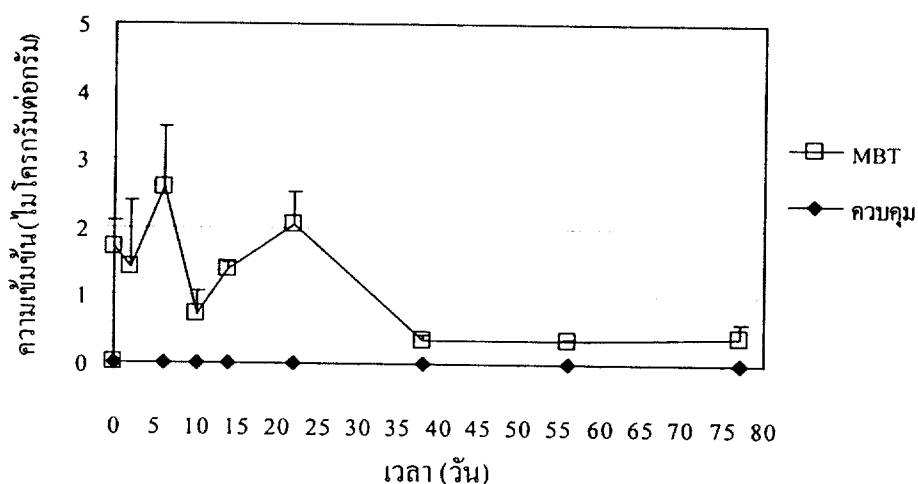
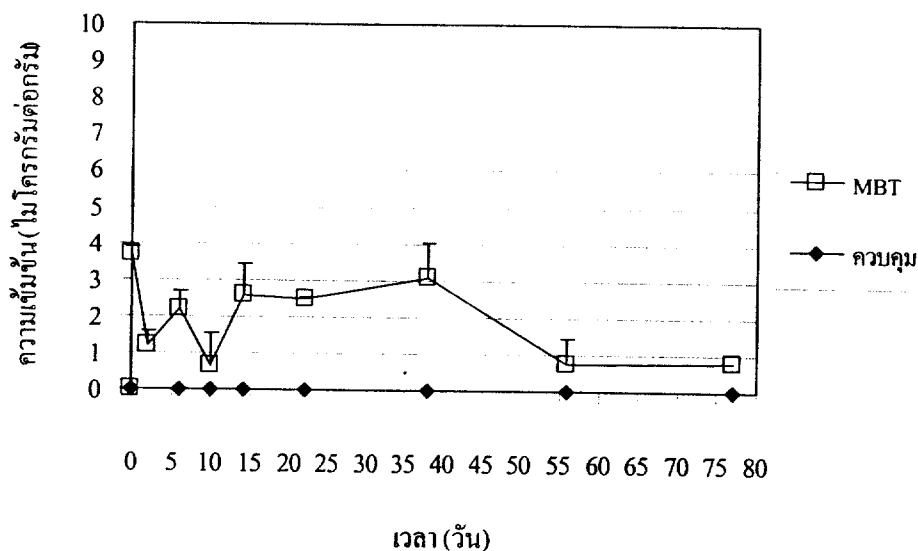




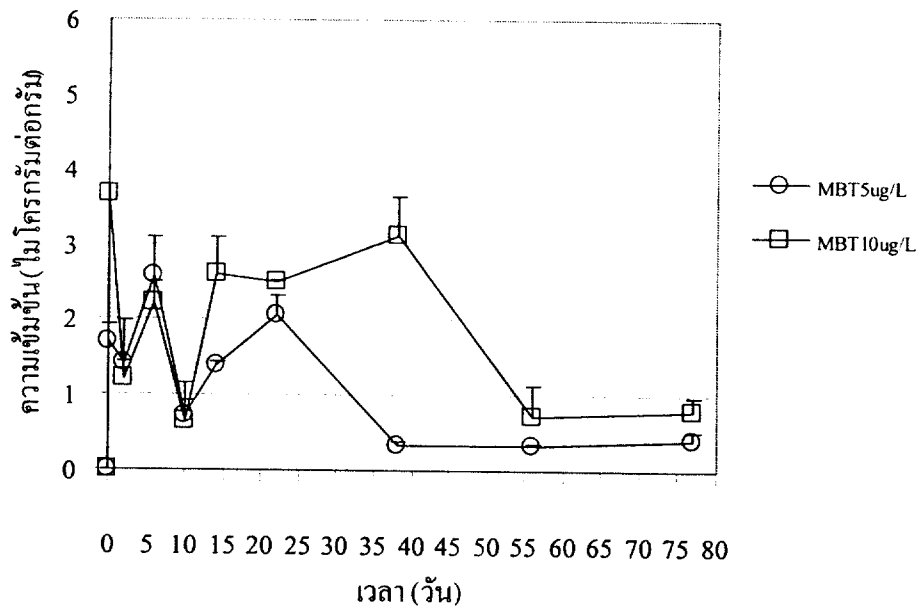
ภาพที่ 44 แสดงปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างที่มีการเติม MBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD, จุดควบคุมคือไม่เติมสาร)

การเปลี่ยนแปลงสภาพ MBT ในตู้ทดลองที่มี MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อเติมบิวทิลทินไดรคลอไรด์ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลอง พบว่ามีปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นล่าง 3.67 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในระยะเวลา 0.08 วัน และมีปริมาณค่อนข้างคงที่จนกระทั่งถึงวันที่ 56 หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงจนสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 วิเคราะห์ได้ 0.81 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 45



ภาพที่ 45 แสดงปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างที่มีการเติม MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD, จุดควบคุมคือไม่เติมสาร)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT ปริมาณ 5 หรือ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการทดลองจนถึงวันที่ 10 ตู้ทดลองที่เติม MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร มีปริมาณการสะสมของ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างมากกว่าในตู้ทดลองที่เติม MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร หลังจากวันที่ 10 ไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณของ MBT ในตู้ทดลองที่เติม MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มมากกว่าในตู้ทดลองที่เติม MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 46 โดยที่สาร MBT มีความแตกต่างกันตามระยะเวลา ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 20



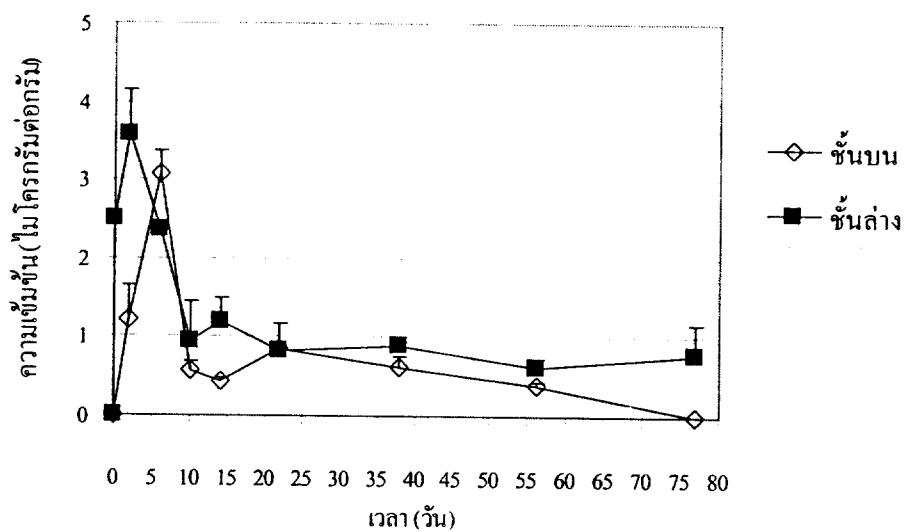
ภาพที่ 46 แสดงปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT 5 หรือ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณของ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างของตู้ทดลองที่เติม MBT 5 หรือ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสารในตู้ทดลอง (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	MBT 5 ^a	MBT 10 ^a
0	0.00	0.00
0.08	1.70*	3.67*
2	1.42*	1.22*
6	2.58*	2.20*
10	0.71	0.65
14	1.38*	2.60*
22	2.05*	2.49*
38	0.34	3.11*
56	0.35	0.73
77	0.40	0.81

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สาร MBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นของแต่ละชุดทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร TBT ในตู้ทดลองปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าการสะสมของสาร TBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าดินตะกอนชั้นบน ในช่วง 2 วันแรกแต่หลังจากนั้นพบว่า TBT เกิดการสะสมในดินตะกอนชั้นบนเพิ่มขึ้นในปริมาณที่สูงขึ้นในวันที่ 6 และลดลงในวันที่ 10 แต่หลังจากนั้นปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนจะค่อยๆ ลดลงจนไม่เกิดการสะสมในดินตะกอนชั้นบนในวันสุดท้ายของการทดลอง ส่วนปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วจากวันที่ 2 จนถึงวันที่ 10 ของการทดลอง และสะสมในปริมาณ 0.93 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองวันที่ 77 ดังแสดงในภาพที่ 47 โดยพบว่าการสะสมสาร TBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 21



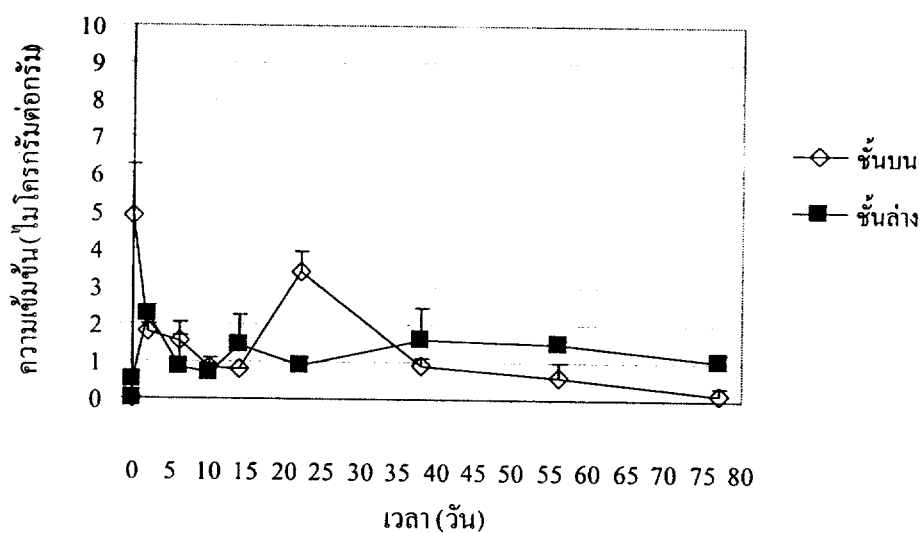
ภาพที่ 47 แสดงปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม TBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม TBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร TBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	0.00	2.50*
2	1.21*	3.59*
6	3.08*	2.36*
10	0.58	0.93
14	0.43	1.19*
22	0.85	0.83
38	0.62	0.89
56	0.38	0.63
77	0.00	0.77

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร TBT ในตู้ทดลองปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าในช่วงแรกของการทดลองมีการสะสมของสาร TBT ในดินตะกอนชั้นบนมากกว่าดินตะกอนชั้นล่าง และต่อมามีการสะสมของสาร TBT ในปริมาณใกล้เคียงกันในวันที่ 4 จนถึงวันที่ 38 ปริมาณของ TBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าชั้นบน ตลอดระยะเวลาของการทดลองจนถึงวันที่ 77 ซึ่งสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 22 สาร TBT ในดินตะกอนชั้นบนมีปริมาณมากกว่าในชั้นล่าง ดังแสดงในภาพที่ 48 โดยพบว่าปริมาณการสะสมสาร TBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 22



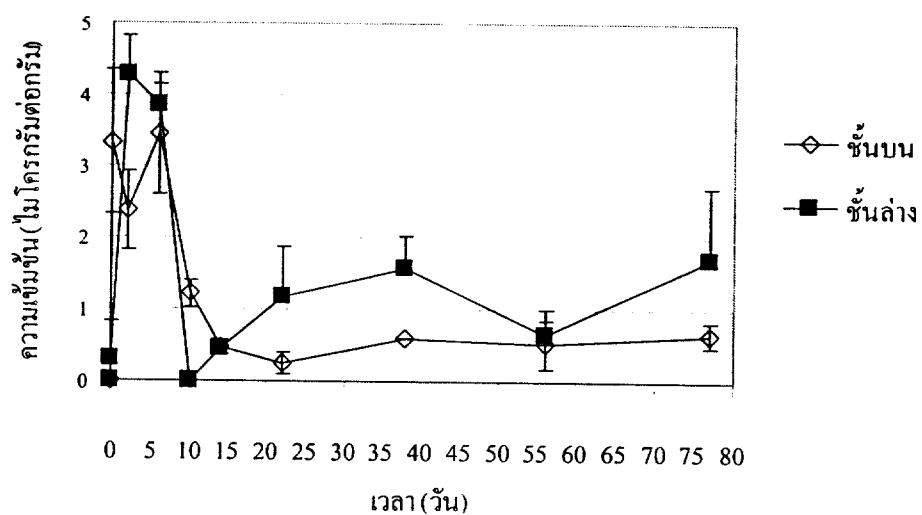
ภาพที่ 48 แสดงปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม TBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม TBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร TBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	4.88*	0.48
2	1.77*	2.24*
6	1.55*	0.85
10	0.86	0.69
14	0.80	1.46*
22	3.36*	0.89
38	0.90	1.59*
56	0.60	1.50*
77	0.15	1.04*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร DBT ในตู้ทดลองปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าในระยะเวลา 0.08 วันมีการสะสมของ DBT ในดินตะกอนชั้นบนมากกว่าชั้นล่าง และตั้งแต่วันที่ 2 เป็นต้นไปพบว่า การสะสมของสาร DBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าดินตะกอนชั้นบน ตลอดระยะเวลาของการทดลองจนถึงวันที่ 77 ซึ่งสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 10 สาร DBT ในดินตะกอนชั้นบนมีปริมาณมากกว่าชั้นล่าง และมีปริมาณใกล้เคียงกันในวันที่ 14 และ 56 ดังแสดงในภาพที่ 49 โดยพบว่าปริมาณการสะสมสาร DBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 23



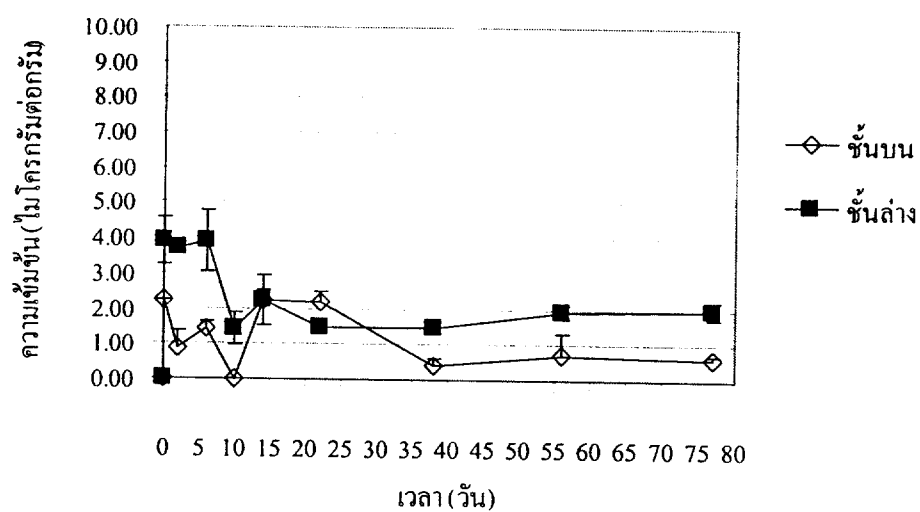
ภาพที่ 49 แสดงปริมาณ DBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม DBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบปริมาณ DBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม DBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร DBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	3.33*	0.29
2	2.38*	4.27*
6	3.45*	3.86*
10	1.22*	0.00
14	0.48	0.46
22	0.25	1.17*
38	0.59	1.58*
56	0.52	0.64
77	0.65	1.69*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร DBT ในตู้ทดลองปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าการสะสมของ DBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าชั้นบน ตลอดระยะเวลาของการทดลองจนถึงวันที่ 77 ซึ่งสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 14 ซึ่งสาร DBT มีปริมาณใกล้เคียงกันทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างและในวันที่ 22 สาร DBT ในดินตะกอนชั้นบนมีปริมาณมากกว่าชั้นล่าง ดังแสดงในภาพที่ 50 โดยพบว่าปริมาณการสะสมสาร DBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 24



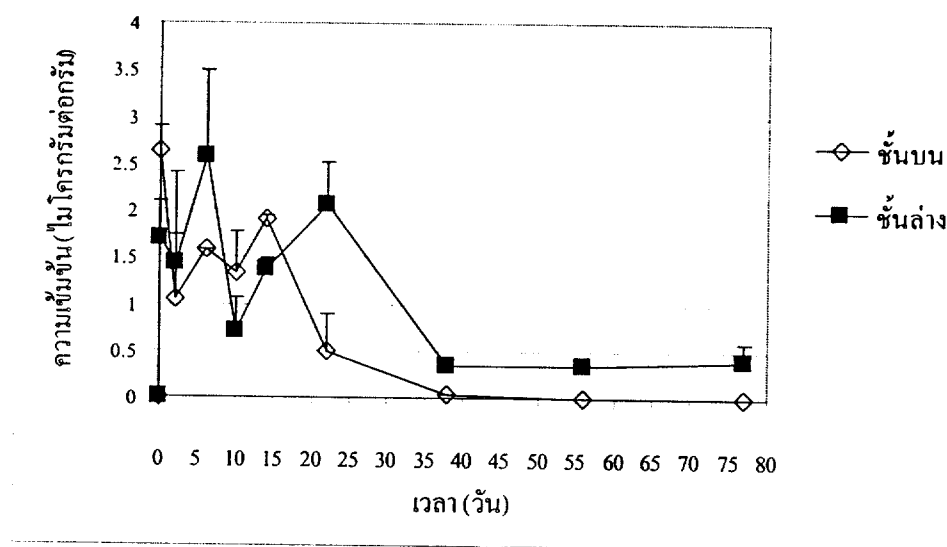
ภาพที่ 50 แสดงปริมาณ DBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม DBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบปริมาณ DBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม DBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร DBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	2.22*	3.92*
2	0.88	3.72*
6	1.40*	3.92*
10	0.00	1.44*
14	2.21*	2.26*
22	2.17*	1.49*
38	0.39	1.49*
56	0.72	1.93*
77	0.63	1.98*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร MBT ในตู้ทดลองปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าในระยะเวลา 0.08 วัน มีการสะสมของ MBT ในดินตะกอนชั้นบนมากกว่าชั้นล่าง และในวันที่ 2 เป็นต้นไป การสะสมของ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าชั้นบน ตลอดระยะเวลาของการทดลองจนถึงวันที่ 77 ซึ่งสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 10 และ 14 สาร MBT ในดินตะกอนชั้นบนมีปริมาณมากกว่าชั้นล่าง ดังแสดงในภาพที่ 51 โดยพบว่าปริมาณการสะสมสาร MBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 25



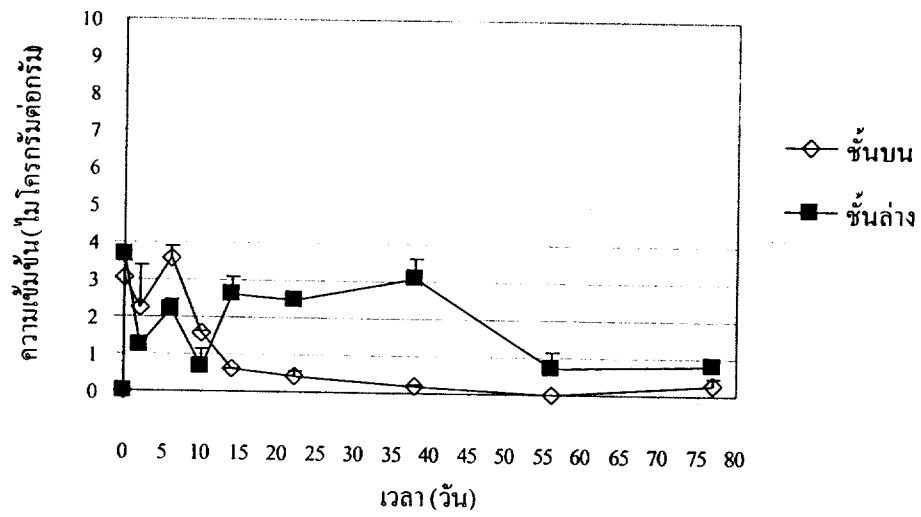
ภาพที่ 51 แสดงปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม MBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร MBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	2.63*	1.70*
2	1.05*	1.42*
6	1.57*	2.58*
10	1.34*	0.71
14	1.91*	1.38*
22	0.49	2.05*
38	0.03	0.34
56	0.00	0.35
77	0.00	0.40

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของสาร MBT ในตู้ทดลองปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าในระยะเวลา 0.08 วันสาร MBT มีปริมาณในดินตะกอนชั้นล่างมากกว่าชั้นบน และมีปริมาณลดลงในวันที่ 2 จนถึงวันที่ 6 มีการสะสมของ MBT ในดินตะกอนชั้นบนมากกว่าชั้นล่าง และตั้งแต่วันที่ 14 เป็นต้นไป การสะสมของ MBT ในดินตะกอนชั้นล่างมีแนวโน้มมากกว่าชั้นบน ตลอดระยะเวลาของการทดลองจนถึงวันที่ 77 ซึ่งสิ้นสุดการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 52 โดยพบว่าปริมาณการสะสมสาร MBT ทั้งในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 26



ภาพที่ 52 แสดงปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบปริมาณ MBT ในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร MBT (ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง))	
	ชั้นบน ^a	ชั้นล่าง ^a
0	0.00	0.00
0.08	3.03*	3.67*
2	2.26*	1.22*
6	3.56*	2.20*
10	1.56*	0.65
14	0.61	2.60*
22	0.45	2.49*
38	0.21	3.11*
56	0.00	0.73
77	0.27	0.81

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และตัวอักษรที่เหมือนกัน (a) คือปริมาณสารที่ไม่แตกต่างกัน

Fate ของไทรบิวทิลทิน ไคบิวทิลทิน และโมนิบิวทิลทิน ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง

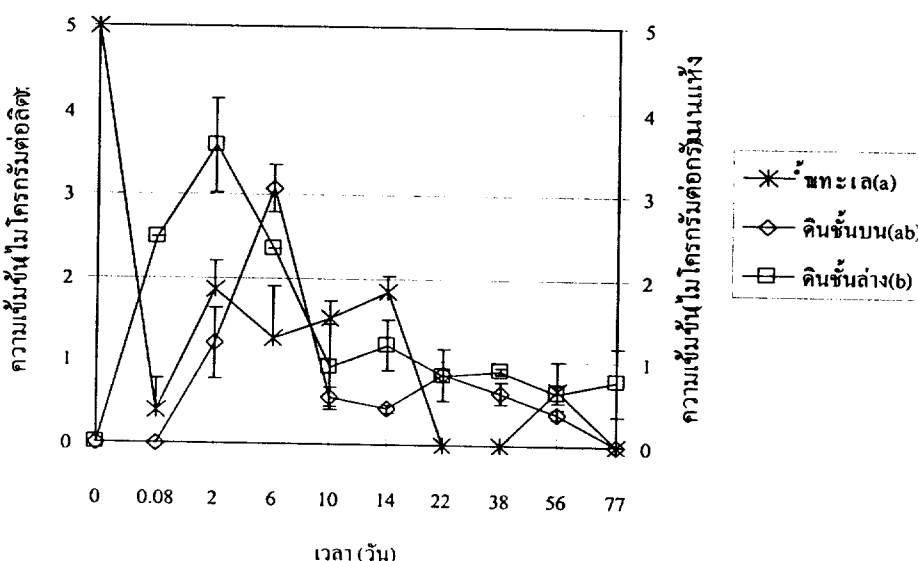
จากผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณของสารไทรบิวทิลทิน ไคบิวทิลทิน และโมนิบิวทิลทิน ทั้งในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่า fate ของสารทั้ง 3 ชนิดมีดังนี้

Fate ของ TBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง เมื่อเปรียบเทียบ TBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วยน้ำทะเลและดินตะกอน พบว่าสาร TBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง พบอยู่ในน้ำทะเลเพียง 0.39 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน แต่ในวันที่ 2 ปริมาณของสาร TBT เพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 14 จึงมีปริมาณลดลงจนตรวจไม่พบในวันสุดท้ายของการทดลองวันที่ 77 ยกเว้นในวันที่ 56 สาร TBT มีปริมาณเพิ่มขึ้น

ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันไม่พบสาร TBT ในดินตะกอนชั้นบน แต่พบปริมาณมากขึ้นเป็น 1.21 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และยังคงเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 6 มีปริมาณ 3.08 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงเป็น 0.58 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และค่อนข้างคงที่จนถึงสิ้นสุดการทดลองซึ่งตรวจไม่พบในวันที่ 77 เช่นเดียวกับน้ำทะเล

ส่วนในดินตะกอนชั้นล่างพบว่ามีความเข้มข้นสาร TBT สะสมอยู่มากที่สุดปริมาณ 2.5 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน และยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 แต่ในวันที่ 6 มีปริมาณลดลงเหลือน้อยกว่าปริมาณสาร TBT ในดินตะกอนชั้นบนและยังคงลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 10 มีปริมาณสาร TBT 0.93 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนกระทั่งวันสุดท้ายของการทดลองในวันที่ 77 ที่ตรวจไม่พบปริมาณสาร TBT ในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบน แต่ยังคงตรวจพบในดินตะกอนชั้นล่างมีปริมาณ 0.77 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 53 โดยสาร TBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างมีความแตกต่างกันและมีการสะสมสาร TBT ในดินตะกอนชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งปริมาณสารและระยะเวลา ดังแสดงในตารางที่ 27

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ TBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร TBT และสารตัวกลางคือ DBT และ MBT มีปริมาณอัตราส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลังจากเคมีการ) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 28



ภาพที่ 53 แสดงปริมาณ TBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม TBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 27 ปริมาณ TBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม TBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร TBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^{ab}	ดินชั้นล่าง ^b
0	5.00	0.00	0.00
0.08	0.39*	0.00	2.50*
2	1.87*	1.21*	3.59*
6	1.27*	3.08*	2.36*
10	1.52*	0.58	0.93
14	1.85*	0.43	1.19*
22	0.00*	0.85	0.83
38	0.00*	0.62	0.89
56	0.67*	0.38	0.63
77	0.00*	0.00	0.77

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่าง และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b) คือปริมาณสารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 28 แสดงอัตราส่วนของ TBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสารตั้งต้นและสารตัวกลาง		
		TBT	DBT	MBT
0.08	น้ำทะเล	7.8	2.4	7.7
	ดินตะกอนชั้นบน	0.0	18.0	6.7
	ดินตะกอนชั้นล่าง	50.0	0.0	0
	รวม	57.8	20.4	14.4
77	น้ำทะเล	0.0	0.0	6.2
	ดินตะกอนชั้นบน	0.0	13.4	9.6
	ดินตะกอนชั้นล่าง	15.4	25.6	7.8
	รวม	15.4	39	23.6

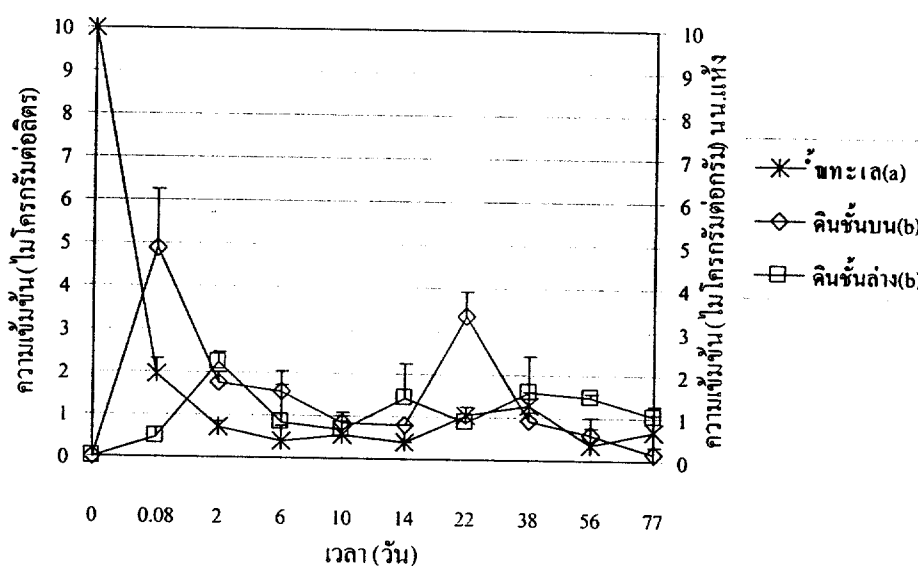
Fate ของ TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง
เมื่อเปรียบเทียบ TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วย
น้ำทะเลและดินตะกอน พบว่าสาร TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง
พบอยู่ในน้ำทะเล 1.95 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน และในวันที่ 2 ปริมาณของสาร
TBT ลดลงและค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 14 จึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 22 และ 38 ปริมาณ
1.26 ไมโครกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงจนตรวจพบในวันสุดท้ายของการทดลอง
วันที่ 77 ปริมาณ 0.67 ไมโครกรัมต่อลิตร

ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันพบสาร TBT ในดินตะกอนชั้นบนปริมาณ 4.87
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณลดลงเป็น 1.76 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)
ในวันที่ 2 และค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 14 สิ้นสุดการทดลองจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 3.36
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงตรวจพบในวันที่ 77 ปริมาณ
0.14 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)

ส่วนในดินตะกอนชั้นล่างพบว่าปริมาณสาร TBT สะสมอยู่ปริมาณเพียงเล็กน้อย 0.48
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ปริมาณ 2.23
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) แต่ในวันที่ 6 มีปริมาณลดลงเหลือ 0.85 ไมโครกรัมต่อกรัม
(น้ำหนักแห้ง) ซึ่งค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองยกเว้นในวันที่ 14, 38 และ 56 มีปริมาณ TBT

เพิ่มขึ้นเป็น 1.40-1.50 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) จนกระทั่งวันสุดท้ายของการทดลองในวันที่ 77 ที่ตรวจพบปริมาณสาร TBT 1.04 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 54 ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบนอย่างมีนัยสำคัญทั้งปริมาณสารและระยะเวลา ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 29

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร TBT และสารตัวกลางคือ DBT และ MBT มีปริมาณอัตราส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลังจากเติมสาร) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 30



ภาพที่ 54 แสดงปริมาณ TBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 29 ปริมาณ TBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม TBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร TBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^b	ดินชั้นล่าง ^b
0	10.00	0.00	0.00
0.08	1.95*	4.88*	0.48
2	0.72*	1.77*	2.24*
6	0.42*	1.55*	0.85
10	0.58*	0.86	0.69
14	0.40*	0.80	1.46*
22	1.04*	3.36*	0.89
38	1.26*	0.90	1.59*
56	0.35*	0.60	1.50*
77	0.68*	0.15	1.04*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่าง และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a) คือปริมาณสารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 30 แสดงอัตราส่วนของ TBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสารตั้งต้นและสารตัวกลาง		
		TBT	DBT	MBT
0.08	น้ำทะเล	19.5	5.8	6.9
	ดินตะกอนชั้นบน	48.8	1.2	0.6
	ดินตะกอนชั้นล่าง	4.8	3.3	4.3
	รวม	70.1	8.3	11.8
77	น้ำทะเล	6.8	0.0	4.6
	ดินตะกอนชั้นบน	1.5	4.2	0
	ดินตะกอนชั้นล่าง	10.4	6.6	1.9
	รวม	18.7	8.6	6.5

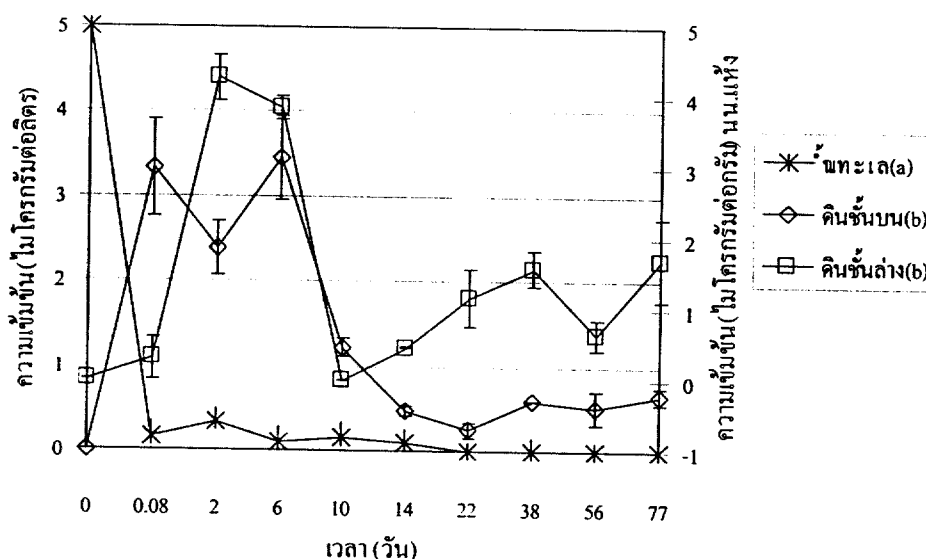
Fate ของ DBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง
เมื่อเปรียบเทียบ DBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วยน้ำทะเล
และดินตะกอน พบว่าสาร DBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง พบอยู่ใน
น้ำทะเลเพียง 0.16 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน และค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 14 หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงจนตรวจไม่พบตั้งแต่วันที่ 22 จนถึงสิ้นสุดการทดลองวันที่ 77

ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันพบสาร DBT ในดินตะกอนชั้นบนปริมาณ 3.33
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณลดลงเป็น 2.23 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)
ในวันที่ 2 และเพิ่มปริมาณเป็น 3.34 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในวันที่ 6 หลังจากนั้น
ในวันที่ 10 และ วันที่ 14 มีปริมาณลดลงสิ้นสุดการทดลองจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 3.36
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงเหลือ 0.47 ไมโครกรัมต่อกรัม
(น้ำหนักแห้ง) และค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองตรวจพบในวันที่ 77 ปริมาณ 0.65 ไมโครกรัม
ต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)

ในดินตะกอนชั้นล่างพบว่าปริมาณสาร DBT สะสมอยู่ปริมาณเพียงเล็กน้อย 0.29
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ปริมาณ 4.27
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) แต่ในวันที่ 10 ตรวจไม่พบปริมาณสาร DBT แต่หลังจากนั้น
มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองยกเว้นในวันที่ 56 มีปริมาณลดลง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 ตรวจพบปริมาณสาร DBT ปริมาณ 1.69 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 55 ซึ่งยังคงมีปริมาณมากกว่าในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบน เช่นเดียวกับสาร TBT และมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 31

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ DBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร DBT และสารตัวกลางคือ MBT มีปริมาณอัตราส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลังจากเติมสาร) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 32



ภาพที่ 55 แสดงปริมาณ DBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม DBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 31 ปริมาณ DBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม DBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร DBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^b	ดินชั้นล่าง ^b
0	5.00	0.00	0.00
0.08	0.17*	3.33*	0.30
2	0.33*	2.38*	4.27*
6	0.11*	3.45*	3.86*
10	0.17*	1.22*	0.00
14	0.09*	0.48	0.46
22	0.00*	0.25	1.17*
38	0.00*	0.60	1.58*
56	0.00*	0.52	0.64
77	0.00*	0.66	1.70*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b) คือปริมาณสารที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$)

ตารางที่ 32 แสดงอัตราส่วนของ DBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

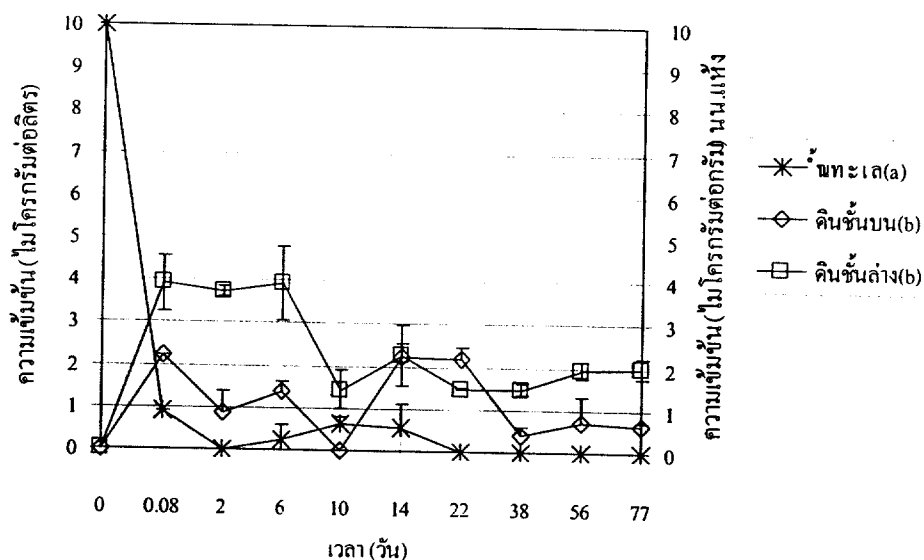
วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสารตั้งต้นและสารตัวกลาง	
		DBT	MBT
0.08	น้ำทะเล	3.4	0.8
	ดินตะกอนชั้นบน	66.6	8.2
	ดินตะกอนชั้นล่าง	6.0	7.1
	รวม	76.0	16.1
77	น้ำทะเล	0.0	0.0
	ดินตะกอนชั้นบน	13.2	6.0
	ดินตะกอนชั้นล่าง	34.0	6.0
	รวม	47.2	12.0

Fate ของ DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง
เมื่อเปรียบเทียบกับ DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วยน้ำทะเล
และดินตะกอน พบว่าสาร DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง พบอยู่ใน
น้ำทะเลเพียง 0.92 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน และค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 14 หลังจากนั้นจึงมีปริมาณลดลงจนตรวจไม่พบตั้งแต่วันที่ 22 จนถึงสิ้นสุดการทดลองวันที่ 77

ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันพบสาร DBT ในดินตะกอนชั้นบนปริมาณ 2.22
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนตรวจไม่พบในวันที่ 10
แต่หลังจากมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 14 และ 22 จึงมีปริมาณลดลงและคงที่จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
ในวันที่ 77 มีปริมาณ 0.63 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)

ส่วนในดินตะกอนชั้นล่างพบว่ามีความสาร DBT สะสมอยู่ปริมาณมากประมาณ 3.92
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน และคงที่จนถึงวันที่ 6 จึงมีปริมาณลดลงในวันที่
10 และค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 ตรวจพบปริมาณสาร
DBT ปริมาณ 1.98 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 56 ซึ่งยังคงมีปริมาณ
มากกว่าในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบนรวมทั้งมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ
($p < 0.05$) เช่นเดียวกับสาร TBT ดังแสดงในตารางที่ 33

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร DBT และสารตัวกลางคือ MBT มีปริมาณอัตรา ส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลังจากเติมสาร) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 34



ภาพที่ 56 แสดงปริมาณ DBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 33 ปริมาณ DBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม DBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร DBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^b	ดินชั้นล่าง ^b
0	10.00	0.00	0.00
0.08	0.92*	2.22*	3.92*
2	0.00*	0.88	3.72*
6	0.24*	1.40*	3.92*
10	0.62*	0.00	1.44*
14	0.57*	2.21*	2.26*
22	0.00*	2.17*	1.49*
38	0.00*	0.39	1.49*
56	0.00*	0.72	1.93*
77	0.00*	0.63	1.98*

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b) คือปริมาณสารที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$)

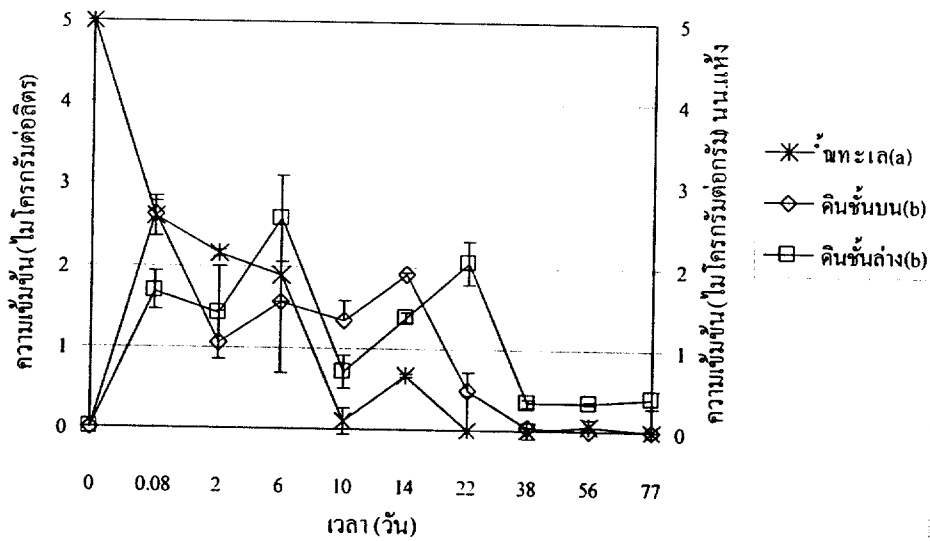
ตารางที่ 34 แสดงอัตราส่วนของ DBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสารตั้งต้นและสารตัวกลาง	
		DBT	MBT
0.08	น้ำทะเล	9.2	15.0
	ดินตะกอนชั้นบน	22.2	5.7
	ดินตะกอนชั้นล่าง	39.2	1.8
	รวม	70.6	22.5
77	น้ำทะเล	0.0	3.9
	ดินตะกอนชั้นบน	6.3	2.5
	ดินตะกอนชั้นล่าง	19.8	13.7
	รวม	26.1	20.1

Fate ของ MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง
เมื่อเปรียบเทียบกับ MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วย
น้ำทะเลและดินตะกอน พบว่าสาร MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง
พบอยู่ในน้ำทะเลปริมาณ 2.59 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน และมีปริมาณลดลงจน
ตรวจไม่พบตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงสิ้นสุดการทดลองวันที่ 77 ยกเว้นในวันที่ 14 ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น
ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันพบสาร MBT ในดินตะกอนชั้นบนปริมาณ 2.63
ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนตรวจไม่พบในวันที่ 56
จนถึงสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77

ส่วนในดินตะกอนชั้นล่างพบว่ามีปริมาณสาร MBT สะสมอยู่ 1.69 ไมโครกรัมต่อกรัม
(น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน และเพิ่มขึ้นในวันที่ 6 ปริมาณ 2.58 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนัก
แห้ง) จึงมีปริมาณลดลงและค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 38 ยกเว้นในวันที่ 14 และ 22 ซึ่งมีปริมาณ
เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 ตรวจพบปริมาณสาร MBT ปริมาณ 0.43 ไมโครกรัม
ต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งยังคงมีปริมาณมากกว่าในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบน เช่นเดียวกับ
สาร TBT และ DBT ดังแสดงในภาพที่ 57 รวมทั้งมีความแตกต่างตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ
($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 35

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร MBT มีอัตราส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลัง จากเติมสาร) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 36



ภาพที่ 57 แสดงปริมาณ MBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT ปริมาณ 5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 35 ปริมาณ MBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม MBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร MBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^b	ดินชั้นล่าง ^b
0	5.00	0.00	0.00
0.08	2.59*	2.63*	1.70*
2	2.15*	1.05*	1.42*
6	1.90*	1.57*	2.58*
10	0.10*	1.34*	0.71
14	0.68*	1.91*	1.38*
22	0.00*	0.49	2.05*
38	0.00*	0.03	0.34
56	0.07*	0.00	0.35
77	0.00*	0.00	0.40

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b) คือปริมาณสารที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$)

ตารางที่ 36 แสดงอัตราส่วนของ MBT 5 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสาร MBT
0.08	น้ำทะเล	36.6
	ดินตะกอนชั้นบน	37.3
	ดินตะกอนชั้นล่าง	20.6
	รวม	94.5
77	น้ำทะเล	0.0
	ดินตะกอนชั้นบน	0.0
	ดินตะกอนชั้นล่าง	8.0
	รวม	8.0

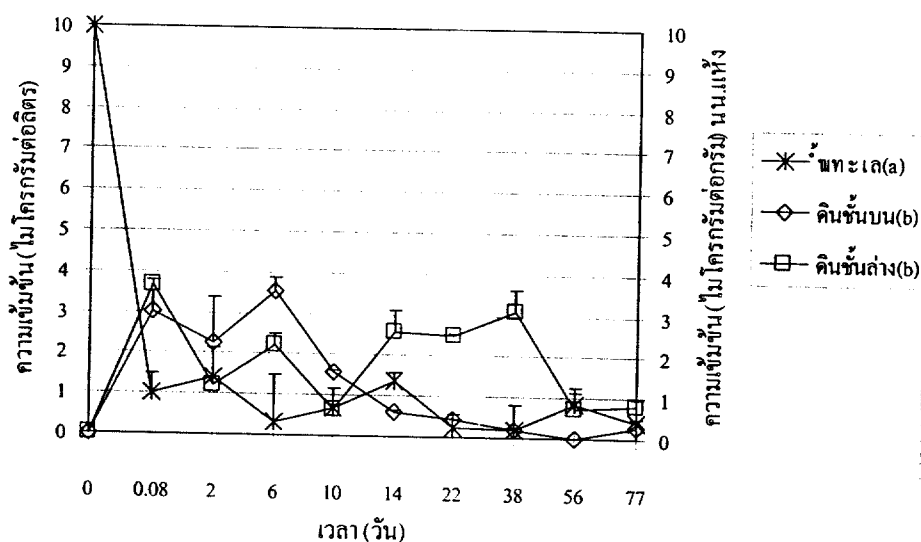
Fate ของ MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง
เมื่อเปรียบเทียบกับ MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในตู้ทดลองซึ่งประกอบด้วย
น้ำทะเลและดินตะกอน พบว่าสาร MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เติมลงในตู้ทดลอง พบ
อยู่ในน้ำทะเลปริมาณ 0.99 ไมโครกรัมต่อลิตร ระยะเวลา 0.08 วัน และมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง
เนื่องตลอดการทดลอง ยกเว้นในวันที่ 2 และ 14 มีปริมาณ MBT เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุด
การทดลองวันที่ 77 มีปริมาณ MBT 0.41 ไมโครกรัมต่อลิตร

ในระยะเวลา 0.08 วันเช่นกันพบสาร MBT ในดินตะกอนชั้นบนปริมาณสูงปริมาณ
3.02 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นในวันที่ 6 ที่มี
ปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 มีปริมาณ MBT ปริมาณ 0.26 ไมโครกรัมต่อ
กรัม (น้ำหนักแห้ง)

ส่วนในดินตะกอนชั้นล่างพบว่ามีปริมาณสาร MBT สะสมอยู่ปริมาณสูงเช่นกันปริมาณ
3.66 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตั้งแต่ 0.08 วัน แต่มีปริมาณลดลงในช่วงวันที่ 2 ถึงวันที่ 10
หลังจากนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 38 ปริมาณ 3.11 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) จึงมี
ปริมาณลดลงและค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 56 จนสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 ตรวจพบปริมาณ
สาร MBT ปริมาณ 0.81 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 58 ซึ่งยังคงมี

ปริมาณมากกว่าในน้ำทะเลและดินตะกอนชั้นบนรวมทั้งมีความแตกต่างตามระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับสาร TBT และ DBT ดังแสดงในตารางที่ 37

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของ MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตรในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่าง พบว่าปริมาณสาร MBT มีอัตราส่วนในวันที่ 0.08 (2 ชั่วโมงแรกหลังจากเติมสาร) และในวันที่ 77 ดังแสดงในตารางที่ 38



ภาพที่ 58 แสดงปริมาณ MBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่มีการเติม MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD)

ตารางที่ 37 ปริมาณ MBT ในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในตู้ทดลองที่เติม MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เวลา (วัน)	ปริมาณสาร MBT		
	น้ำทะเล ^a	ดินชั้นบน ^b	ดินชั้นล่าง ^b
0	10.00	0.00	0.00
0.08	0.99*	3.03*	3.67*
2	1.40*	2.26*	1.22*
6	0.30*	3.56*	2.20*
10	0.69*	1.56*	0.65
14	1.37*	0.61	2.60*
22	0.23*	0.45	2.49*
38	0.21*	0.21	3.11*
56	0.85*	0.00	0.73
77	0.41**	0.27	0.81

หมายเหตุ (*) คือ ระยะเวลาที่สารมีปริมาณแตกต่างจากค่าเริ่มต้นในน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบน และชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญ และตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b) คือปริมาณสารที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$)

ตารางที่ 38 แสดงอัตราส่วนของ MBT 10 ไมโครกรัมต่อลิตรและสารตัวกลางในน้ำทะเล
ดินตะกอนชั้นบนและชั้นล่างในวันที่ 0.08 และวันที่ 77 ของการทดลอง

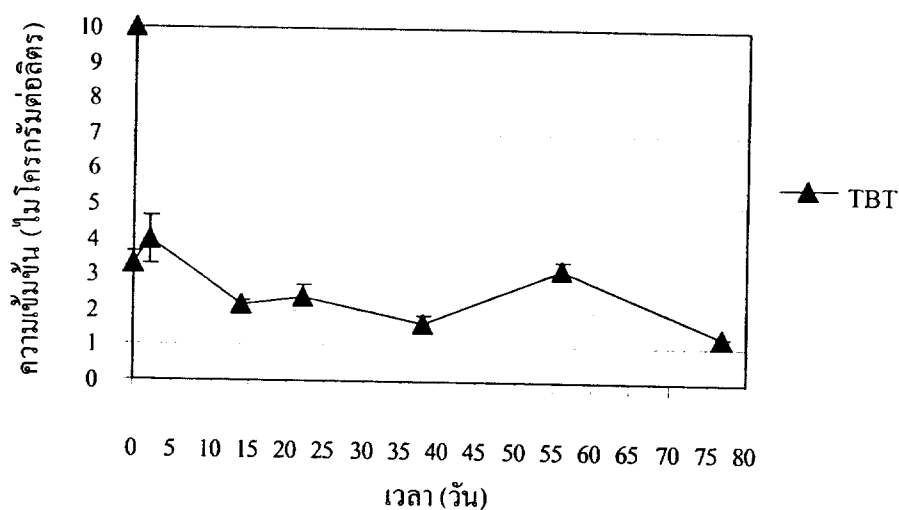
วันที่	แหล่งสะสม	อัตราส่วน (เปอร์เซ็นต์) ของสาร MBT
0.08	น้ำทะเล	9.9
	ดินตะกอนชั้นบน	30.3
	ดินตะกอนชั้นล่าง	36.7
	รวม	76.9
77	น้ำทะเล	4.0
	ดินตะกอนชั้นบน	2.7
	ดินตะกอนชั้นล่าง	8.1
	รวม	14.8

ผลการศึกษาในชุดควบคุม Bioball

จากการเติมสารไตรบิวทิลทินคโลไรด์ ไคบิวทิลทินไดคโลไรด์ และบิวทิลทินไตรคโลไรด์
ในชุดควบคุม Bioball ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร นำนํ้าทะเลมาวิเคราะห์ ผลการทดลองมี
ดังนี้

ชุดควบคุม Bioball ที่เติมสาร TBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

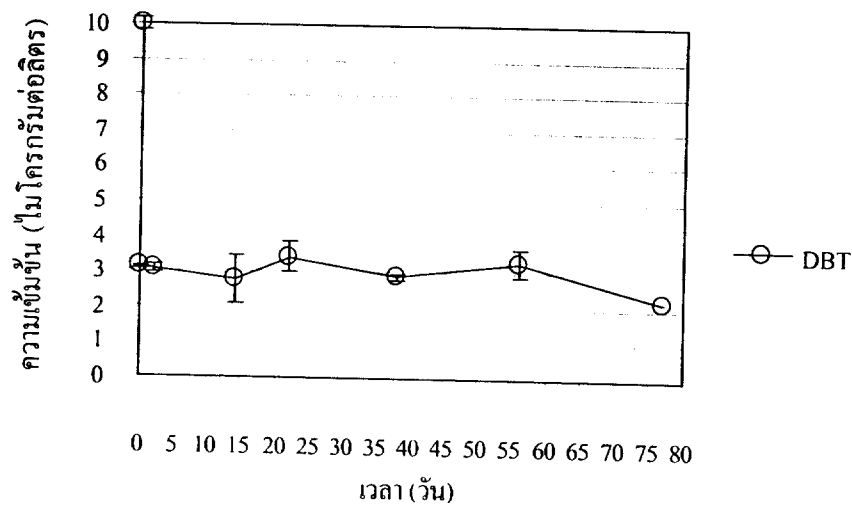
เมื่อเติมสารไตรบิวทิลทินคโลไรด์ในชุดควบคุม Bioball ปริมาณ 10 ไมโครกรัม
ต่อลิตร พบว่าในระยะเวลา 0.08 วัน ในน้ำทะเลมีปริมาณ TBT 3.32 ไมโครกรัมต่อลิตร และมี
ปริมาณใกล้เคียงกันในวันที่ 2 ในวันที่ 14 TBT มีปริมาณลดลงและค่อนข้างคงที่ตลอดการ
ทดลองจนถึงวันที่ 77 มีปริมาณ 1.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 59



ภาพที่ 59 แสดงปริมาณ TBT ในชุดควบคุม Bioball

ชุดควบคุม Bioball ที่เติม DBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

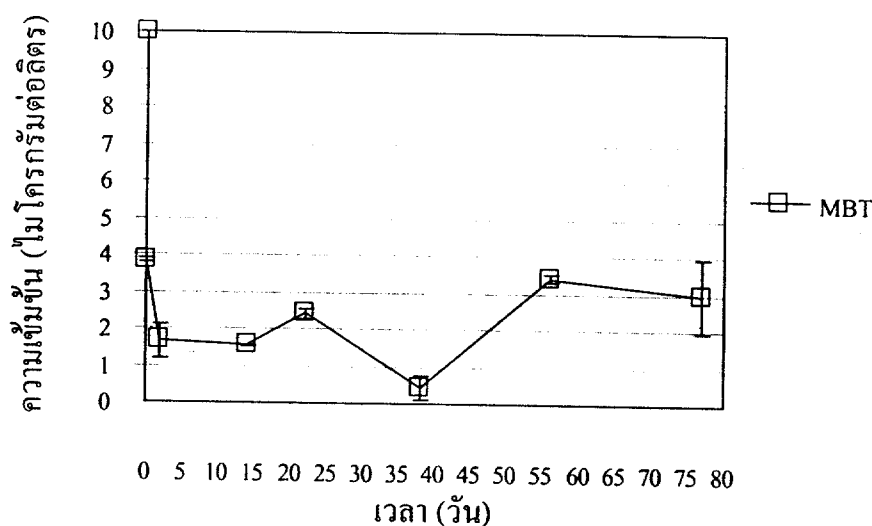
เมื่อเติมสารไดบิวทิลทินไดคลอไรด์ในชุดควบคุม Bioball ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่าในน้ำทะเลมีปริมาณ DBT 3.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 0.08 วัน ในวันที่ 2 มีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยและค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนถึงวันที่ 77 มีปริมาณ 2.20 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 60



ภาพที่ 60 แสดงปริมาณ DBT ในชุดควบคุม Bioball

ชุดควบคุม Bioball ที่เติม MBT ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร

เมื่อเติมสารชีวฟิล์มไทโรคลอไรด์ในชุดควบคุม Bioball ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่าในน้ำทะเลมีปริมาณ MBT 3.85 ไมโครกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 0.08 วัน ในวันที่ 2 มีปริมาณลดลง 1.65 ไมโครกรัมต่อลิตร และค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 56 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 77 มีปริมาณ 2.95 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 61



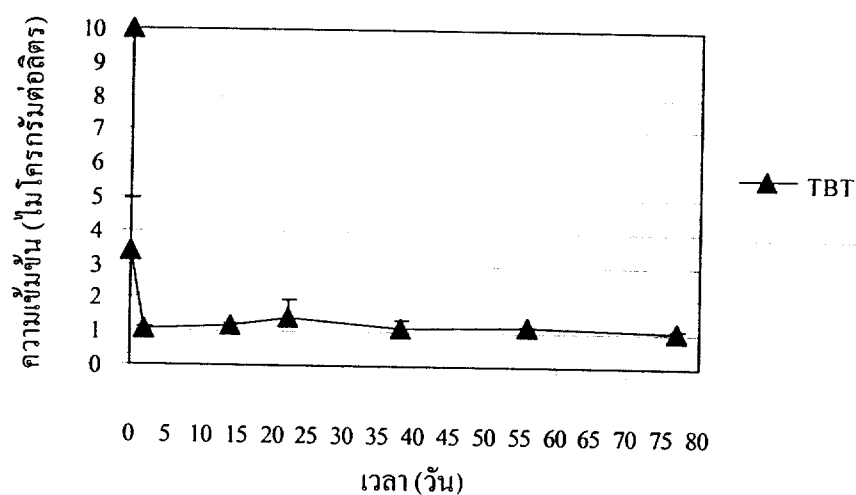
ภาพที่ 61 แสดงปริมาณ MBT ในชุดควบคุม Bioball

ผลการศึกษาในชุดควบคุมไม่มี Bioball

จากการเติมสารชีวฟิล์มไทโรคลอไรด์ ในชุดควบคุมไม่มี Bioball ปริมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร นำน้ำทะเล ดินตะกอนชั้นบนที่มีออกซิเจนและดินตะกอนชั้นล่างที่ไม่มีออกซิเจนมาวิเคราะห์ ผลการทดลองมีดังนี้

ปริมาณ TBT ในน้ำทะเลในชุดควบคุมไม่มี Bioball

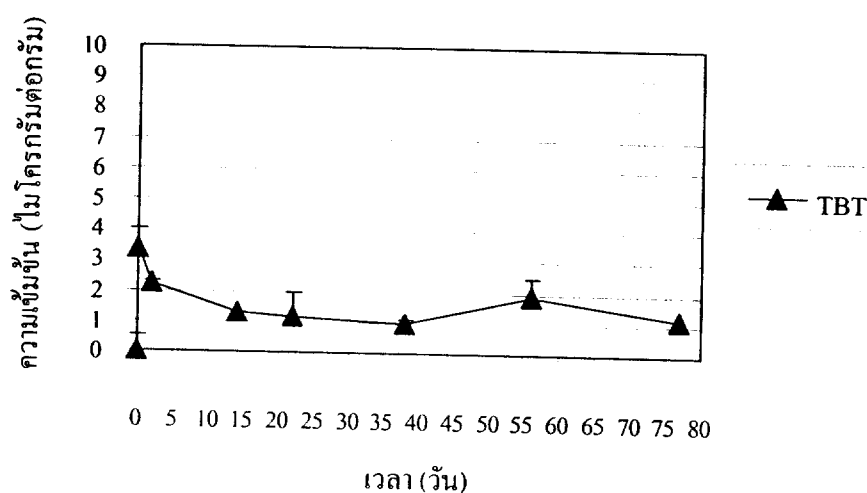
เมื่อเติมสารชีวฟิล์มไทโรคลอไรด์ ในชุดควบคุมไม่มี Bioball 10 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณ TBT ในน้ำทะเล 3.41 ไมโครกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 0.08 วันและมีปริมาณลดลงในวันที่ 2 1.07 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนถึงวันที่ 77 มีปริมาณ 1.08 ไมโครกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 62



ภาพที่ 62 แสดงปริมาณ TBT ในน้ำทะเลของชุดควบคุมไม่มี Bioball

ปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนในชุดควบคุมไม่มี Bioball

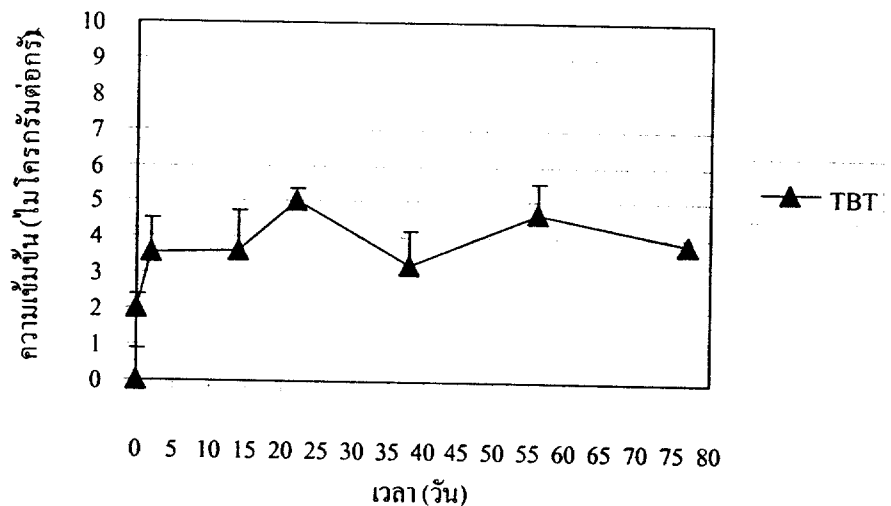
เมื่อเติมสารไตรบิวทิลทินคลอไรด์ ในชุดควบคุมไม่มี Bioball 10 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบน 3.39 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในระยะเวลา 0.08 วันและมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 2 2.20 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งจะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ แต่ก่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนถึงวันที่ 77 มีปริมาณ 1.16 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 63



ภาพที่ 63 แสดงปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นบนของชุดควบคุมไม่มี Bioball

ปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นล่างในชุดควบคุมไม่มี Bioball

เมื่อเติมสารไตรบิวทิลทีนคลอไรด์ ในชุดควบคุมไม่มี Bioball 10 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นล่าง 2.00 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในระยะเวลา 0.08 วันและมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 คือ 3.56 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนถึงวันที่ 77 มีปริมาณ 3.84 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในภาพที่ 64



ภาพที่ 64 แสดงปริมาณ TBT ในดินตะกอนชั้นล่างของชุดควบคุมไม่มี Bioball

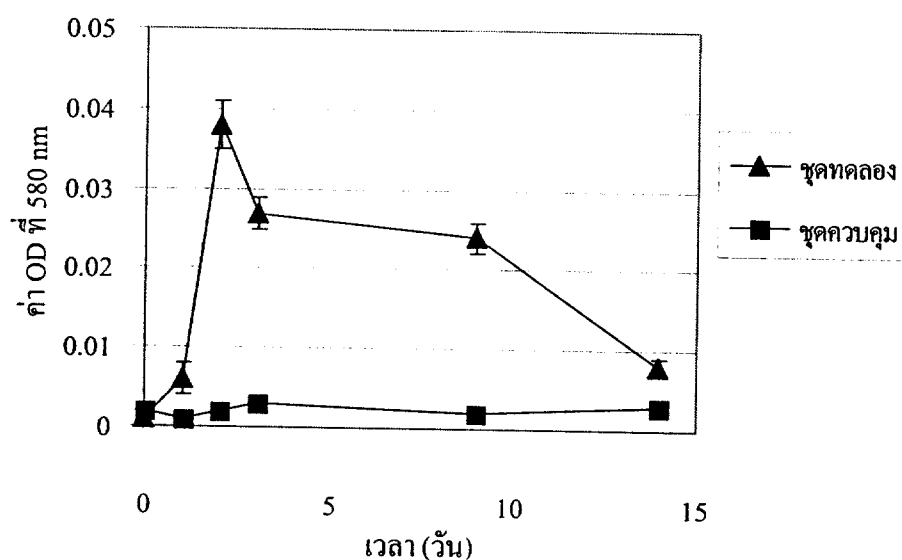
ผลการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารไตรบิวทิลทีน ไคบิวทิลทีน โมโนบิวทิลทีน และการจำแนกสกุลจุลินทรีย์

จากการนำดินตะกอนซึ่งมีจุลินทรีย์ผสมจากตู้ทดลองที่มีการเติมสารไตรบิวทิลทีนคลอไรด์ ไคบิวทิลทีนไคคลอไรด์ และบิวทิลทีนไคคลอไรด์ มาใส่ในขวดซีรัม และเติมสารต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นให้มีความเข้มข้น 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และวัดการเจริญของจุลินทรีย์เป็นค่า OD ที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร ปรากฏผลการทดลองดังนี้

ผลการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม TBT ปริมาณ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร

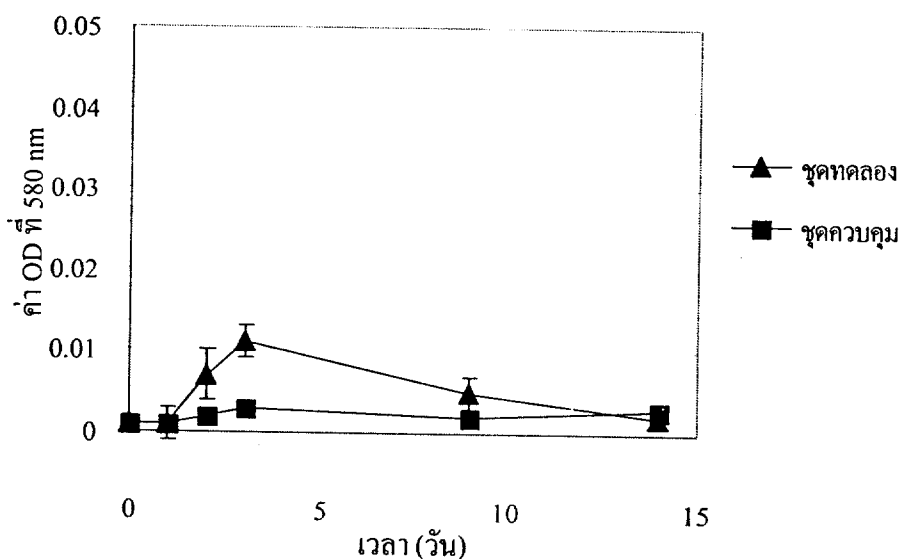
เมื่อนำจุลินทรีย์ผสมจากดินตะกอนในตู้ทดลองที่เติมไตรบิวทิลทีนคลอไรด์ มาทดสอบความสามารถในการเจริญในขวดซีรัมที่เติมไตรบิวทิลทีนคลอไรด์ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และวัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร พบว่าในวันแรก (Day 0) มีค่า 0.001 A.U. วันที่ 1

มีค่า 0.006 A.U. และจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.038 A.U. ในวันที่ 2 และเริ่มลดลงเป็น 0.027 และ 0.024 A.U. ในวันที่ 3 และวันที่ 9 ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการทดลองคือวันที่ 14 มีค่า OD ลดลงเป็น 0.008 A.U. ส่วนในชุดควบคุมในวันแรกของการทดลองวัดค่า OD ได้ 0.002 A.U. และค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 65



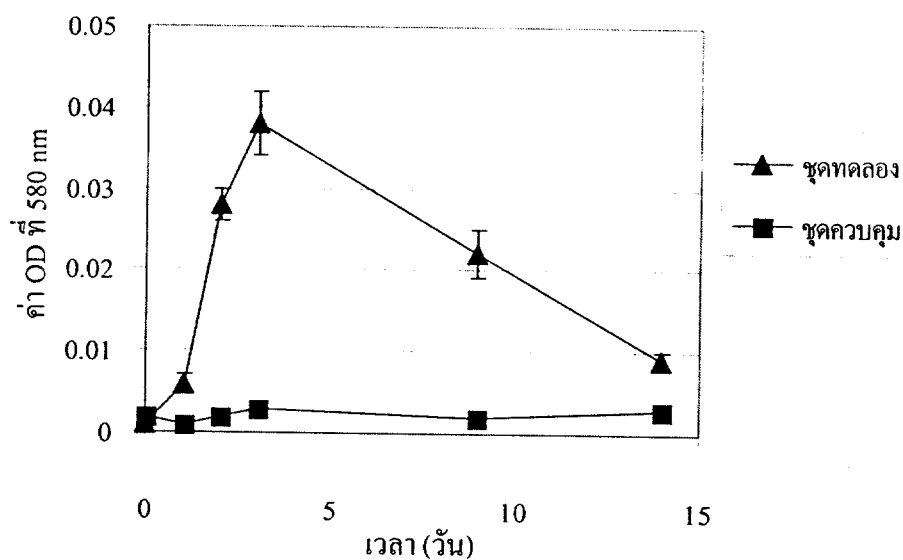
ภาพที่ 65 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ผสมในขวดซีรัมที่เติม TBT 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ Bar คือค่า SD, ชุดควบคุมฆ่าเชื้อ)

ผลการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม DBT ปริมาณ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร
เมื่อนำจุลินทรีย์ผสมจากดินตะกอนในตู้ทดลองที่เติมไดบิวทิลทินไดคลอไรด์ มาทดสอบความสามารถในการเจริญในขวดซีรัมที่เติมไดบิวทิลทินไดคลอไรด์ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และวัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร พบว่าในวันแรก (Day 0) มีค่า 0.001 A.U. วันที่ 1 ยังคงมีค่าคงที่คือ 0.001 A.U. และจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.007 และ 0.011 A.U. ในวันที่ 2 และในวันที่ 3 ตามลำดับ และลดลงเป็น 0.005 A.U. ในวันที่ 9 และในวันสุดท้ายของการทดลองคือวันที่ 14 มีค่า OD ลดลงเป็น 0.002 A.U. ส่วนในชุดควบคุมในวันแรกของการทดลองวัดค่า OD ได้ 0.001 A.U. และค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 66



ภาพที่ 66 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ผสมในขวดซีรัมที่เติม DBT 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ, Bar คือค่า SD ชุดควบคุมฆ่าเชื้อ)

ผลการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม MBT ปริมาณ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อนำจุลินทรีย์ผสมจากดินตะกอนในตู้ทดลองที่เติมบิวทิลทินไดรคลอไรด์ มาทดสอบความสามารถในการเจริญในขวดซีรัมที่เติมบิวทิลทินไดรคลอไรด์ 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และวัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร พบว่าในวันแรก (Day 0) มีค่า 0.001 A.U. วันที่ 1 ยังคงมีค่าคงที่คือ 0.001 A.U. และจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.028 และ 0.038 A.U. ในวันที่ 2 และในวันที่ 3 ตามลำดับ และลดลงเป็น 0.022 A.U. ในวันที่ 9 และในวันสุดท้ายของการทดลองคือวันที่ 14 มีค่า OD ลดลงเป็น 0.009 A.U. ส่วนในชุดควบคุมในวันแรกของการทดลองวัดค่า OD ได้ 0.002 A.U. และค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 67



ภาพที่ 67 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ผสมในขวดซีรัมที่เติม MBT 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยมาจาก 3 ซ้ำ, Bar คือค่า SD ชุดควบคุมฆ่าเชื้อ)

จากการนำจุลินทรีย์ผสมจากดินตะกอนในตู้ทดลองมาทดสอบการเจริญในขวดซีรัมที่เติมสารประกอบบิวทิลทินแล้ว นำจุลินทรีย์ผสมมาจำแนกสกุลได้ 3 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 39

ตารางที่ 39 แสดงลักษณะและคุณสมบัติทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ที่จำแนกได้จาก
จุลินทรีย์ผสม

ลักษณะและคุณสมบัติ	สายพันธุ์ที่ 1	สายพันธุ์ที่ 2	สายพันธุ์ที่ 3
การติดสีแกรมและ ลักษณะภายใต้กล้อง จุลทรรศน์	ติดสีแกรมลบ รูปร่าง Coccoid เรียงตัวเป็น Pair	ติดสีแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อนยาว เรียงตัวเป็นสายสั้นๆ	ติดสีแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อนยาว เรียงตัวเป็นเชลล์เดี่ยว
ความสามารถในการ เคลื่อนที่	-	-	-
ความสามารถในการ ผลิต Indole	-	-	-
ความสามารถในการ ผลิต Lysine Decarboxylase	-	-	ไม่ได้ทดสอบ
การสร้างเอนไซม์ Catalase	+	+	+
การสร้างเอนไซม์ Cytochrome Oxidase	+	-	-
สรุป	<i>Neisseria</i> sp.	<i>Azotobacter</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.