

การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคลซามิดต่อปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*)

และกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระยะเวลาโพสลาร์วา 12

Acute Toxicity of Niclosamide on Giant Seaperch (*Lates calcarifer*) and

Pacific White Shrimp Postlarvae 12 (*Litopenaeus vannamei*)

ธารทิพย์ นภาอำไพพร¹ นิตี ชูเชิด¹ และชลอ ลัมสุวรรณ¹

¹ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

E-mail address: pb_2027@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของนิโคลซามิดต่อปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) และลูกกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระยะเวลาโพสลาร์วา 12 โดยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) เพื่อหาระดับความเข้มข้นของนิโคลซามิดที่ทำให้ปลากะพงขาวตายครึ่งหนึ่ง (median lethal concentration) ภายในเวลา 48 ชั่วโมง (48-hr LC₅₀) ที่ระดับความเค็ม 25 พีพีที พบว่าค่า 48-hr LC₅₀ มีค่าเท่ากับ 0.65 พีพีเอ็ม สำหรับค่า 48-hr LC₅₀ ของนิโคลซามิดต่อลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะเวลาโพสลาร์วา 12 เท่ากับ 1.36 พีพีเอ็ม ส่วนระยะปลอดภัยของนิโคลซามิดต่อลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะเวลาโพสลาร์วา 12 เมื่อใช้นิโคลซามิดความเข้มข้น 1.62 พีพีเอ็ม ซึ่งเป็นระดับที่สามารถฆ่าปลากะพงขาวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าเมื่อปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะเวลาโพสลาร์วา 12 ลงไปในน้ำที่ผสมนิโคลซามิดจนได้ความเข้มข้น 1.62 พีพีเอ็ม และทิ้งไว้เป็นเวลานาน 6 วันจะไม่เป็นอันตรายต่อลูกกุ้งขาวแวนนาไม ดังนั้นบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีปลามากควรใช้นิโคลซามิดเข้มข้นประมาณ 1.62 พีพีเอ็ม ในการเตรียมน้ำไม่ต่ำกว่า 7 วัน จึงจะปล่อยลูกกุ้งลงไปในบ่อเลี้ยง

คำสำคัญ : พิษเฉียบพลัน, นิโคลซามิด, ปลากะพงขาว, กุ้งขาวแวนนาไม

Abstract

Acute toxicity of niclosamide on giant seaperch (*Lates calcarifer*) and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae 12 (PL12) was studied. Static bioassay was used to determine the median lethal concentration of niclosamide needed to kill giant seaperch within 48 hours (48-hr LC₅₀). At 25 ppt the 48-hr LC₅₀ was 0.65 ppm. For the 48-hr LC₅₀ of niclosamide to PL12 was 1.36 ppm. The safety period for PL 12 to niclosamide at the concentration of 1.62 ppm which was the concentration that kill 100 percent giant seaperch within 48 hours was 6 days. It was concluded that in shrimp raising areas that are affected by fishes, niclosamide should be used at the concentration of 1.62 ppm for water preparation and the water should be left to rest for no less than 7 days before stocking the postlarvae into the ponds.

Keywords: Acute toxicity, Niclosamide, Giant seaperch, Pacific white shrimp PL 12

คำนำ

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่เป็นอุปสรรคต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม คือการพบสัตว์น้ำอื่นๆ หลายชนิดจำนวนมากในบ่อเลี้ยง เช่น หอยเจดีย์ กุ้งตะกาด กุ้งกะต๋อม เคยตาดำ เคยตาแดง ปลาหมอเทศ ปลาตะกรับ ปลาเกล็ดข้าวเม่า ปลาเห็ดโคน ปลานูโต ปลาจุ่มพรวด ปลาเขือ ปูม้า ปูทะเล ปูเปี้ยว ซึ่งปริมาณและชนิดของสัตว์น้ำเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล (Tiansongrasmee, 1978) ส่วนในพื้นที่ที่เลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มต่ำก็พบปัญหานี้เช่นกัน โดยจะพบสัตว์น้ำ เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้งฝอย ปู ลูกอ๊อด หอยน้ำจืดชนิดต่าง ๆ ปลาหมอไทย และปลานิล (Limsuwan, 2000) ซึ่งสัตว์น้ำเหล่านี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งต่ำ เนื่องจากลูกกุ้งถูกสัตว์น้ำข้างต้นจับกินเป็นอาหารและแย่งอาหารลูกกุ้ง นอกจากนี้สัตว์น้ำข้างต้นยังเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสต่าง ๆ เข้าสู่บ่อเลี้ยง

จากปัญหาดังกล่าวหลังจากการจับกุ้งเกษตรกรได้นำสารต่าง ๆ มาใช้กำจัดในช่วงเตรียมบ่อ เช่น กากชา (Thanbuppa, 1981) คลอรีน และ คอปเปอร์ซัลเฟต (จุนสี) เป็นต้น แต่ยังไม่ได้ผลต่อการกำจัดสัตว์น้ำหลายชนิดเท่าที่ควรอีกทั้งสารเหล่านี้ยังต้องใช้ในระดับความเข้มข้นค่อนข้างสูง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อกุ้งได้ ในเวลาที่ผ่านมาได้มีเกษตรกรนำสารนิโคลชาไมด์ซึ่งเป็นสารกำจัดหอย (molluscicide) มาใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวซึ่งเป็นหอยฝาเดียวเช่นเดียวกับหอยขี้กบ พบว่าสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการควบคุมหอยเชอรี่ ซึ่งมีความปลอดภัยสูง และสามารถสลายตัวเร็วในธรรมชาติ แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารชนิดนี้ต่อปลาที่พบบ่อย ๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง ในการศึกษาครั้งนี้เลือกปลากะพงขาวเป็นสัตว์ทดลอง เนื่องจากเป็นปลากินเนื้อและกินลูกกุ้งในบ่อเลี้ยงซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการกำจัดปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่มักพบและก่อให้เกิดปัญหาในการเลี้ยงกุ้ง หาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำและปลอดภัยก่อนปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงในบ่อ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสัตว์ทดลอง

1.1 ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ที่มีความยาว 1-2 เซนติเมตรจากโรงเพาะฟักเอกชน ประมาณ 1,000 ตัว มาปรับสภาพในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร ที่เติมน้ำที่มีความเค็มของน้ำ 25 พีพีที ปริมาตร 400 ลิตรเป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงนำไปทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 1 °C

1.2 นำลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 5 จากโรงเพาะฟักเอกชนในจังหวัดฉะเชิงเทรา ประมาณ 1,000 ตัว มาปรับสภาพในถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 500 ลิตรที่เติมน้ำปริมาตร 400 ลิตร ความเค็ม 25 พีพีที เป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงนำไปทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 1 °C

2. การเตรียมสารละลายนิโคลซาไมด์

ละลายผงนิโคลซาไมด์ จาก บริษัทไบเออร์ไทย จำกัด ปริมาณ 1 กรัม ลงในน้ำกลั่น ปริมาตร 10 ลิตร เพื่อใช้เป็นสารละลายตั้งต้น (stock solution) ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม)

3. การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคลซาไมด์ ที่ทำให้ปลากะพงขาวที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม 25 ตาย ครั้งหนึ่งภายใน 48 ชั่วโมง (48-hour LC₅₀)

นำปลากะพงขาวจากการปรับสภาพในข้อที่ 1.1 ใส่โหลทดลองโหลละ 20 ตัว มาทดลองเพื่อหาค่าความเข้มข้นของนิโคลซาไมด์ ที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดที่ 48 ชั่วโมง แต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) โดยเติมสารเคมีในระดับความเข้มข้นที่ต้องการเมื่อเริ่มต้นการทดลองเพียงครั้งเดียวเท่านั้นตามวิธีของ American Public Health Association [APHA] (1992)

4. การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคลซาไมด์ ที่ทำให้กุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12 ที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม 25 พีพีที ตายครั้งหนึ่งภายใน 48 ชั่วโมง (48-hour LC₅₀)

นำกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12 จากการปรับสภาพในข้อที่ 1.2 มาทำการทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองในข้อที่ 3 โดยใช้น้ำความเค็ม 25 พีพีที แต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. การศึกษาระยะปลอดภัยของนิโคลซาไมด์ ต่อกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12

กำหนดระดับความเข้มข้นของนิโคลซาไมด์ โดยใช้ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลากะพงขาวตายทั้งหมด (100%) ที่ได้จากการทดลองที่ 3 โดยหลังจากใส่นิโคลซาไมด์ ในโหลทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1-7 วัน และมีการให้อากาศตลอดเวลา โดยแต่ละวันจะปล่อยลูกกุ้งระยะพี 12 ลงในโหลทดลองโหลละ 20 ตัวและมีการสังเกตและบันทึกจำนวนลูกกุ้งที่ตายภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ผลและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคลซาไมด์ ที่ทำให้ปลากะพงขาวที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม 25 พีพีที ตายครั้งหนึ่งภายใน 48 ชั่วโมง (48-hour LC₅₀)

การทดลองขั้นต้น พบว่า ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารนิโคลซาไมด์ ที่ทำให้ปลากะพงขาวตายทั้งหมด และระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่ทำให้ปลากะพงขาวตายที่ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.62 และ 0.40 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อนำความเข้มข้นดังกล่าวมาจัดระดับความเข้มข้นใหม่ตามสัดส่วนลอการิทึมเพื่อใช้ในการทดลองขั้นละเอียด 6 ระดับความเข้มข้น ได้เท่ากับ 0.40, 0.53, 0.70, 0.93, 1.23 และ 1.62 พีพีเอ็ม ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพของสารนิโคลซาไมด์ต่อปลากะพงขาวน้ำหนักเฉลี่ย 0.53 กรัม ได้ผลการศึกษาดังนี้

ปริมาณการตายสะสมของปลากะพงขาว แสดงไว้ในตารางที่ 1 หลังจากเติมสารนิโคลซาไมด์ ภายใน 8 ชั่วโมง มีปลากะพงขาวตายที่ความเข้มข้น 0.53, 0.70, 0.93 และ 1.23 พีพีเอ็ม และที่ความเข้มข้น 1.62 พีพีเอ็มพบปลากะพงขาวตายหมด แต่ที่ความเข้มข้น 0.40 พีพีเอ็ม ปลากะพงขาวไม่ตาย และที่เวลาผ่านไป 12

ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้น 0.93 และ 1.23 พีพีเอ็มพบปลากระพงขาวตายเพิ่มขึ้น และที่ 24 ชั่วโมงทุกระดับความเข้มข้นไม่พบปลากระพงขาวตายเพิ่มขึ้นยกเว้นที่ความเข้มข้น 0.93 พีพีเอ็ม เมื่อถึง 48 ชั่วโมงทุกระดับความเข้มข้นไม่พบปลากระพงขาวตายเพิ่มขึ้นยกเว้นที่ความเข้มข้น 1.23 พีพีเอ็ม

ปลากระพงขาวที่ไม่ได้รับสารนิโคตชาไมด์จะมีการว่ายน้ำบริเวณกลางน้ำและมีการทรงตัวที่ดี ส่วนปลากระพงขาวที่ได้รับสารนิโคตชาไมด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.40 และ 0.53 พีพีเอ็ม ยังมีพฤติกรรมเหมือนกับปลาปกติ ส่วนปลากระพงขาวที่ได้รับสารนิโคตชาไมด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.70, 0.93, 1.23 และ 1.62 พีพีเอ็ม พบว่าปลาส่วนใหญ่มีอาการว่ายน้ำควงส่ววน ไม่มีทิศทางและขึ้นมว่ายบริเวณผิวน้ำ

เมื่อนำอัตราการตายสะสมของปลากระพงขาวที่ได้รับสารนิโคตชาไมด์ ที่ 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 25 พีพีที ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาคำนวณหาค่า LC_{50} ที่ 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Finney (1971) มีค่าเท่ากับ 0.6562 (0.5609-0.7600) พีพีเอ็ม

Table 1 Cumulative mortality of giant seaperch exposed to difference concentrations of niclosamide for 48 hours at 25 ppt.

Concentration of niclosamide (ppm)	Time to observed (hrs)	Replication			Total	Average	Percent
		1	2	3			
0 (control)	8	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
0.4	8	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
0.53	8	2	4	6	12	4.00	20.00
	12	2	4	6	12	4.00	20.00
	24	2	4	6	12	4.00	20.00
	48	2	4	6	12	4.00	20.00
0.7	8	18	16	16	50	16.67	83.33
	12	18	16	16	50	16.67	83.33
	24	18	16	16	50	16.67	83.33
	48	18	16	16	50	16.67	83.33
0.93	8	16	14	15	45	15.00	75.00
	12	18	16	16	50	16.67	83.33
	24	18	16	17	51	17.00	85.00
	48	18	16	17	51	17.00	85.00
1.23	8	17	18	19	54	18.00	90.00
	12	18	19	19	56	18.67	93.33
	24	18	19	19	56	18.67	93.33
	48	19	19	19	57	19.00	95.00
1.62	8	20	20	20	60	20.00	100.00
	12	20	20	20	60	20.00	100.00
	24	20	20	20	60	20.00	100.00
	48	20	20	20	60	20.00	100.00

2. การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคลซามิด์ ต่อกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12 (พี 12) ตายครึ่งหนึ่ง ภายใน 48 ชั่วโมง (48-hour LC₅₀)

การทดลองในขั้นต้น พบว่าระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารนิโคลซามิด์ที่ทำให้กุ้งขาวแวนนาไม ระยะพี 12 ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 4.0 พีพีเอ็ม และระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารนิโคลซามิด์ที่ไม่ทำให้ลูกกุ้งขาวตาย คือ 0.80 พีพีเอ็ม เมื่อนำความเข้มข้นดังกล่าวมาจัดระดับช่วงความเข้มข้นตามสัดส่วนลอการิทึม เพื่อใช้ในการทดลองขั้นละเอียด 6 ระดับได้เป็น 0.80, 1.10, 1.52, 2.10, 2.90 และ 4.00 พีพีเอ็ม

จำนวนของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่ตายสะสม แสดงไว้ในตารางที่ 2 หลังจากเติมสารนิโคลซามิด์ พบว่า ที่ความเข้มข้นต่ำสุด 0.80 พีพีเอ็ม ไม่พบลูกกุ้งขาวตายตลอดการทดลอง แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1.10, 1.52, 2.10, 2.90 และ 4.00 พีพีเอ็ม ลูกกุ้งขาวเริ่มมีการตายที่ชั่วโมงที่ 24 เมื่อถึงชั่วโมงที่ 48 ทุกความเข้มข้น พบการตายของลูกกุ้ง พี 12 เพิ่มขึ้นจากชั่วโมงที่ 24 ยกเว้นความเข้มข้น 4.00 พีพีเอ็มลูกกุ้ง พี 12 ตายหมด พฤติกรรมของลูกกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับสารนิโคลซามิด์ที่ทุกระดับความเข้มข้น ในช่วง 24 ชั่วโมงแรก ส่วนใหญ่ยังคงมีพฤติกรรมปกติ แต่มีลูกกุ้งบางส่วนตายที่บริเวณพื้นภาชนะทดลอง บางตัวสีของลำตัวจะเปลี่ยนสี เป็นสีขาวขุ่นในช่วง 48 ชั่วโมง เมื่อนำอัตราการตายสะสมของกุ้งขาวแวนนาไม ระยะพี 12 ที่ได้รับสารนิโคลซามิด์ ที่ 48 ชั่วโมง ที่ความเค็ม 25 พีพีที ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาคำนวณหาค่า LC₅₀ ที่ 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Finney (1971) มีค่าเท่ากับ 1.3586 (0.8244 – 2.239) พีพีเอ็ม

Table 2 Cumulative mortality of Pacific white shrimp PL 12 exposed to difference concentrations of niclosamide for 48 hours at 25 ppt.

Concentration of niclosamide (ppm)	Time to observed (hrs)	Replication			Total	Average	Percent
		1	2	3			
0 (control)	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
0.8	24	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0
1.1	24	2	4	4	10	3.33	16.67
	48	8	10	10	28	9.33	46.67
1.52	24	4	4	6	14	4.67	23.33
	48	10	12	12	34	11.34	56.66
2.1	24	8	6	6	20	6.67	33.33
	48	16	16	14	46	15.34	76.67
2.9	24	10	8	10	28	9.33	46.67
	48	18	16	18	52	17.33	86.67
4.0	24	16	16	18	50	16.67	83.33
	48	20	20	20	60	20.00	100.00

3. การศึกษาระยะปลอดภัยของนิโคลซามิด ต่อกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสต์ลาร์วา 12 (พี 12)

กำหนดระดับความเข้มข้นของนิโคลซามิด เพื่อนำมาทดลองหาระยะปลอดภัย ซึ่งพบว่า ที่ 1.62 พีพีเอ็ม เป็นความเข้มข้นที่ทำให้ปลากระพงขาวตาย 100 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 48 ชั่วโมง โดยจะเติมนิโคลซามิด ที่ความเข้มข้นดังกล่าวทิ้งไว้เป็นเวลา 0-7 วัน จากนั้นสังเกตและนับจำนวนการตายของลูกกุ้งที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ไม่มีการตายของกุ้งขาวแวนนาไมระยะพี 12 เมื่อได้รับนิโคลซามิดหลังการเตรียม ในวันที่ 6 และ 7 (ตารางที่ 3) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเติมนิโคลซามิด ความเข้มข้น 1.62 พีพีเอ็มในน้ำ แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 6-7 วัน จะไม่ทำให้เกิดการตายในกุ้งขาวแวนนาไมระยะพี 12 ได้ เพื่อความแน่ใจ ในการศึกษาครั้งนี้ควรทิ้งให้สารสลายตัวเป็นเวลา 7 วัน

Table 3 Percentage mortality of Pacific white shrimp of niclosamide administration at 0 and 1.62 ppm at different times.

Period time added niclosamide (days)	Concentration (ppm)	The number of dead PL 12 L. <i>vannamei</i> at 48 hours (animal)		Percent
		24	48	
		0	0 (control)	
	1.62	14	2	80
1	0 (control)	0	0	0
	1.62	12	2	70
2	0 (control)	0	0	0
	1.62	10	0	50
3	0 (control)	0	0	0
	1.62	8	0	40
4	0 (control)	0	0	0
	1.62	4	0	20
5	0 (control)	0	0	0
	1.62	2	0	10
6	0 (control)	0	0	0
	1.62	0	0	0
7	0 (control)	0	0	0
	1.62	0	0	0

สรุปผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของนิโคซิมามัด ที่ฆ่าปลากะพงขาวหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.62 พีพีเอ็มที่ระดับความเค็ม 25 พีพีเอ็ม และค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของนิโคซิมามัด ในระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลากะพงขาวตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 48 ชั่วโมง (48-hour LC₅₀) ที่ระดับความเค็ม 25 พีพีเอ็ม มีค่าเท่ากับ 0.6562 (0.5609-0.7600) พีพีเอ็ม ซึ่งพฤติกรรมของปลากะพงขาวในขณะที่สภาพแวดล้อมปกติ จะมีการว่ายน้ำบริเวณกลางน้ำและมีการทรงตัวที่ดี ส่วนปลากะพงขาวที่ได้รับสารนิโคซิมามัดจะมีอาการว่ายน้ำควงส่วน ไม่มีทิศทางและขึ้นมามีการว่ายน้ำบริเวณผิวน้ำ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของนิโคซิมามัด ต่อกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วา 12 พบว่า ค่า LC₅₀ มีค่าเท่ากับ 1.3586 (0.8244 – 2.239) พีพีเอ็ม พฤติกรรมของกุ้งขาวแวนนาไม ระยะพี 12 หลังจากได้รับนิโคซิมามัด จะมีการเคลื่อนที่ช้าลง เสียการทรงตัว และตายในที่สุด ลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นและระยะปลดอวัยวะของนิโคซิมามัด ต่อลูกกุ้งขาว ระยะโพสต์ลาร์วา 12 หลังจากที่จะละลายนิโคซิมามัด ที่ระดับความเข้มข้น 1.62 พีพีเอ็ม ควรปล่อยให้มีการสลายตัวประมาณ 7 วัน ก่อนทำการปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไม ลงในบ่อเลี้ยง

เอกสารอ้างอิง

- Limsuwan, C. 2000. Thai Shrimp 2000. Towards Sustainability and Environmental Friendliness. Jaroenrat printing, Bangkok. [in Thai]
- Tiansongrasmee, B. 1978. Principles for Marine Shrimp Culture. Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 117 p. [in Thai]
- Thanbuppa, P. 1981. Study and experiment the use of tea seed for eradicate shrimp enemy. Academic paper No. 6. Department of Fisheries. Bangkok. [in Thai]
- American Public Health Association (APHA). 1992. Standard Method for the Examination of Water and Wastwater. 18th edition. American Public Health Association. Washington, D.C.
- Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. Third edition Cambridge University.