14^{g}	1.36^{a}	100.83^{f}
F-value	28.83^{*}	12.82^{*}	21.59^{*}	1.23^{ns}	26.27^{*}	21.09^{*}	160.59^{*}

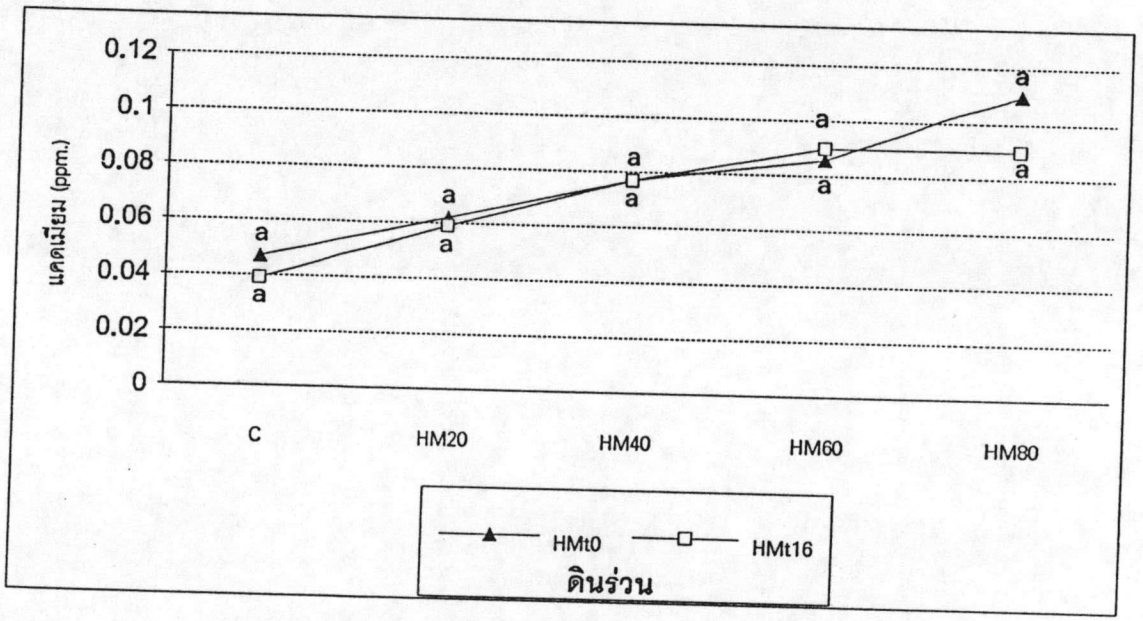
หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละหลัก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %

4) สารละลายโลหะหนัก 20 40 60 และ 80 หมายถึงปริมาณโลหะหนักเทียบเท่าที่มีในกากตะกอนอัตรา 20 40 60 และ 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ





รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคดเมียม ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

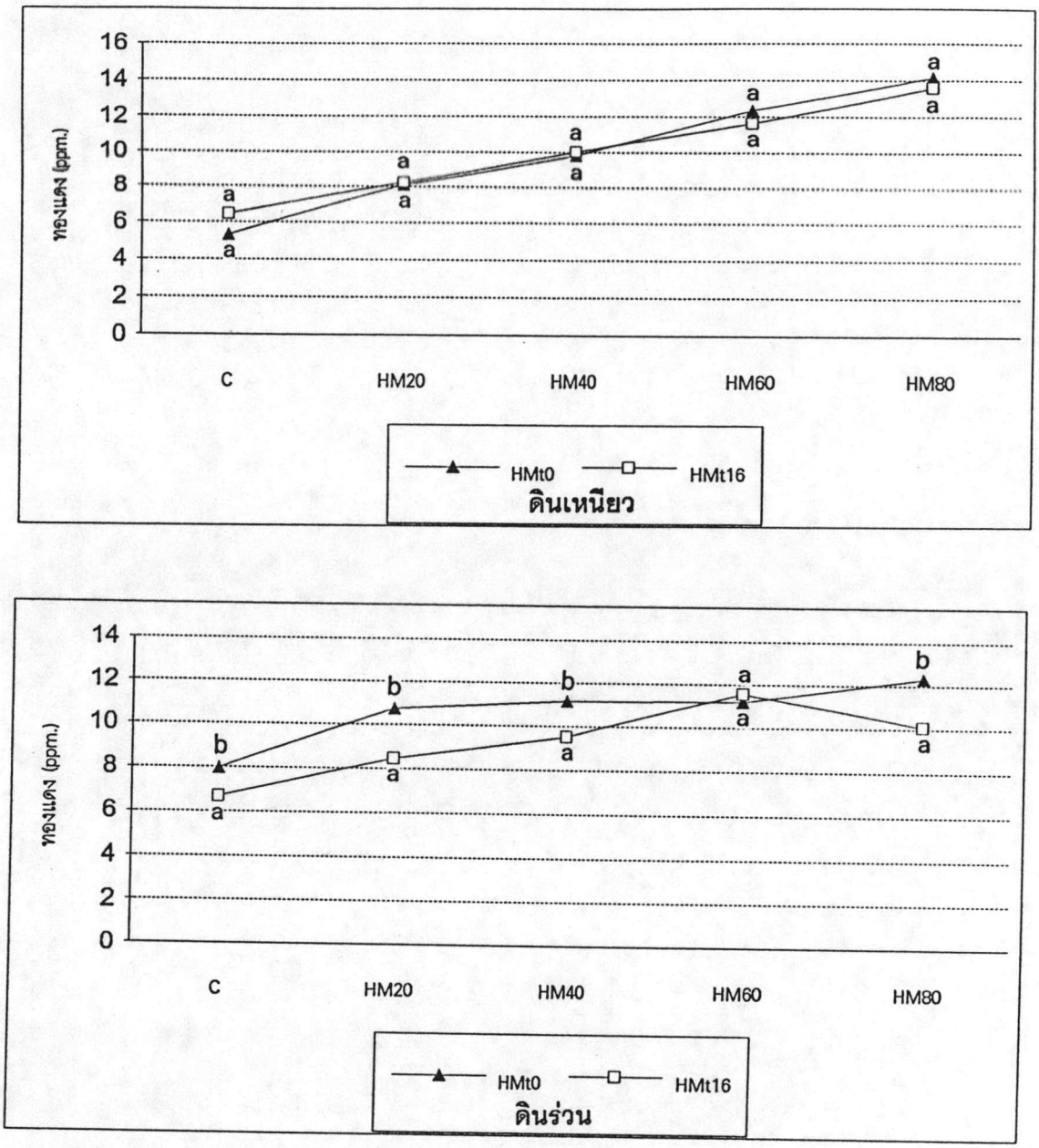
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดง ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

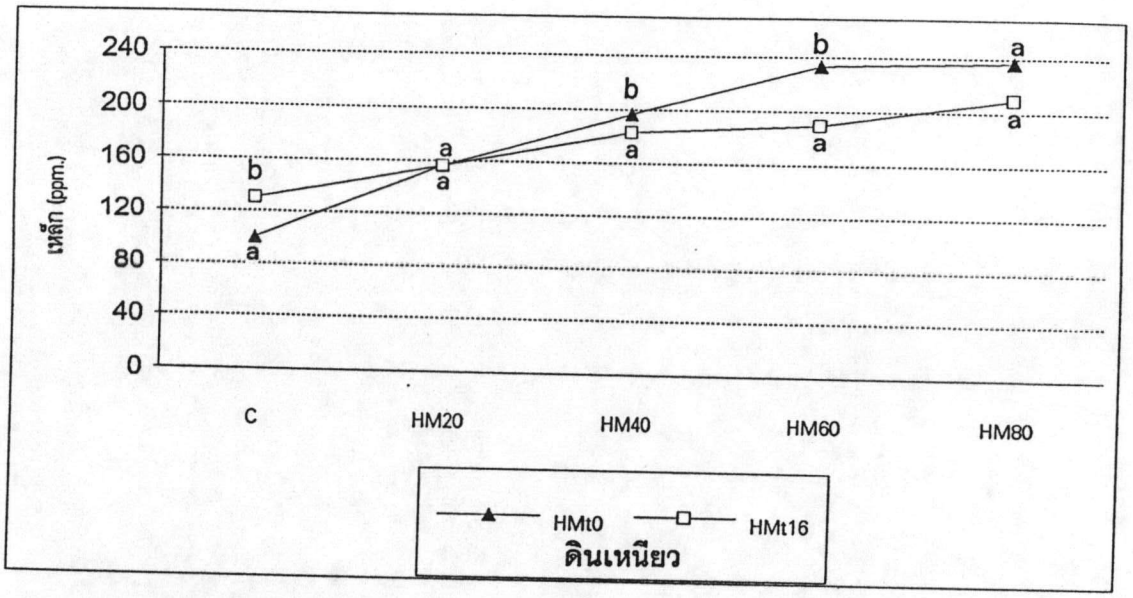
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

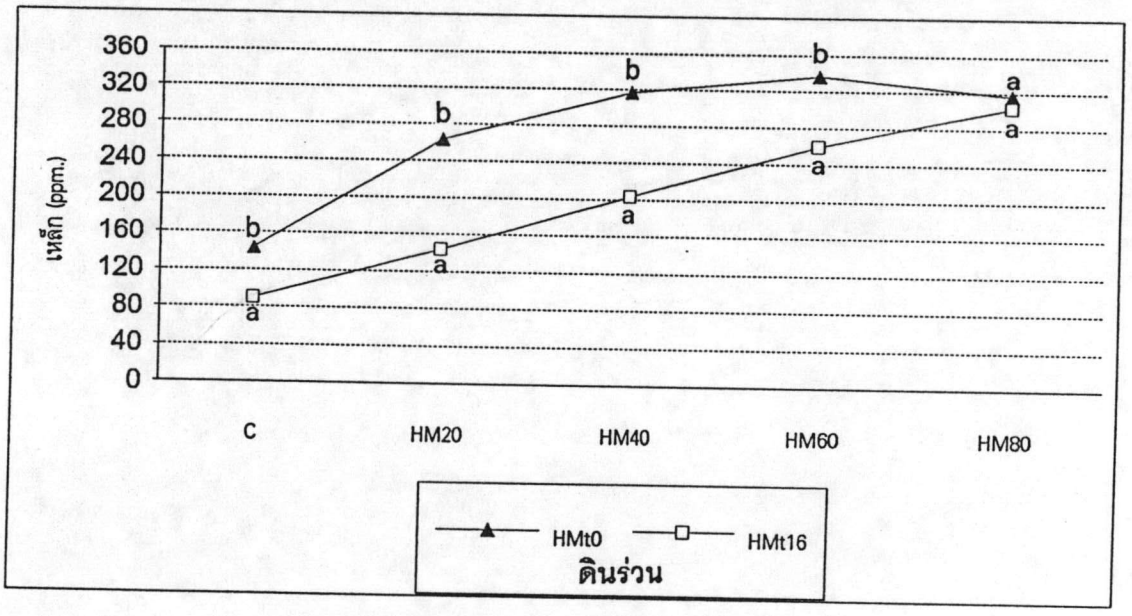
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็ก ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

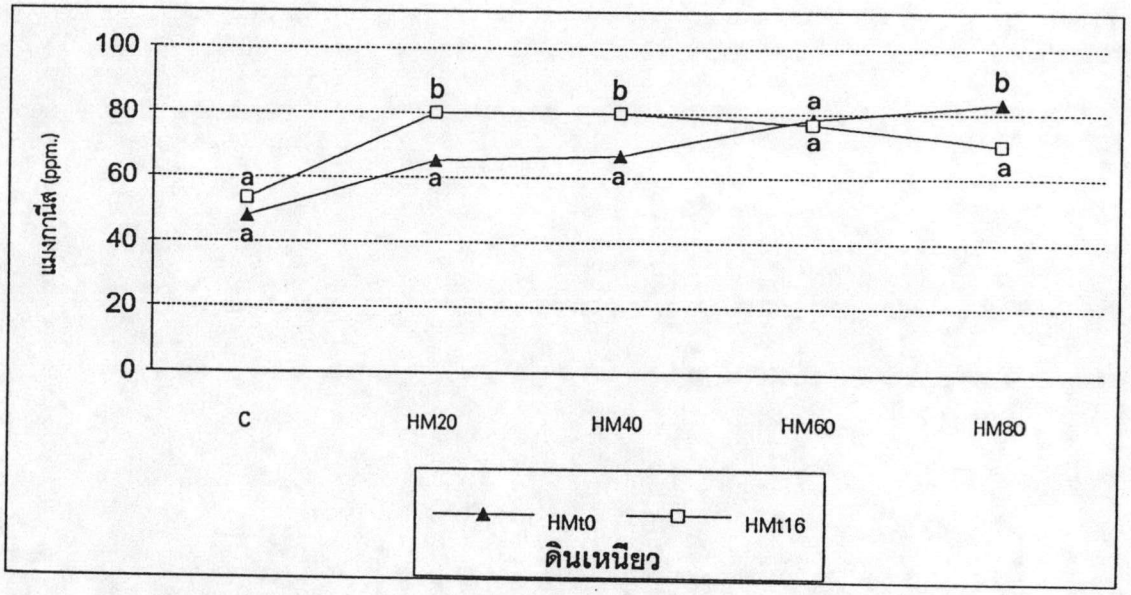
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

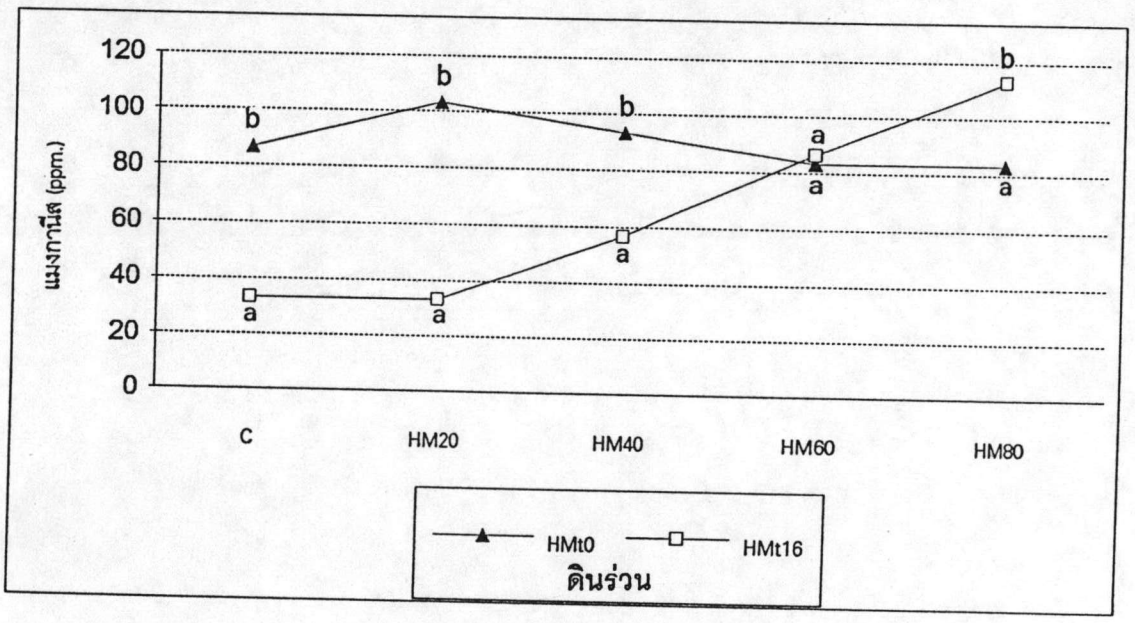
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมงกานีส ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

<u>หมายเหตุ</u> 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

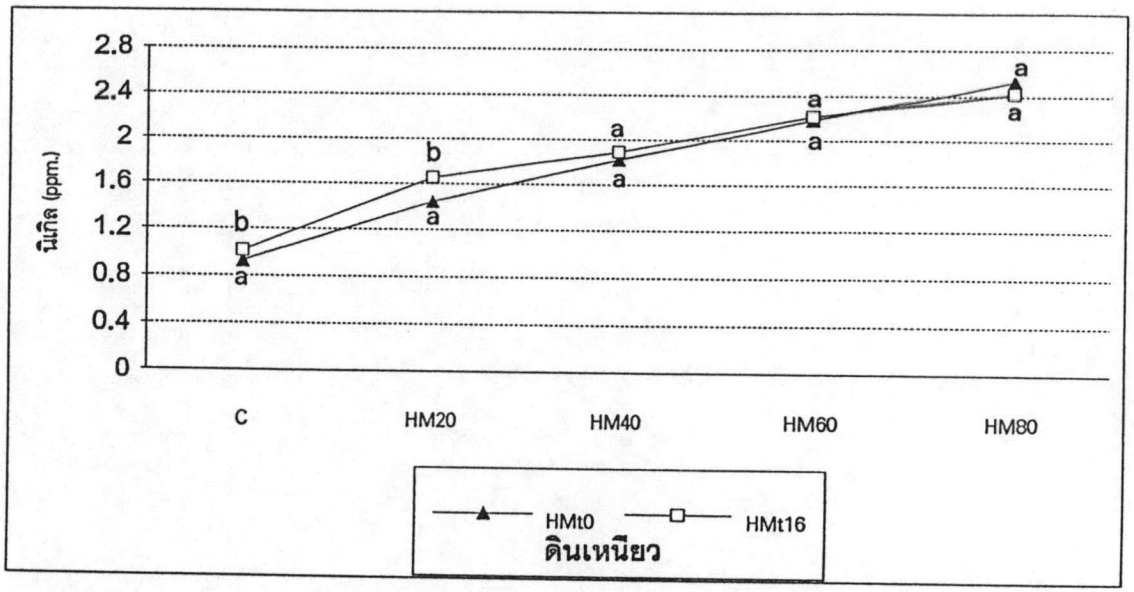
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

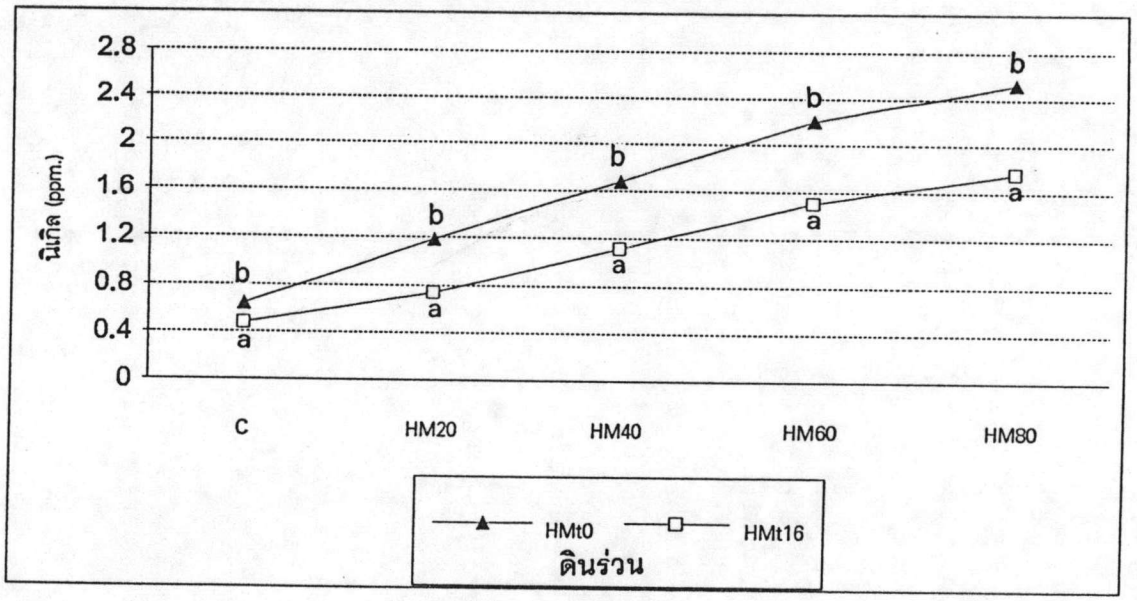
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณนิเกิล ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

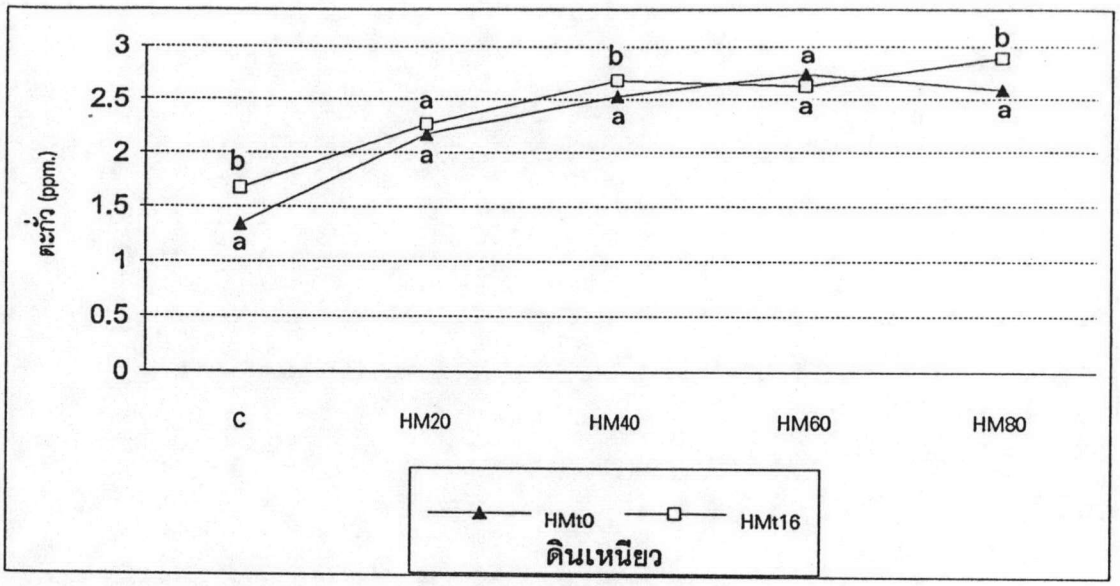
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

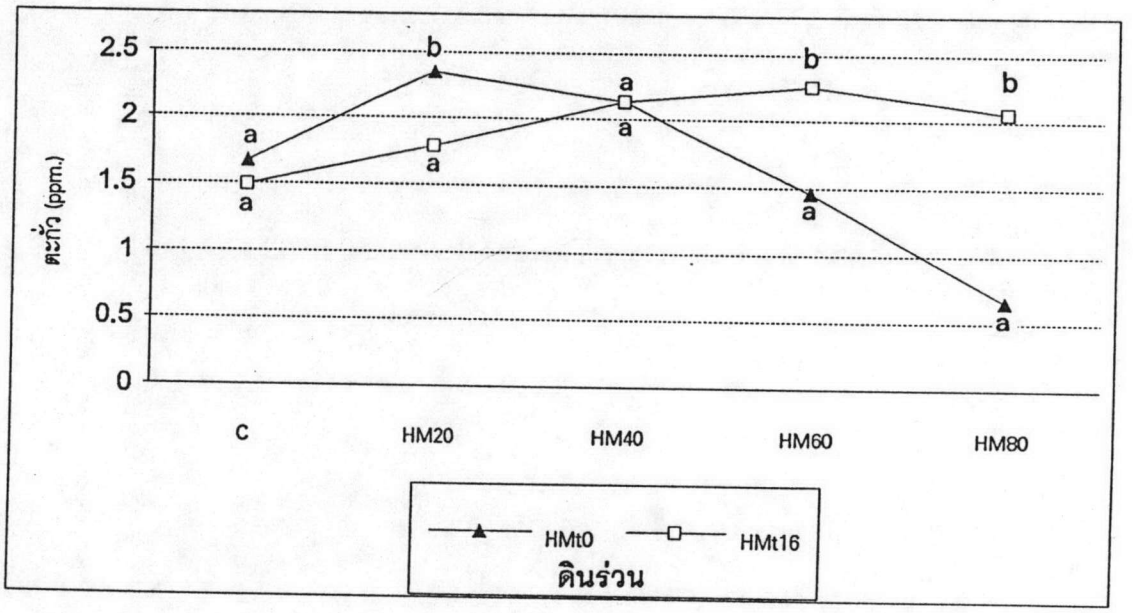
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4. 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกั่ว ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

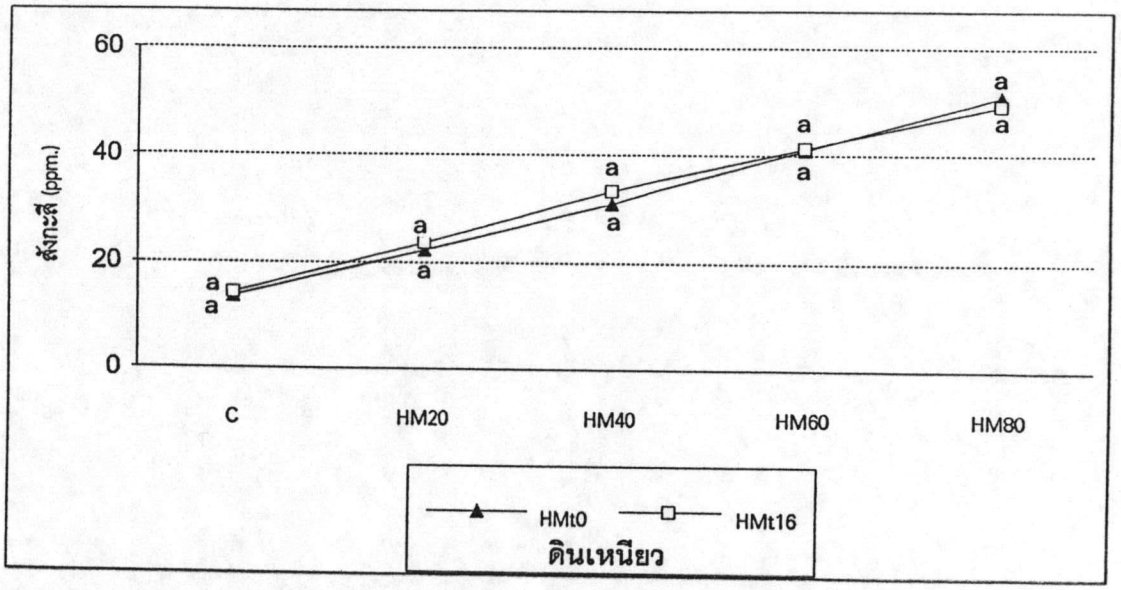
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

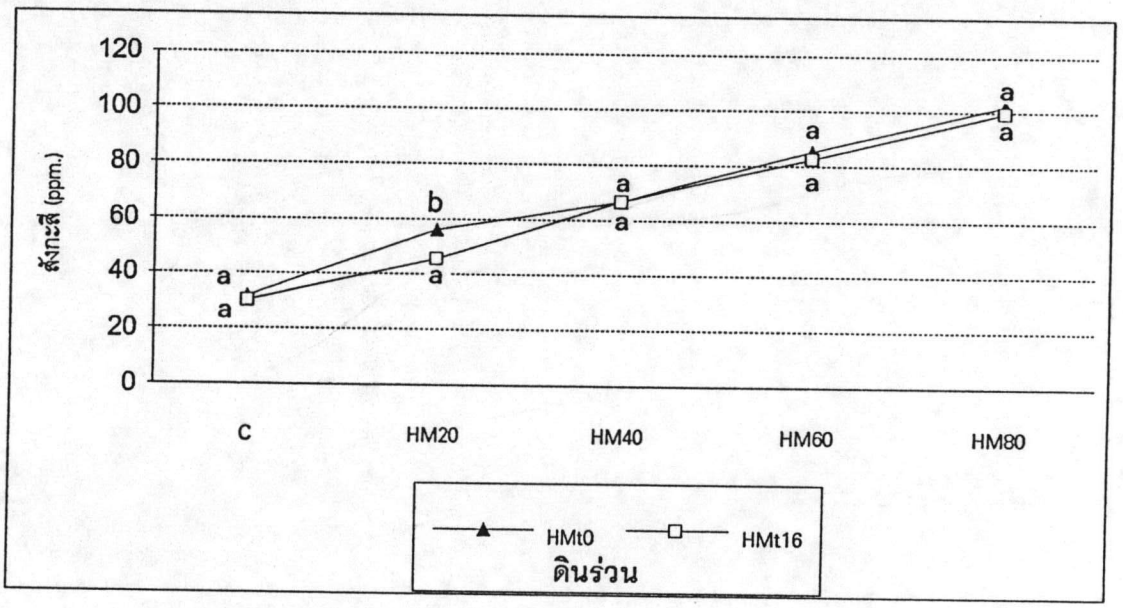
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4. 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสี ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมสารละลายโลหะหนัก 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) HMt0 และ HMt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

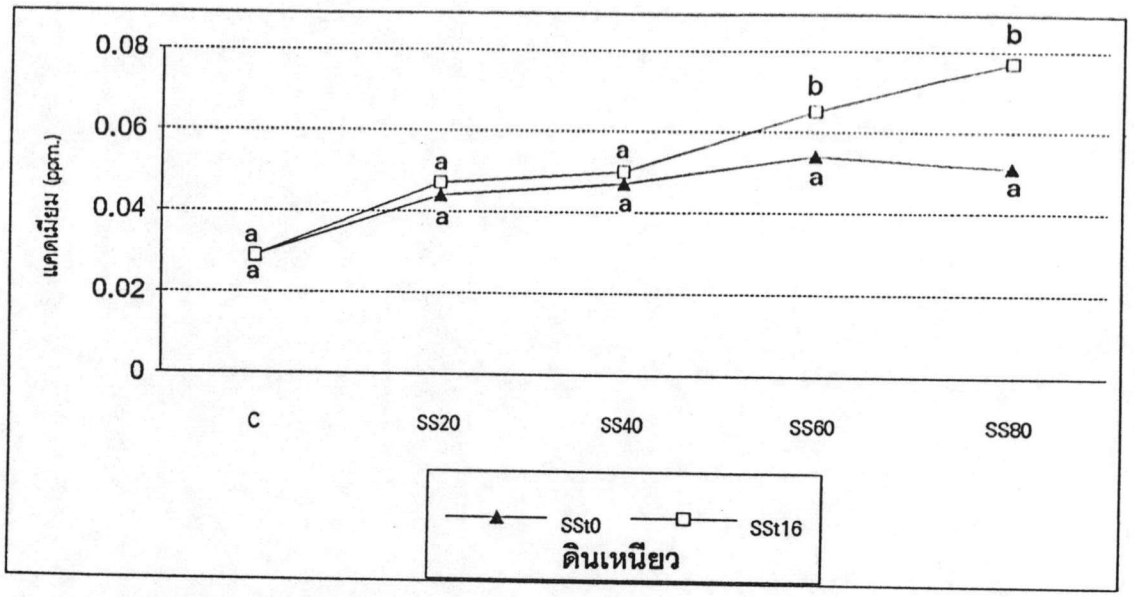
3) HM20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

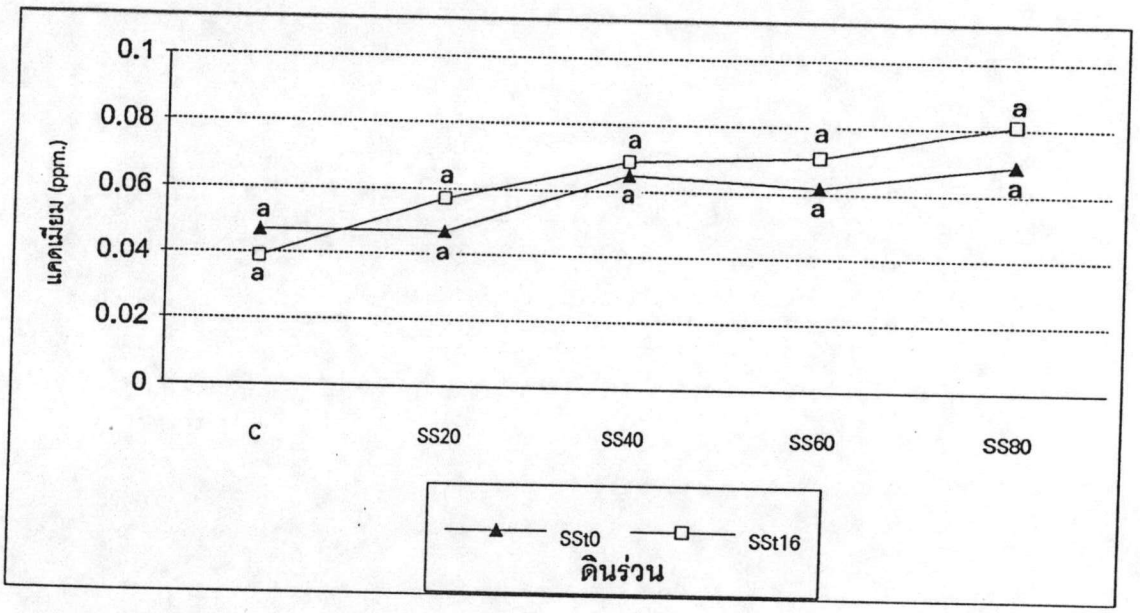
4) HM40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) HM60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) HM80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมโลหะหนักเทียบเท่าในกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคดเมียม ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

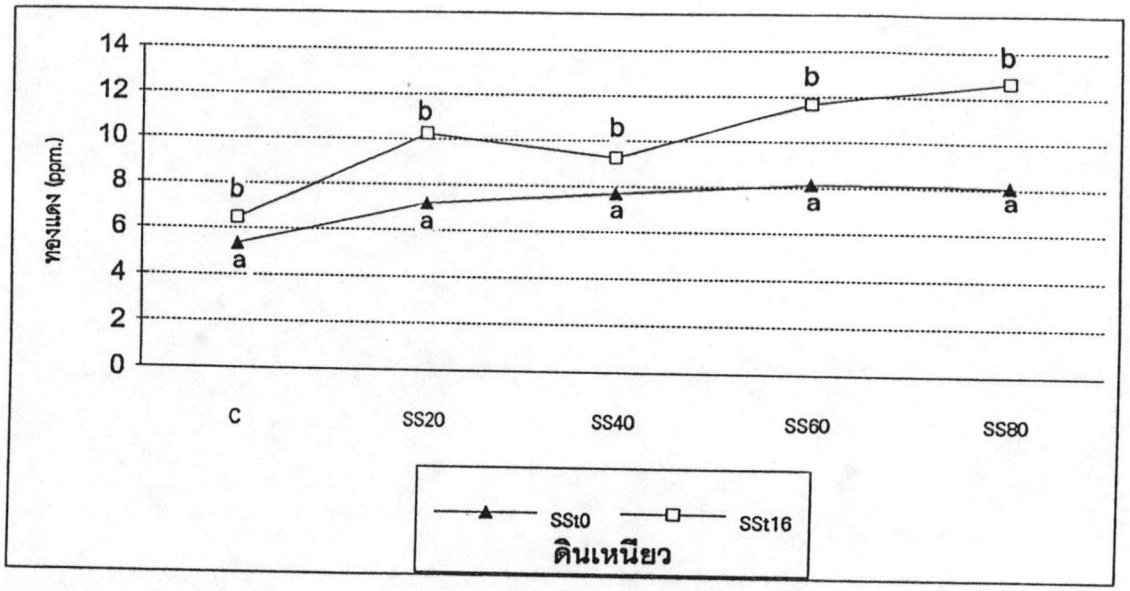
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

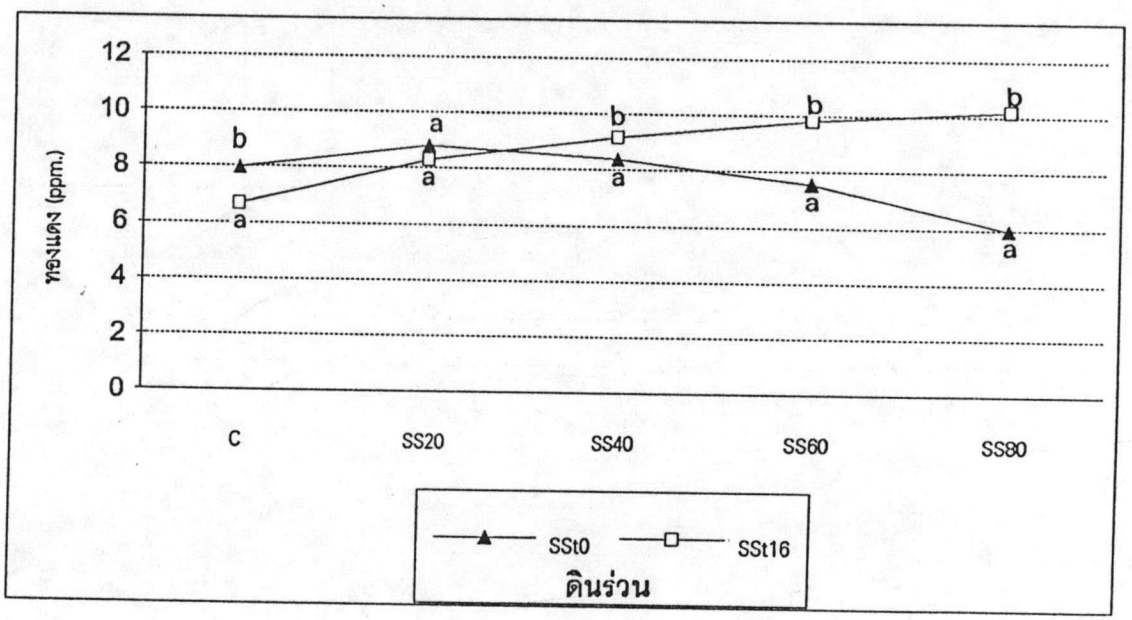
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดง ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

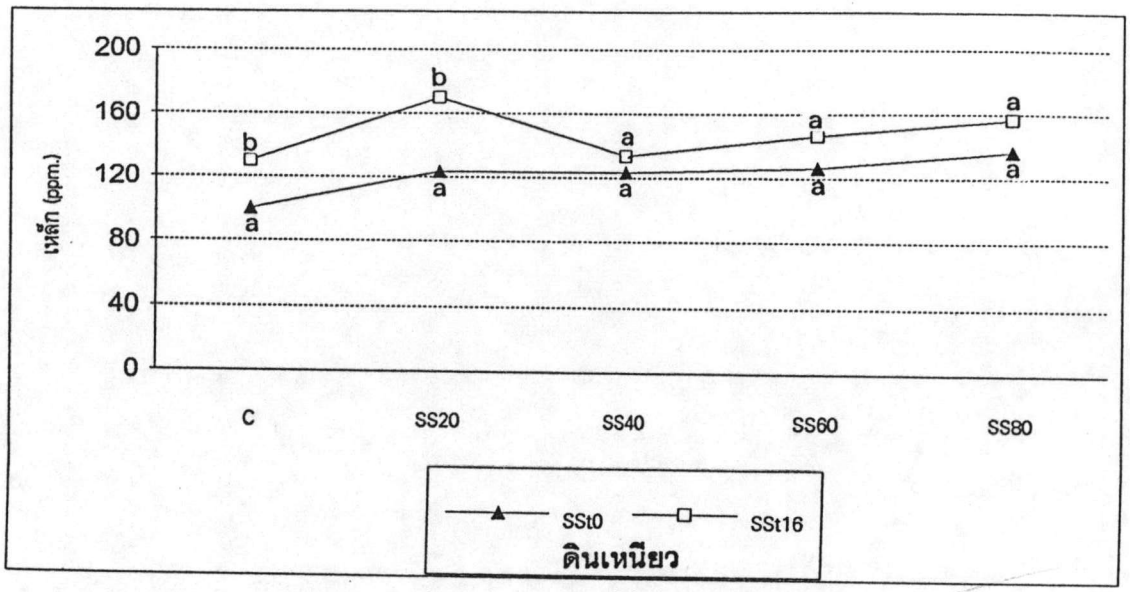
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

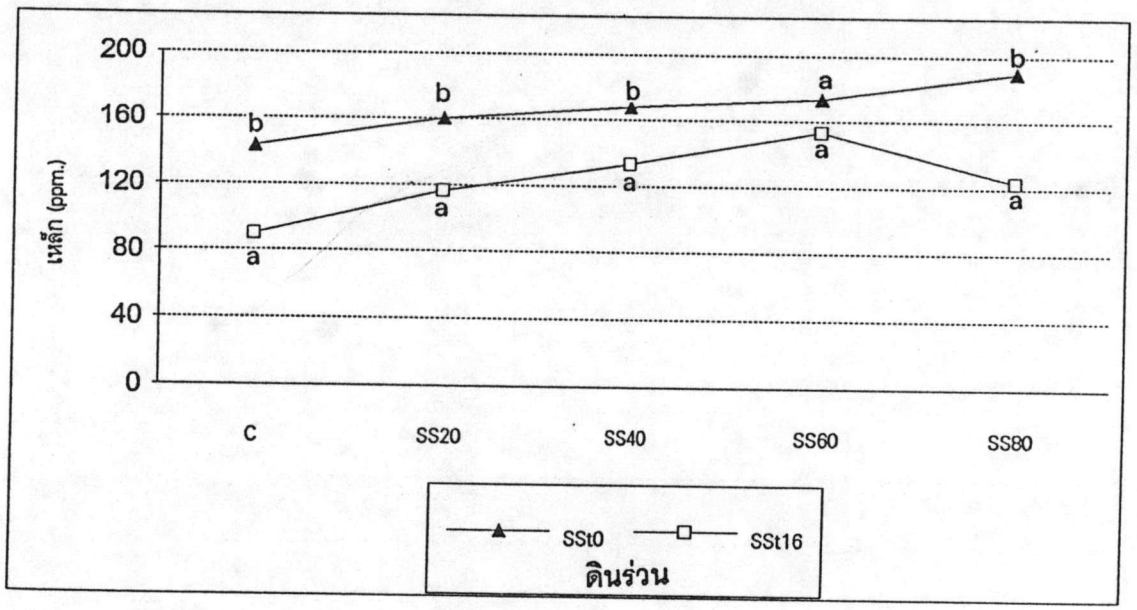
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็ก ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

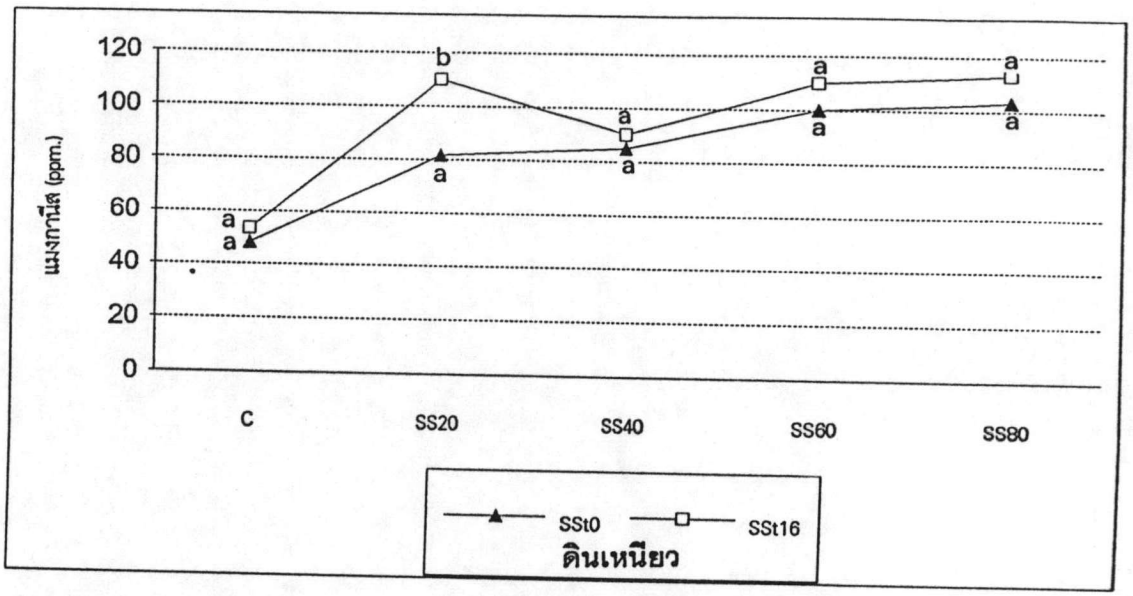
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

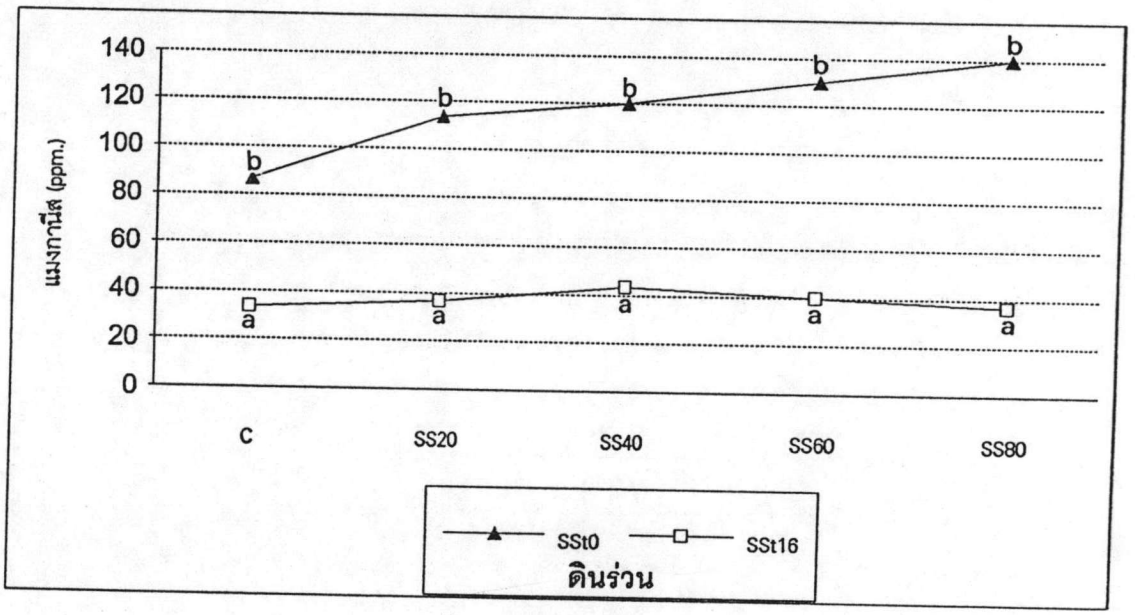
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมงกานีส ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

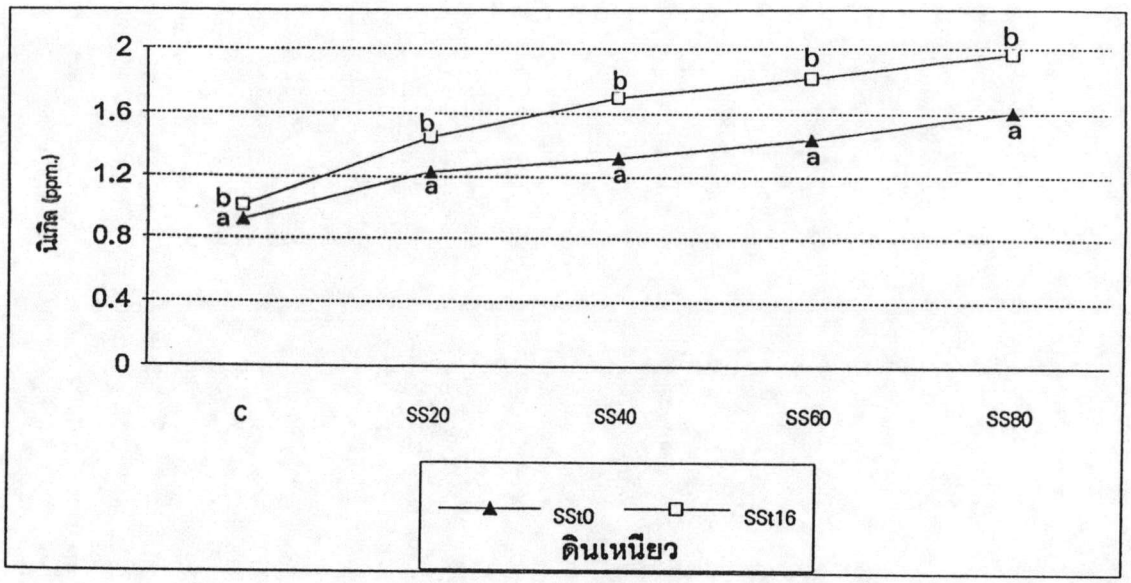
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

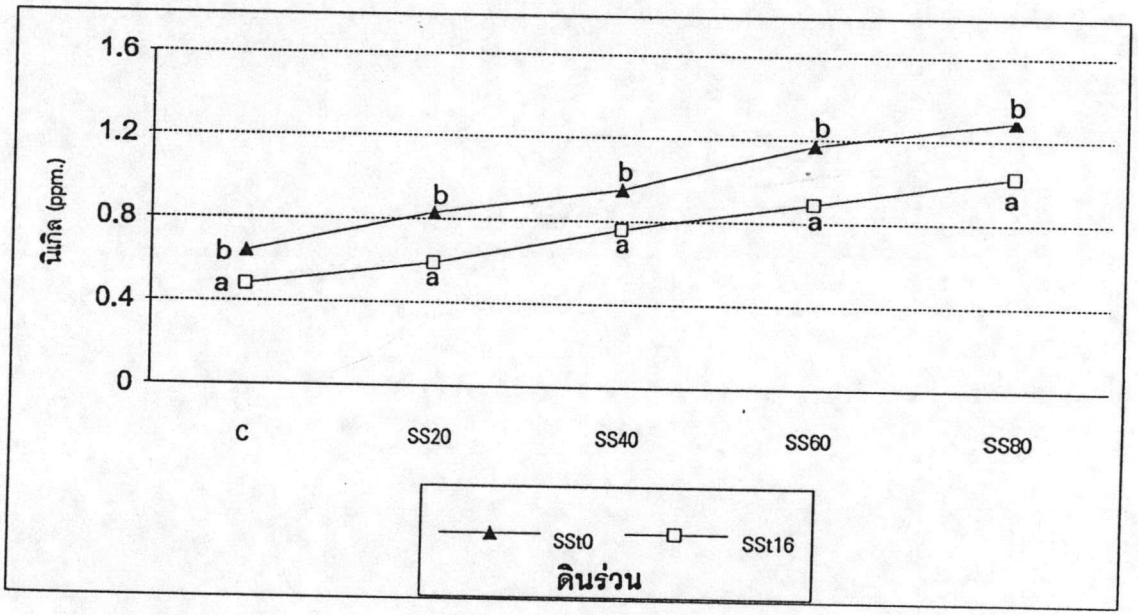
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณนิเกิล ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

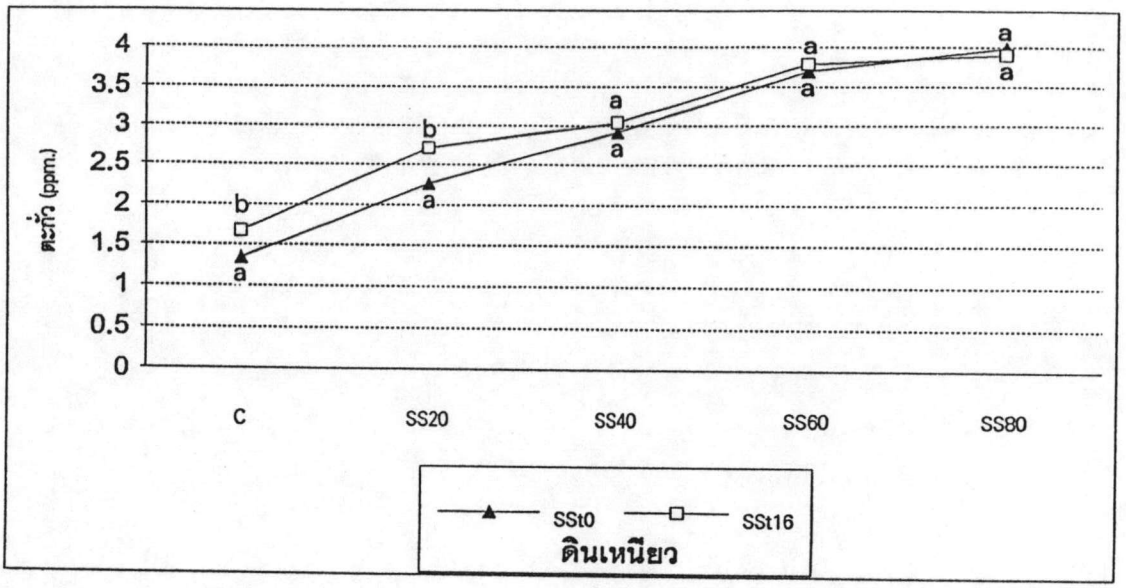
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

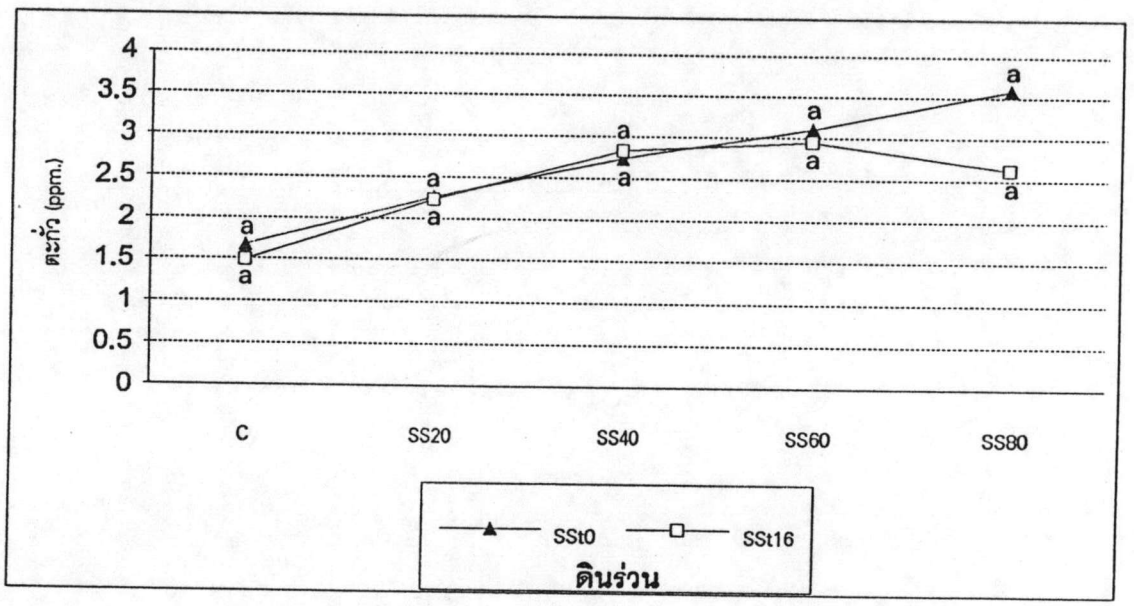
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกั่ว ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

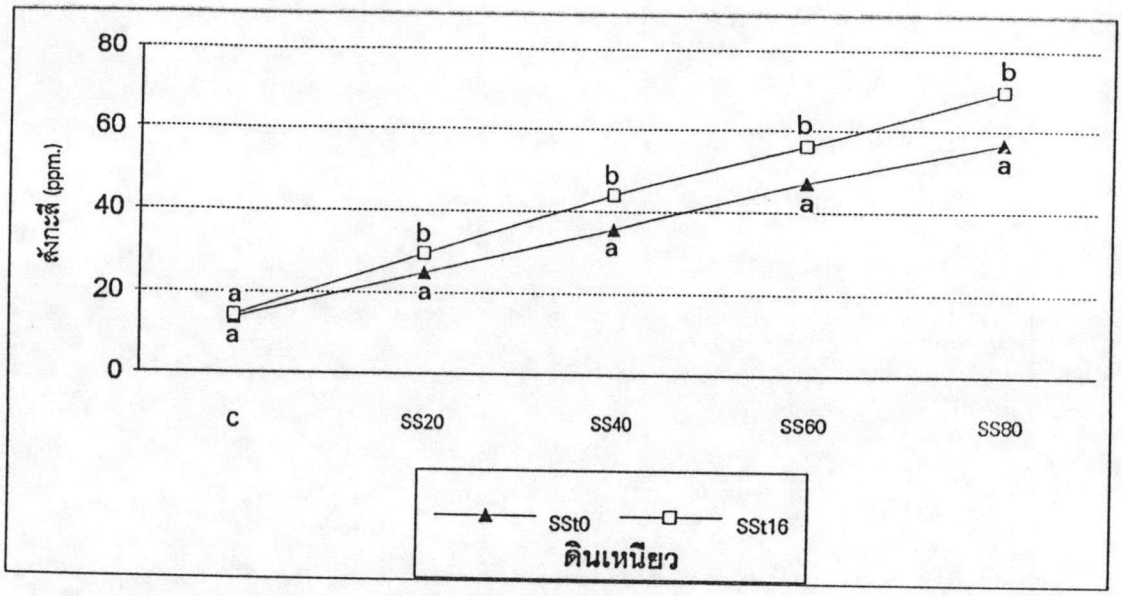
3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

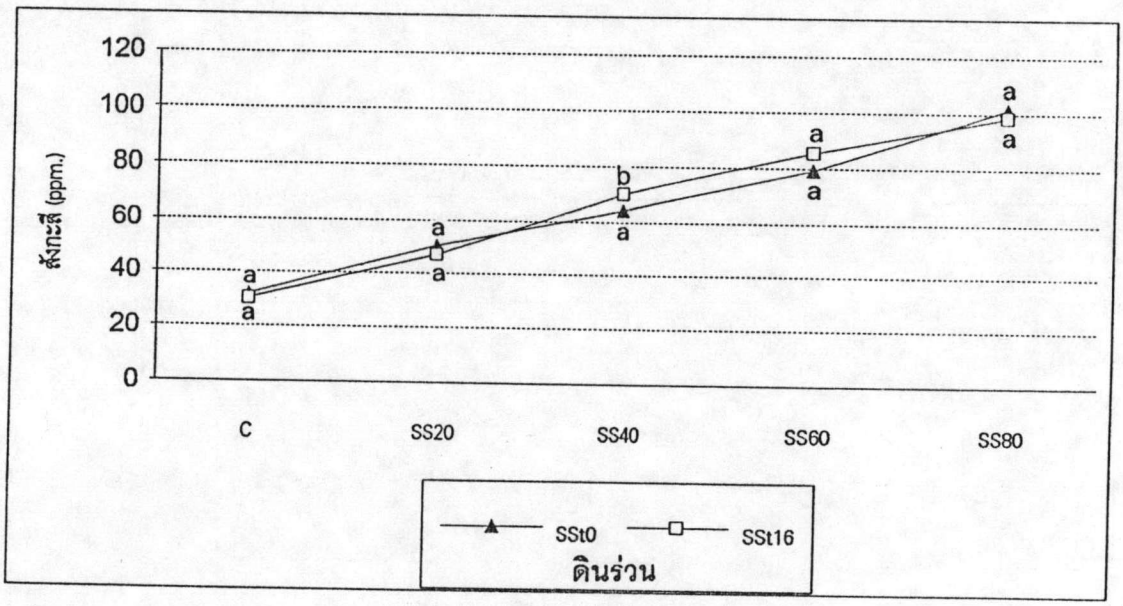
4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT





รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสี ในดินเหนียวและดินร่วนภายหลังเติมกากตะกอน 4 ระดับ

หมายเหตุ 1) SSt0 และ SSt16 หมายถึง ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้จากตัวอย่างภายหลังดำเนินการทดลองทันที และภายหลังดำเนินการทดลอง 16 สัปดาห์

2) C หมายถึง ตำรับทดลองควบคุม

3) SS20 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

4) SS40 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 40 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

5) SS60 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 60 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

6) SS80 หมายถึง ตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนที่อัตราเติม 80 เมตริกตันต่อเฮกตาร์

7) a , b หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละตำรับทดลอง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ตามวิธีของ DMRT