

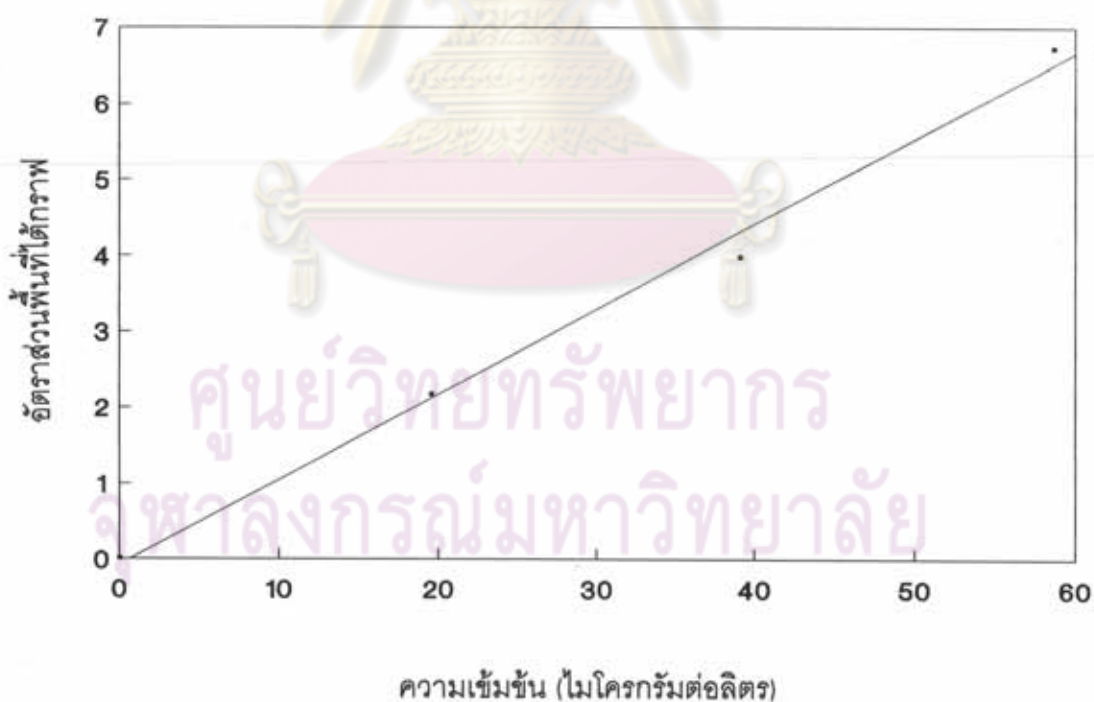
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

ผลการศึกษาอัตราการสลายตัวของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ใน  
น้ำทะเล

กราฟมาตรฐานของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์

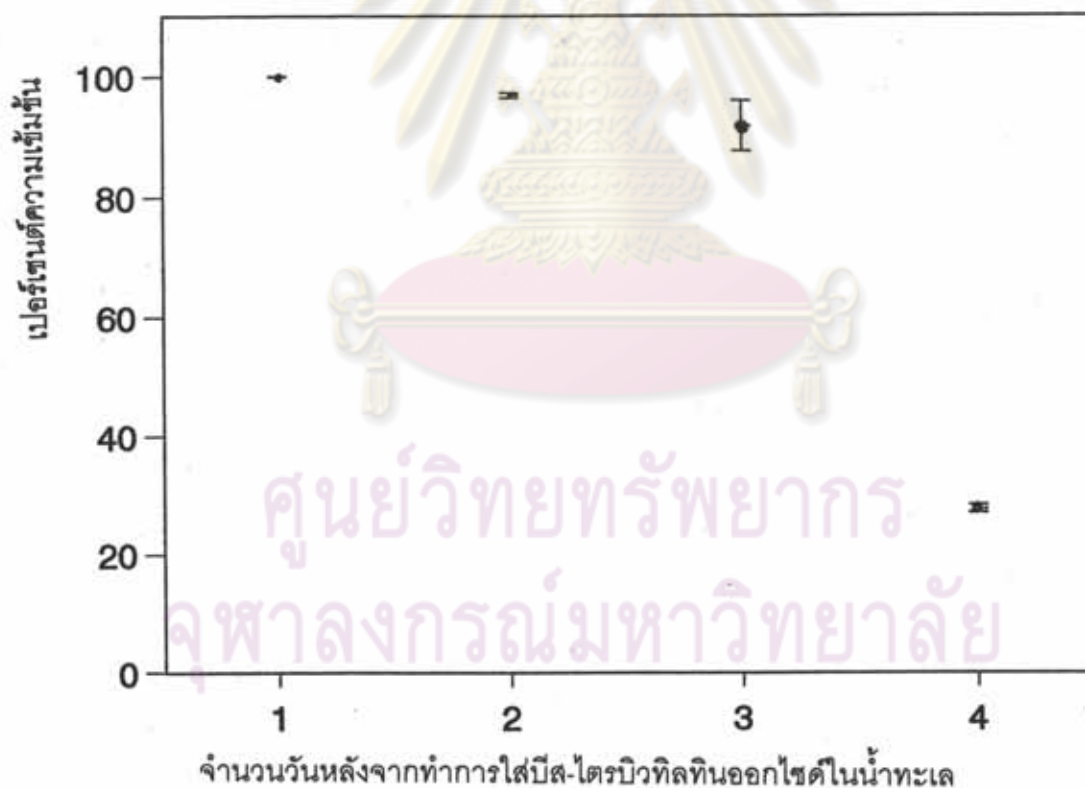
กราฟมาตรฐานของความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่ออัตรา  
ส่วนระหว่างพื้นที่ใต้กราฟของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์และพื้นที่ใต้กราฟของสาร  
ประกอบไดออกทิลทินไดคลอไรด์ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟมาตรฐานของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่ออัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟ  
ระหว่างสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์และสารประกอบไดออกทิลทินไดคลอไรด์

อัตราการสลายตัวของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในน้ำทะเลภายใต้สภาวะ  
ที่ทำการทดลอง

การทดลองเพื่อหาค่าการสลายตัวของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในน้ำทะเล  
ที่ความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่าง 7.8-8.0 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 5-6  
มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนียใกล้เคียงศูนย์และไม่มีแสง  
พบว่าการลดลงในช่วงวันที่ 1-3 จะมีในปริมาณน้อย แต่จะลดลงมากในช่วงวันที่ 3-4 (ดังแสดงใน  
รูปที่ 6) จากกราฟเราสามารถคำนวณหาค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของสารประกอบบีส-ไตร  
บิวทิลทินออกไซด์ เท่ากับ 3.7 วัน



รูปที่ 6 อัตราการสลายตัวของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในน้ำทะเลเมื่อปล่อยให้  
เวลา 4 วัน

(ค่าเป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต  $\pm$  ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



### ผลการศึกษาการเกิดพิษของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อระยะไข่ของกิ้งกูดำ

การทดลองเพื่อหาระดับของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่มีผลต่อการพัฒนาและอัตราการฟักของไข่กิ้งกูดำ โดยใช้ความเข้มข้น 0.15, 0.58, 1.15, 1.73 และ 2.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ผลการทดลองดังนี้

- ผลของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อการพัฒนาของไข่กิ้งกูดำ

การทดลองครั้งนี้ทำการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระดับความเข้มข้น 0.15, 0.58, 1.15, 1.73 และ 2.31 ไมโครกรัมต่อลิตรต่อระยะไข่ของกิ้งกูดำ ที่มีอายุ 6 ชั่วโมงนาน 12 ชั่วโมง (ไข่กิ้งใช้เวลาในการฟักนาน 18 ชั่วโมงหลังจากแม่กิ้งวางไข่) พบว่าสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวไม่มีผลต่อการพัฒนาของระยะไข่กิ้งกูดำจนถึงเวลาฟักของไข่เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งด้านการพัฒนาและระยะเวลา

- ผลของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่ออัตราการฟักของไข่กิ้งกูดำ

การทดลองครั้งนี้ทำการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในระดับความเข้มข้น 0.15, 0.58, 1.15, 1.73 และ 2.31 ไมโครกรัมต่อลิตร ต่อระยะไข่ของกิ้งกูดำที่มีอายุ 6 ชั่วโมงนาน 12 ชั่วโมง (ไข่กิ้งใช้เวลาในการฟักนาน 18 ชั่วโมงหลังจากแม่กิ้งวางไข่) พบว่าสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวมีผลต่ออัตราการฟักของไข่กิ้งกูดำ โดยพบว่าม้ออัตราการฟักต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 7

### ผลการศึกษาพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อระยะวัยอ่อนของกิ้งกูดำ

การทดลองเพื่อศึกษาระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้ประชากรกิ้งกูดำวัยอ่อนทั้ง 4 ระยะ คือ ระยะนอเพลียส ชูเอี้ย ไมซีส โฟสลาวา 2 และโฟสลาวา 6 ตายร้อยละ 50 ในเวลา 24 ชั่วโมง คำนวนค่า  $24 \text{ hr-LC}_{50}$  โดยใช้โปรแกรม SPSS-PC ได้ผลการศึกษาดังนี้



**พิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกึ่งกลาดำระยะนอนเพเลียส (ระยะเวลา 12 ชั่วโมงหลังจากพัก)**

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะนอนเพเลียส ตายร้อยละ 50 ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.20 (1.12-1.30) และ 0.89 (0.67-1.09) ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

รูปที่ 8 แสดงถึงการตายสะสมของกึ่งกลาดำระยะนอนเพเลียสที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระยะเวลาที่นานขึ้นและการตายสะสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์สูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

รูปที่ 13 แสดงถึงกราฟระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะนอนเพเลียสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรมิท

**ตารางที่ 7** ผลการทดลองพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกึ่งกลาดำระยะนอนเพเลียส

ความเข้มข้น (ug/l)	จำนวนกึ่ง (ตัว)	จำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในระยะเวลาต่างๆ					
		6 ชม.		12 ชม.		24 ชม.	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
0	30	0	0	0	0	0	0
0.47	30	0	0	0	0	4	13.3
0.70	30	0	0	1	3.3	8	26.7
0.93	30	0	0	9	30.0	16	53.3
1.17	30	2	6.7	10	33.3	17	56.7
1.40	30	4	13.3	23	76.7	26	86.7
1.63	30	4	13.3	24	80.0	30	100.0
LC <sub>50</sub>	ค่าเฉลี่ย	-		1.20		0.89	
(ug/l)	พิสัย	-		1.12-1.30		0.67-1.09	

LC<sub>50</sub> (ug/l) คำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS-PC ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**พิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ต่อกึ่งกลาดำระยะโปรโตซูเอีย (อายุ 60 ชั่วโมงหลังจากพัก)**

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะโปรโตซูเอีย ตายร้อยละ 50 ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 8 มีค่าเท่ากับ 2.20 (2.07-2.41) และ 1.59 (1.50-1.67) ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

รูปที่ 9 แสดงถึงการตายสะสมของกึ่งกลาดำระยะโปรโตซูเอียที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระยะเวลาที่นานขึ้นและการตายสะสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์สูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

รูปที่ 14 แสดงถึงกราฟระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะโปรโตซูเอียตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรมิท

**ตารางที่ 8** ผลการทดลองพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ต่อกึ่งกลาดำระยะโปรโตซูเอีย

ความเข้มข้น (ug/l)	จำนวนกึ่ง (ตัว)	จำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในระยะเวลาต่างๆ					
		6 ชม.		12 ชม.		24 ชม.	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
0	30	0	0	0	0	0	0
1.17	30	0	0	0	0	3	10.0
1.40	30	0	0	0	0	10	33.3
1.63	30	0	0	5	16.7	16	53.3
1.86	30	0	0	9	30.0	21	70.0
2.10	30	1	3.3	12	40.0	25	83.3
2.33	30	4	13.3	17	56.7	30	100.0
LC <sub>50</sub>	ค่าเฉลี่ย	-		2.20		1.59	
(ug/l)	พิสัย	-		2.07-2.41		1.50-1.67	

LC<sub>50</sub> (ug/l) คำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS-PC ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**พิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกุ้งกุลาดำระยะไมซีส (ระยะเวลา 132 ชั่วโมงหลังจากฟัก)**

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารประกอบ บีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะไมซีส ตายร้อยละ 50 ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 9 มีค่าเท่ากับ 2.50 (2.35-2.65) และ 2.04 (1.87-2.21) ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

รูปที่ 10 แสดงถึงการตายสะสมของกุ้งกุลาดำในระยะเวลาไมซีสที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระยะเวลาที่นานขึ้นและการตายสะสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่สูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

รูปที่ 15 แสดงถึงกราฟระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้ลูกกุ้งกุลาดำระยะไมซีสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท

**ตารางที่ 9 ผลการทดลองพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ต่อกุ้งกุลาดำ ระยะไมซีส**

ความเข้มข้น (ug/l)	จำนวนกุ้ง (ตัว)	จำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในระยะเวลาต่างๆ					
		6 ชม.		12 ชม.		24 ชม.	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
0	30	0	0	0	0	0	0
1.40	30	0	0	0	0	1	3.3
1.63	30	0	0	0	0	3	10.0
1.86	30	1	3.3	1	3.3	6	20.0
2.10	30	1	3.3	8	26.7	14	46.7
2.33	30	2	6.67	12	40.0	25	83.3
2.56	30	4	13.3	16	53.3	30	100.0
LC <sub>50</sub>	ค่าเฉลี่ย	-		2.50		2.04	
(ug/l)	พิสัย	-		2.35-2.65		1.87-2.21	

LC<sub>50</sub> (ug/l) คำนวณโดยใช้โปรแกรมSPSS-PCความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**พิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกึ่งกลาดำระยะโพสลาวา2 (ระยะเวลา 276 ชั่วโมงหลังจากฟัก)**

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารประกอบ บีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะโพสลาวา2 ตายร้อยละ 50 ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 10 มีค่าเท่ากับ 3.70 (3.49-4.16) และ 3.07 (2.96-3.17) ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

รูปที่ 11 แสดงถึงการตายสะสมของกึ่งกลาดำในระยะโพสลาวา2 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระยะเวลาที่นานขึ้นและการตายสะสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่สูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

รูปที่ 16 แสดงถึงกราฟระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้ลูกกึ่งกลาดำระยะโพสลาวา2 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท

**ตารางที่ 10 ผลการทดลองพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ต่อกึ่งกลาดำ ระยะโพสลาวา 2**

ความเข้มข้น (ug/l)	จำนวนกึ่ง (ตัว)	จำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในระยะเวลาต่างๆ					
		6 ชม.		12 ชม.		24 ชม.	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
0	30	0	0	0	0	0	0
2.66	30	0	0	5	16.7	6	20.0
2.90	30	0	0	6	20.0	11	36.7
3.14	30	0	0	6	20.0	16	53.3
3.38	30	1	3.3	9	30.0	20	66.7
3.62	30	2	6.7	13	43.3	26	86.7
3.86	30	2	6.7	20	66.7	29	96.7
LC <sub>50</sub>	ค่าเฉลี่ย	-		3.70		3.07	
(ug/l)	พิสัย	-		3.49-4.16		2.96-3.17	

LC<sub>50</sub> (ug/l) คำนวณโดยใช้โปรแกรมSPSS-PCความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

**พิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 6 (ระยะเวลา 300 ชั่วโมงหลังจากฟัก)**

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารประกอบ บีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 6 ตายร้อยละ 50 ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 11 มีค่าเท่ากับ 3.82 (3.64-4.11) และ 3.39 (3.30-3.47) ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

รูปที่ 12 แสดงถึงการตายสะสมของกิ้งกึ่งกุลาดำในระยะโพสลาวา 6 ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระยะเวลาที่นานขึ้นและการตายสะสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่สูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน

รูปที่ 17 แสดงถึงกราฟระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้ลูกกึ่งกุลาดำระยะโพสลาวา 6 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยวิธีโพรบิท

**ตารางที่ 11** ผลการทดลองพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อกึ่งกุลาดำ ระยะโพสลาวา 6

ความเข้มข้น (ug/l)	จำนวนกึ่ง (ตัว)	จำนวนและเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในระยะเวลาต่างๆ					
		6 ชม.		12 ชม.		24 ชม.	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
0	30	0	0	0	0	0	0
2.90	30	0	0	3	10.0	3	10.0
3.14	30	0	0	7	23.3	8	26.7
3.38	30	3	10.0	9	30.0	13	43.3
3.62	30	3	10.0	11	36.7	21	70.0
3.86	30	4	13.3	16	53.3	26	86.7
4.11	30	7	23.3	19	63.3	30	100.0
LC <sub>50</sub>	ค่าเฉลี่ย	-		3.82		3.39	
(ug/l)	พิสัย	-		3.64-4.11		3.30-3.47	

LC<sub>50</sub> (ug/l) คำนวณโดยใช้โปรแกรมSPSS-PCความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์



## ผลกระทบของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อพฤติกรรมของกึ่งกลางตัวอ่อน

กึ่งกลางตัวอ่อนในระยะต่างๆ เมื่อได้รับพิษจากสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้ว สามารถแบ่งลักษณะอาการที่ตอบสนองของอาการของกึ่งที่ระยะต่างๆ ต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กันได้ดังนี้

1. การตอบสนองของกึ่งกลางตัวอ่อนในระยะเดียวกันต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกึ่งกลางตัวอ่อนจะตอบสนองต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ เมื่อมีความเข้มข้นสูงขึ้น กึ่งกลางตัวอ่อนที่ได้รับสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำจะสามารถว่ายน้ำได้ดีกว่าชุดทดลองที่ได้รับ ความเข้มข้นที่สูง ซึ่งในระดับความเข้มข้นที่สูงนั้นกึ่งกลางตัวอ่อนจะว่ายน้ำได้น้อยลงและอยู่ที่ก้นภาชนะเป็นส่วนใหญ่ มีการตอบสนองต่อแสงได้น้อย หยุดการเคลื่อนที่ หยุดการเคลื่อนไหวและตายในเวลาต่อมา

2. การตอบสนองของกึ่งกลางตัวอ่อนในระยะต่างๆ ต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในระดับความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกัน โดยกึ่งกลางตัวอ่อนที่มีอายุมากจะตอบสนองต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์น้อยกว่ากึ่งกลางตัวอ่อนที่มีอายุน้อย ในระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ใกล้เคียงกัน

จากผลการทดลองพบว่า ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่มีต่อกึ่งกลางตัวอ่อนระยะต่างๆ คือ ระยะนอเพลียส โปรโตซูเอีย ไมซีส โพลลาวา 2 และ โพลลาวา 6 พบว่ากึ่งกลางตัวอ่อนในกลุ่มควบคุมปกติและกลุ่มควบคุมเมทิลแอลกอฮอล์ไม่มีการตายเกิดขึ้นเลย ส่วนในชุดทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของกึ่งกลางตัวอ่อนจะสูงขึ้นตามความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จากกราฟแสดงการตายของกึ่งกลางตัวอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 18-19 ซึ่งเป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบการเกิดพิษของกึ่งกลางตัวอ่อนในระยะต่างๆ กับระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในเวลา 12 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ

### ผลกระทบของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกุ้งกุลาดำวัยอ่อนในระยะต่างๆ

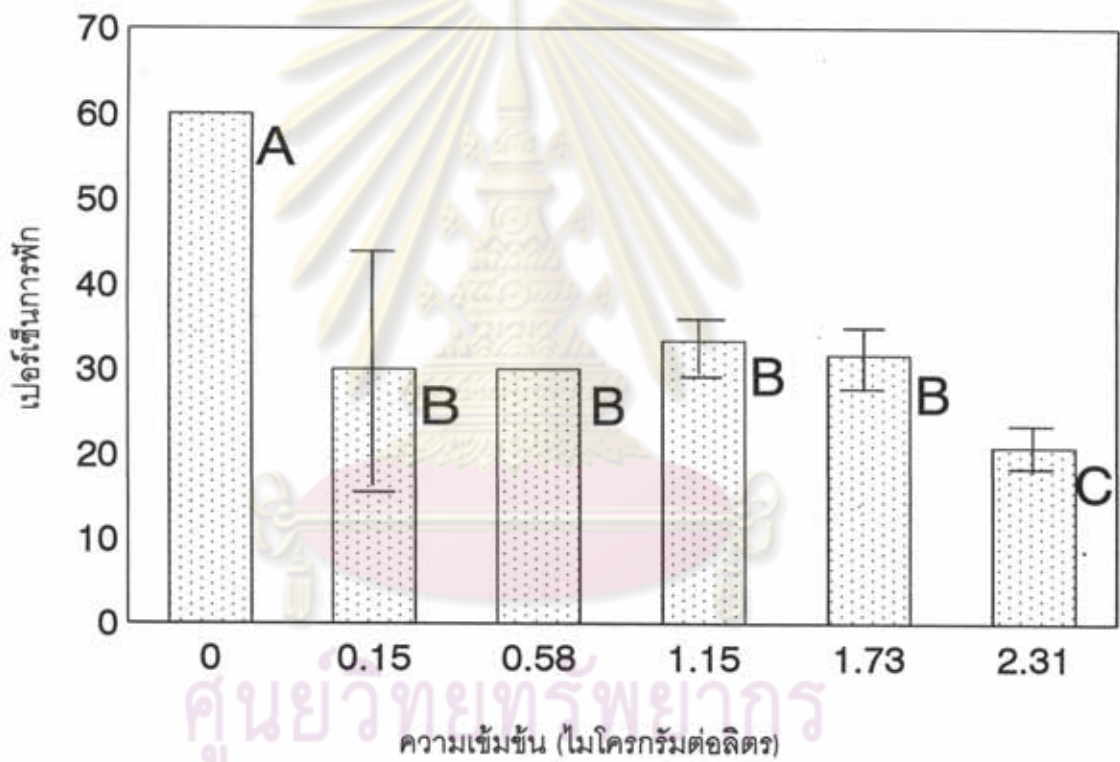
พบว่าการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกุ้งกุลาดำเมื่อได้รับสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ มีเพียงในระยะโปรโตซูเอียเท่านั้นที่มีการพัฒนาเปลี่ยนรูปร่างที่ผิดปกติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ กุ้งระยะโปรโตซูเอียที่สัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ในความเข้มข้น 1.63 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาส่วนที่เป็น Carapace ได้ไม่เต็มที่คลุมส่วนหัวได้ไม่หมด มีรูปร่างลักษณะว่าเป็นครึ่งวงกลม ส่วนในระยะอื่นพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 20 และ 21

### การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างทำการทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้ในการทดลอง พบว่าคุณภาพน้ำที่ใช้ก่อนและหลังทำการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยทั่วไปจะมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับชุดควบคุมคือ อุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 28-31 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่า 7.8-8.0 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าอยู่ระหว่าง 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็ม (Salinity) มีค่า 30 ส่วนในพันส่วนและปริมาณแอมโมเนียที่ตรวจพบในน้ำมีค่าใกล้เคียงศูนย์ ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้ จึงไม่มีผลกระทบต่อสัตว์ทดลองและจากการทดลองนี้เป็นเพียงการทดลองในระยะสั้น (24 ชั่วโมง) จึงทำให้คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน

### ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำที่ใช้ระหว่างทำการทดลอง

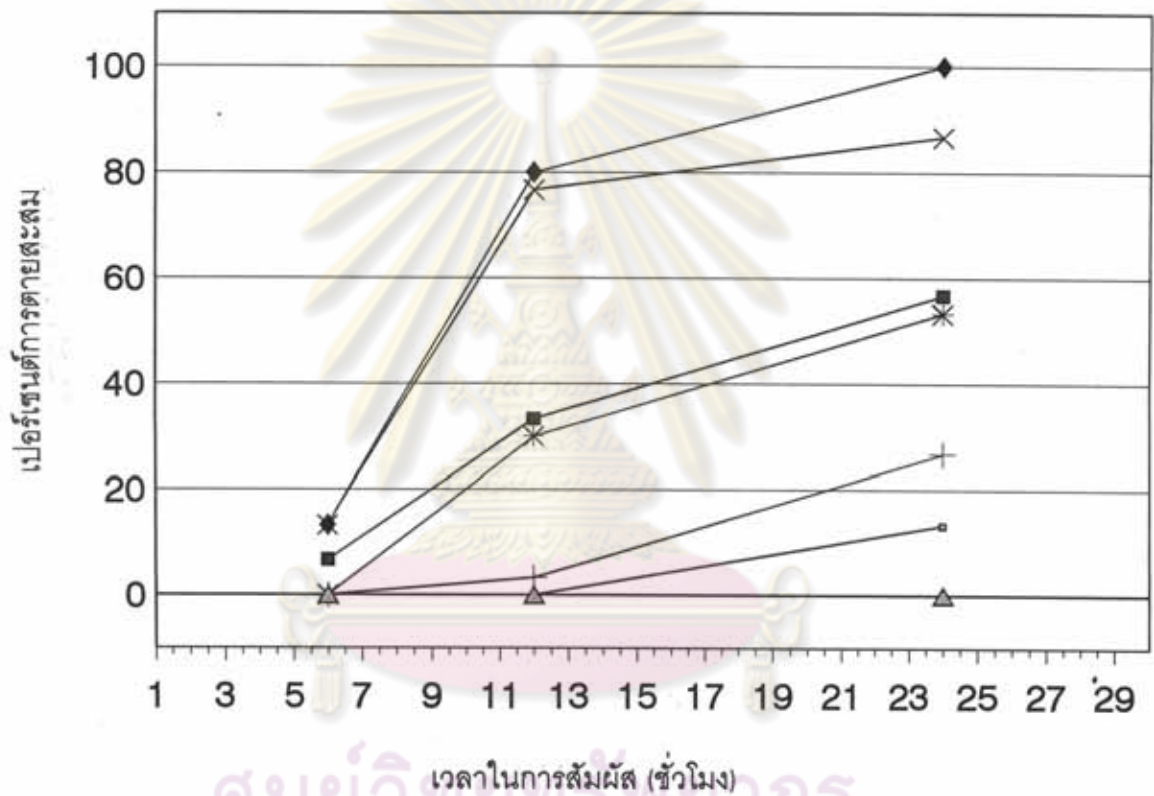
สภาวะทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ความเป็นกรด-ด่าง	7.8 - 8.0	7.8 - 8.0
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ(mg/l)	5-6	5-6
อุณหภูมิ ( °C)	28 - 31	28 - 31
ปริมาณแอมโมเนีย	น้อยกว่า 0.1 mg/l	น้อยกว่า 0.1 mg/l
ความเค็ม (ppt)	30	30



รูปที่ 7 แสดงอัตราการหักของใบที่ความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในความเข้มข้นต่างๆ

: ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )



รูปที่ 8. การตายสะสมของกุ้งกุลาดำระยะนอเพื่อยสต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ : 0.47 ไมโครกรัมต่อลิตร

0.70 ไมโครกรัมต่อลิตร +

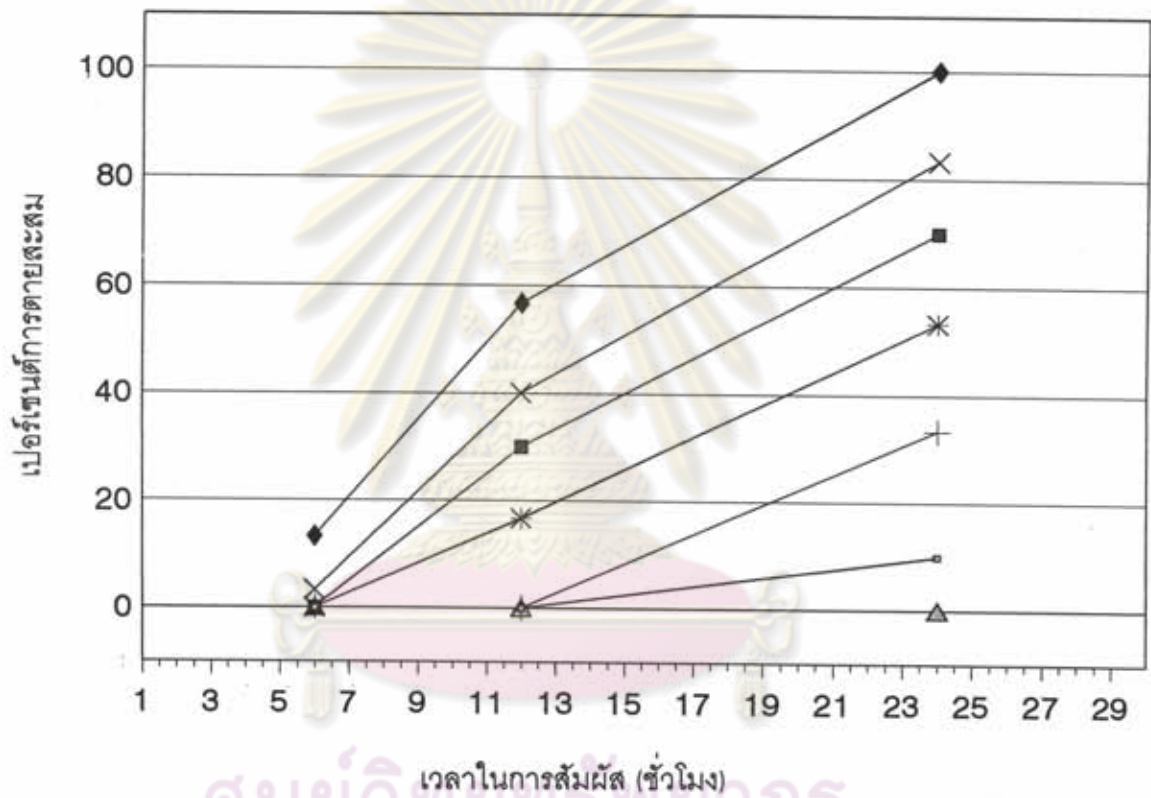
0.93 ไมโครกรัมต่อลิตร \*

1.17 ไมโครกรัมต่อลิตร ■

1.40 ไมโครกรัมต่อลิตร ×

1.63 ไมโครกรัมต่อลิตร ◆

0 ไมโครกรัมต่อลิตร ▲



รูปที่ 9 การตายสะสมของกุ้งกุลาดำระยะโปรโตซูเอียต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ : 1.17 ไมโครกรัมต่อลิตร ○

1.40 ไมโครกรัมต่อลิตร +

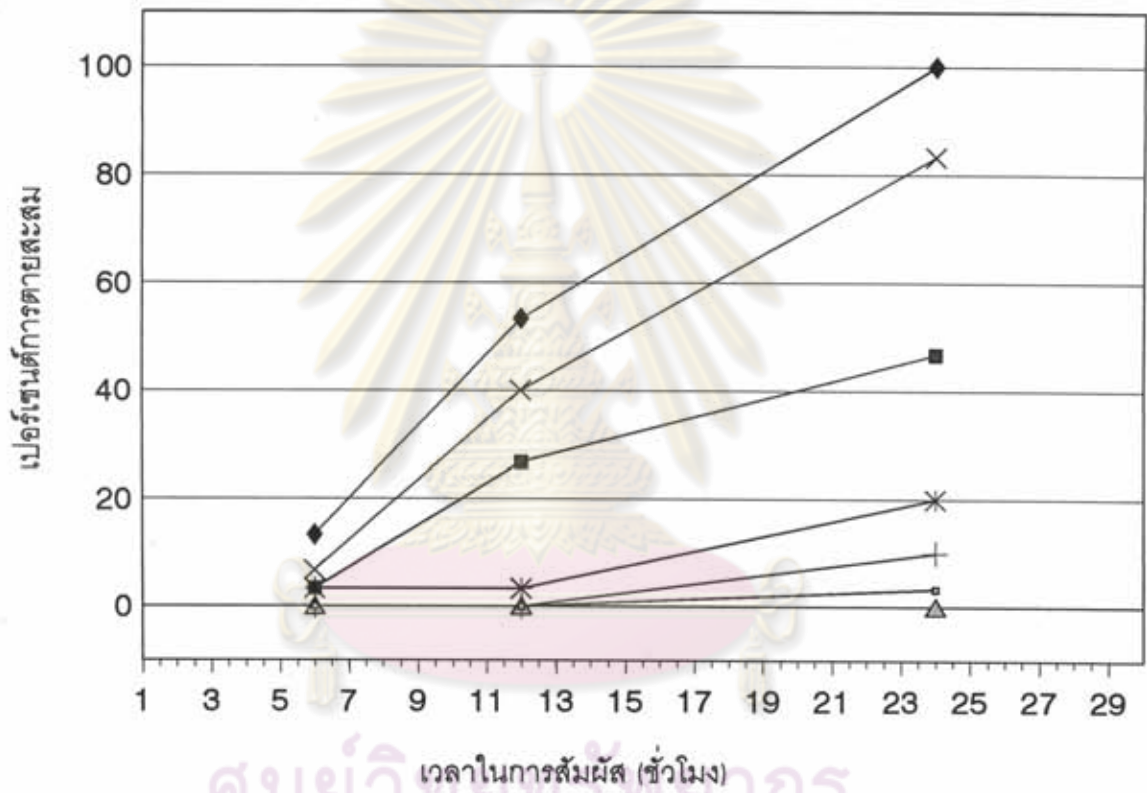
1.63 ไมโครกรัมต่อลิตร \*

1.86 ไมโครกรัมต่อลิตร ■

2.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ×

2.33 ไมโครกรัมต่อลิตร ◆

0 ไมโครกรัมต่อลิตร ▲



รูปที่ 10 การตายสะสมของงูกุลาดำระยะไม่ชีสต่อสารประกอบปีส-ไดรบีทิลทินออกไซด์  
ที่ความเข้มข้นต่างๆ : 1.40 ไมโครกรัมต่อลิตร

1.63 ไมโครกรัมต่อลิตร

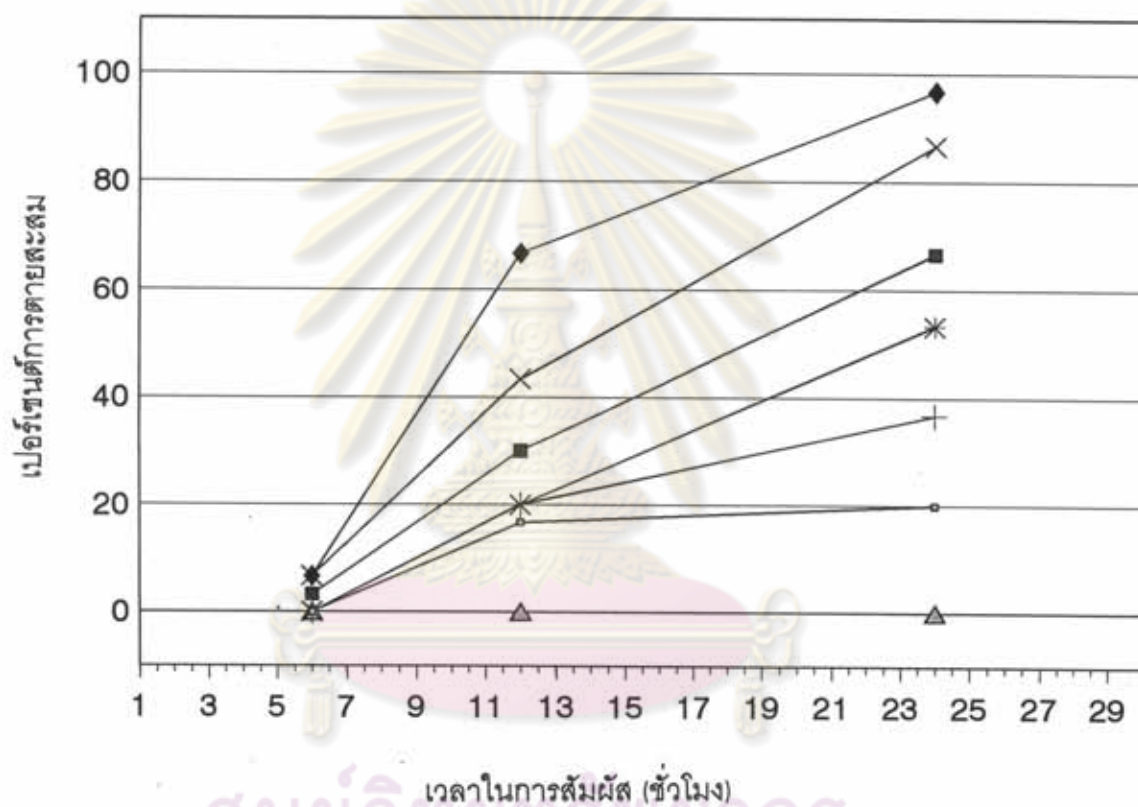
1.86 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.10 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.33 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.56 ไมโครกรัมต่อลิตร

0 ไมโครกรัมต่อลิตร



รูปที่ 11 การตายสะสมของกิ้งกูดำระยะโพสลาวา 2 ต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ : 2.66 ไมโครกรัมต่อลิตร ○

2.90 ไมโครกรัมต่อลิตร +

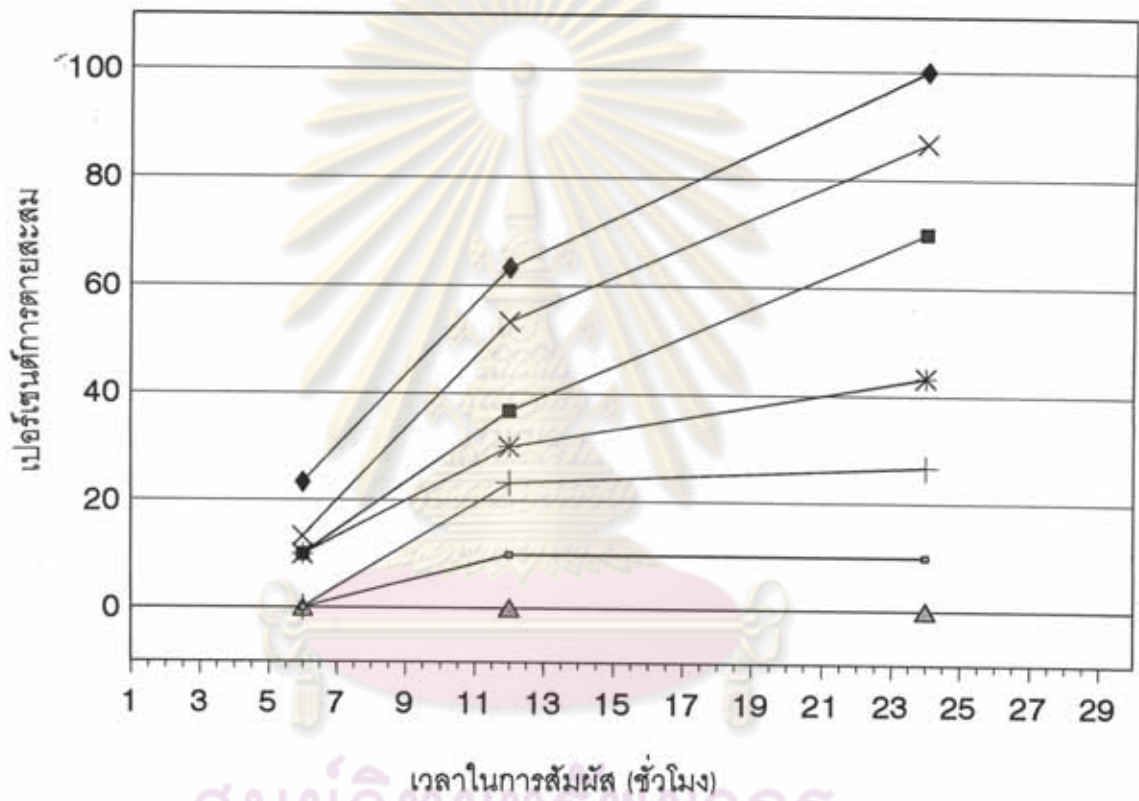
3.14 ไมโครกรัมต่อลิตร \*

3.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ■

3.62 ไมโครกรัมต่อลิตร ×

3.86 ไมโครกรัมต่อลิตร ◆

0 ไมโครกรัมต่อลิตร △



รูปที่ 12 การตายสะสมของกึ่งกลาดำระยะโพสลาวา 6 ต่อสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ : 2.90 ไมโครกรัมต่อลิตร ○

3.14 ไมโครกรัมต่อลิตร +

3.38 ไมโครกรัมต่อลิตร \*

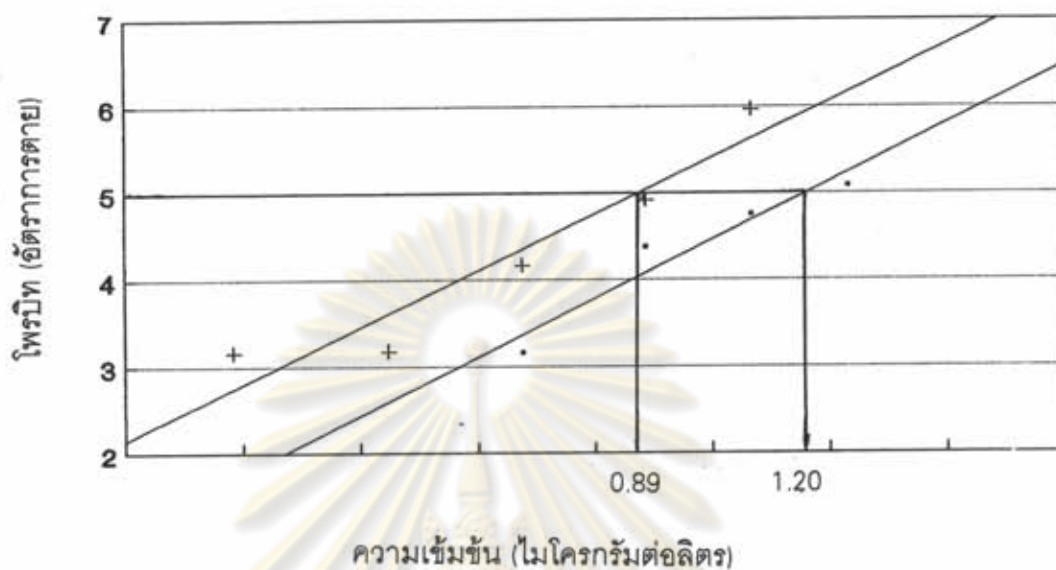
3.62 ไมโครกรัมต่อลิตร ■

3.86 ไมโครกรัมต่อลิตร ×

4.11 ไมโครกรัมต่อลิตร ◆

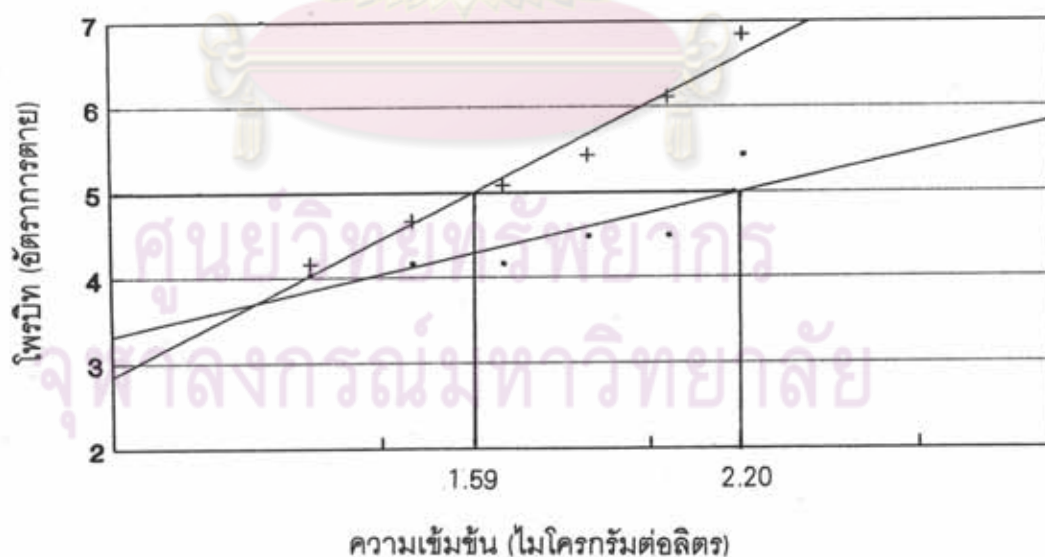
0 ไมโครกรัมต่อลิตร △





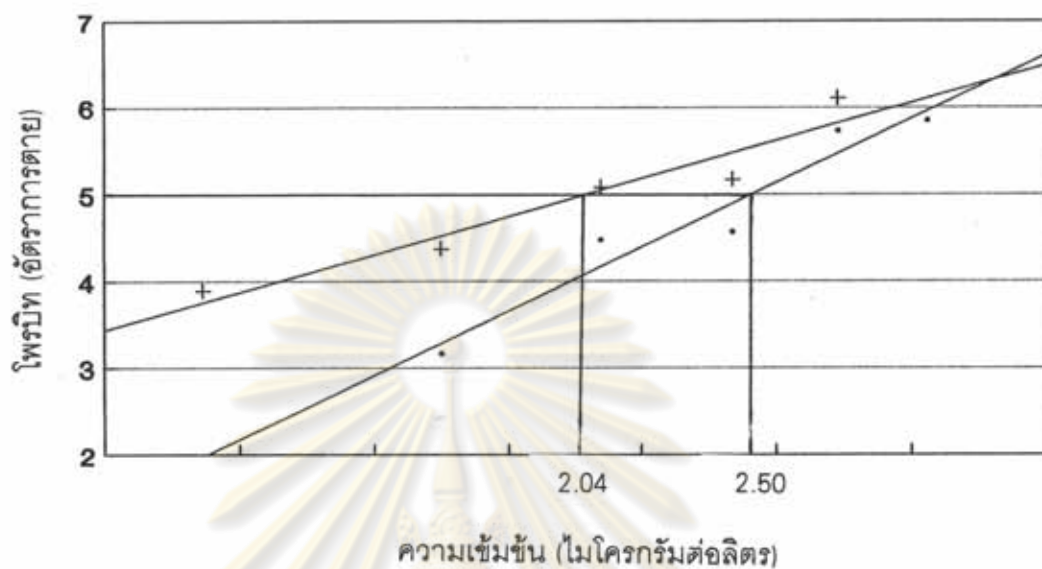
รูปที่ 13 ระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะ  
นอเพื่อยสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่ 12 และ 24 ชั่วโมง:

การตายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง —+ , การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง —.



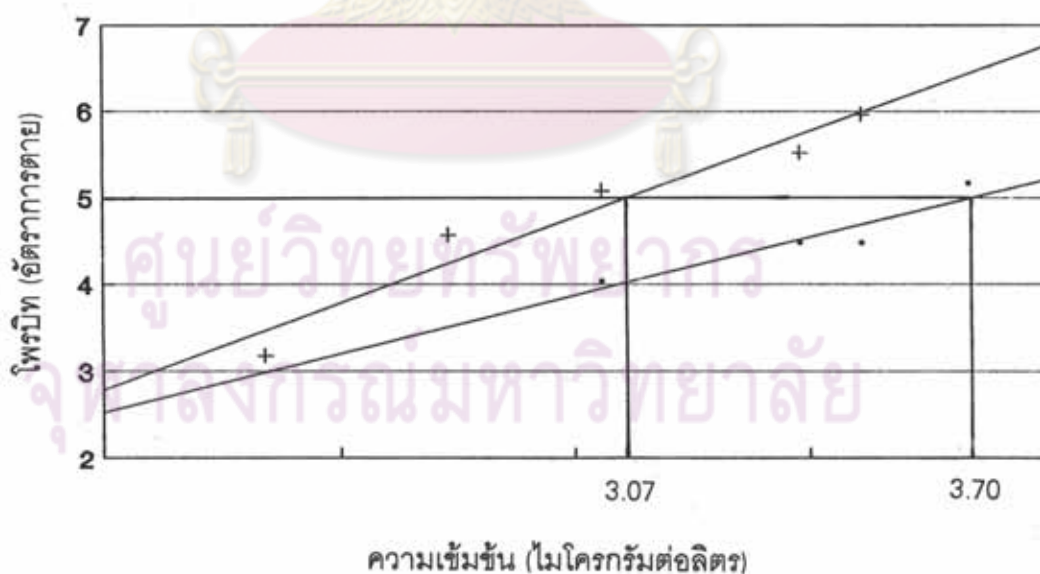
รูปที่ 14 ระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะ  
โปรโตซูเอียสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่ 12 และ 24 ชั่วโมง:

การตายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง —+ , การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง —.



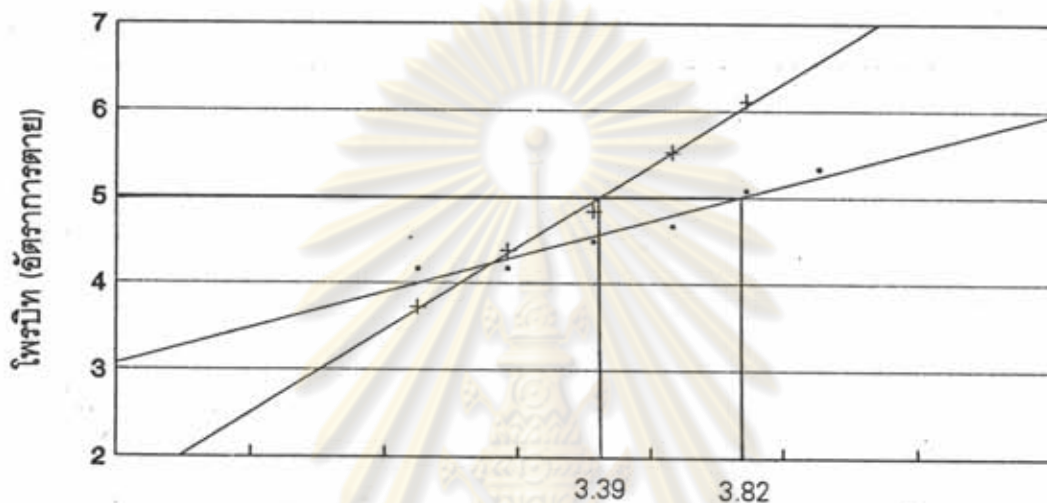
รูปที่ 15 ระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะไมซีสตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่ 12 และ 24 ชั่วโมง:

การตายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง —+ , การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง —.



รูปที่ 16 ระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะโพสลาวา 2 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่ 12 และ 24 ชั่วโมง:

การตายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง —+ , การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง —.



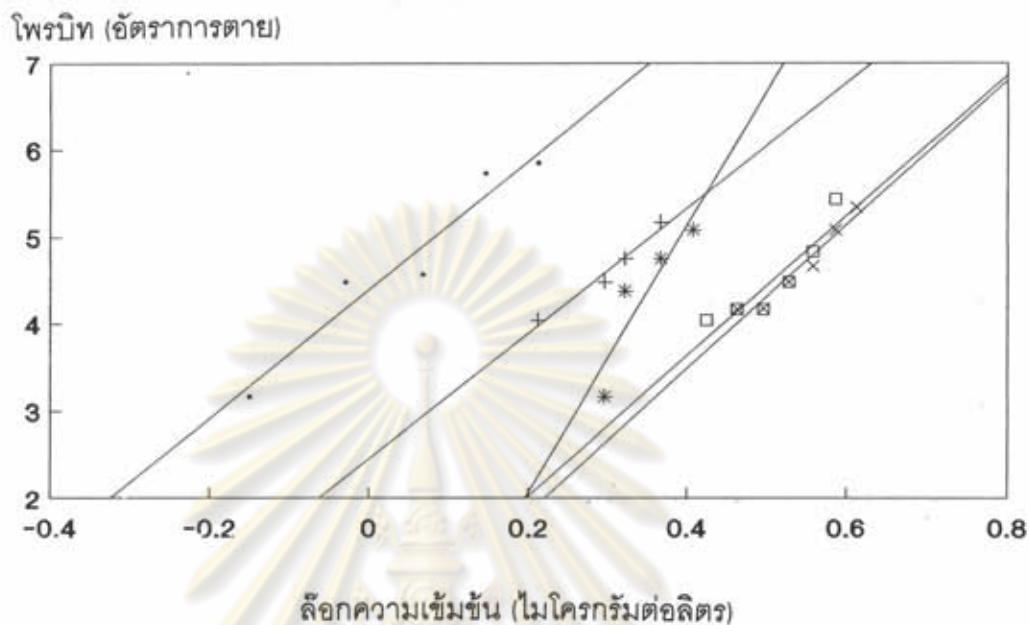
ลือกความเข้มข้น (ไม่โครกรัมต่อลิตร)

รูปที่ 17 ระดับความเข้มข้นของสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ที่ทำให้กึ่งกลาดำระยะ

โพสลาวา 6 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่ 12 และ 24 ชั่วโมง:

การตายที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง —+ , การตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง —.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

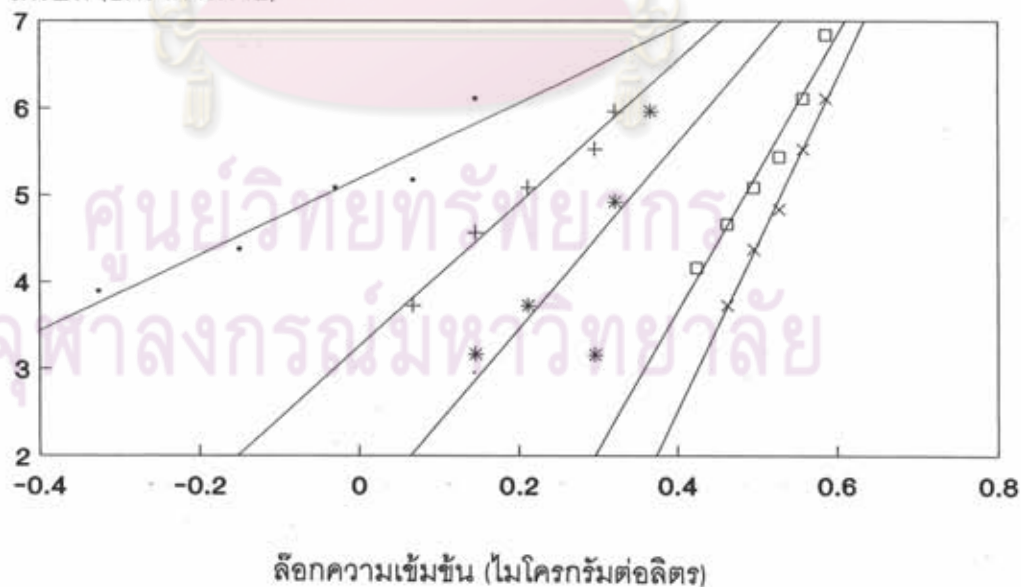


รูปที่ 18 การตายของกึ่งกลาดำระยะต่างๆ ในเวลา 12 ชั่วโมงเมื่อสัมผัส

สารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์

ระยะอเพเลียส —, ระยะโปรโตพลาซึม —+, ไมซีต —\*, โพสลาวา 2 —□, โพสลาวา 6 —×

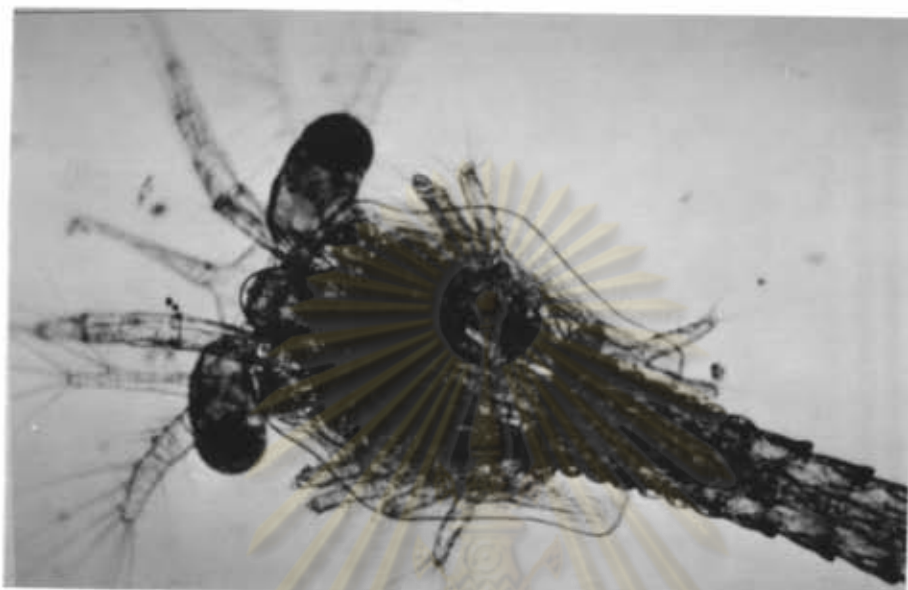
โพรมิท (อัตราการตาย)



รูปที่ 19 การตายของกึ่งกลาดำระยะต่างๆ ในเวลา 24 ชั่วโมงเมื่อสัมผัส

สารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์

ระยะอเพเลียส —, ระยะโปรโตพลาซึม —+, ไมซีต —\*, โพสลาวา 2 —□, โพสลาวา 6 —×



รูปที่ 20 กุ้งกลุ่มควบคุมในระยะโปรโตซูเอียที่มีการพัฒนาที่ปกติ



รูปที่ 21 กุ้งในระยะโปรโตซูเอียที่มีการผิดปกติเมื่อสัมผัสสารประกอบบีส-ไตรบิวทิลทินออกไซด์ ในความเข้มข้น 1.63 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการพัฒนา Carapace ที่ผิดปกติ