

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ฤทธิ์การสลับของน้ำมันกานพลูและควินอลดีน ต่อพฤติกรรมของปลาการ์ตูนส้มขาว

จากการทดลองเมื่อนำปลาการ์ตูนส้มขาวขนาดเล็กประมาณ 1-2 นิ้ว บรรจุลงในถุงสำหรับการขนส่งปลา (ชนิดทนของร้อน) ขนาด 9×18 นิ้ว ถุงละ 9 ตัว เมื่อปลาการ์ตูนส้มขาวสัมผัสกับน้ำที่เตรียมไว้ในถุงการขนส่ง พบว่า กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 (น้ำทะเลที่ปราศจากสิ่งเจือปน) รวมทั้งกลุ่มควบคุมชุดที่ 2 น้ำทะเลและตัวทำละลายน้ำมันกานพลู (น้ำทะเล 1 ส่วน และแอลกอฮอล์ 95 % 9 ส่วน ที่ความเข้มข้น 110 ppm) และกลุ่มควบคุมควินอลดีน (น้ำทะเลที่ปราศจากสิ่งเจือปน) ปลาจะมีการว่ายน้ำจับกลุ่มกันบริเวณกันดั้ วว่ายน้ำปกติไม่เสียการทรงตัว แผ่นปิด-เปิดของเหงือกปกติ ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90, 110 ppm และกลุ่มยาสลับควินอลดีนที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4, 5.7 ppm นั้น ปลาการ์ตูนส้มขาวจะมีปฏิกิริยาเดียวกันคือ การว่ายน้ำจับกลุ่มกัน มีการว่ายน้ำช้าลงกว่าปกติ ว่ายน้ำไม่เสียการทรงตัว แผ่นปิด-เปิดของเหงือกขยับช้าลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมทั้งหมดเนื่องจากปลาอยู่ในสภาวะปรับตัวกับสถานที่ใหม่

เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุมควินอลดีน ปลามีการไล่กัดกันตลอดเวลา กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30, 50, 70 และ 90 ppm ปลาการ์ตูนส้มขาวจับกลุ่มกัน มีการตอบสนองต่อการกระตุ้นเล็กน้อย(การเคาะถุง) ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 110 ppm พบว่า ปลาการ์ตูนส้มขาว มีการว่ายน้ำช้าลงกว่าปกติ และปลาบางส่วนมีการว่ายน้ำเสียการทรงตัวอันเนื่องมาจากฤทธิ์ของยาสลับ กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับควินอลดีนที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.8 ppm พบว่า ปลาการ์ตูนส้มขาวจับกลุ่มกัน บางตัวกัดกันมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นโดยการเคาะถุงที่ไม่รุนแรง ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับควินอลดีนที่ระดับความเข้มข้น 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm พบว่า ปลาการ์ตูนส้มขาว มีการว่ายน้ำช้าลงกว่าปกติ แผ่นปิด-เปิดของเหงือกขยับถี่ขึ้นเมื่อเทียบกับทุกกลุ่มการทดลอง

เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุมควินอลดีน ปลาบางตัวมีครีบแหง บริเวณลำตัวมีบาดแผล บางตัวตาย มีอาการไล่กัดกันตลอดเวลา เนื่องจากสภาวะเครียด ในกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 50 ppm ปลามีการจับกลุ่มไม่กัดกัน มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นโดยการเคาะถุงเล็กน้อย ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 70 และ 90 ppm พบว่า การว่ายน้ำช้าลง มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่รุนแรงเท่านั้น และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 110 ppm พบว่า ปลาไม่กัดกัน มีการว่ายน้ำที่เสียการทรงตัว นอนเอียงข้างอยู่

บริเวณก้นถ้ำ ในกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8 และ 3.1 ppm พบว่า ปลาบางตัวมีบาดแผลบริเวณครีบ อันเนื่องมาจากปลามีการกัดกัน กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 4.4 ppm พบว่า การว่ายน้ำช้าลง ไม่มีการกัดกัน สามารถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่รุนแรงเท่านั้น และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 5.7 ppm พบว่า ปลาบางตัวมีการสร้างเมือกมาปกคลุมลำตัว ไม่มีการกัดกัน บางตัวมีการว่ายน้ำที่เสียการทรงตัว นอนเอียงข้างอยู่บริเวณก้นถ้ำ

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุมควินอลิน ปลามีอาการไล่กัดกันตลอดเวลา เกิดบาดแผลบางส่วนของอวัยวะจากสภาวะเครียด กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 50 ppm ปลามีการว่ายน้ำรวมกลุ่มกันอย่างช้าๆ ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 70 และ 90 ppm ปลามีการว่ายน้ำช้าลง มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่รุนแรงเท่านั้น และที่กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 110 ppm พบว่า ปลาตายบางส่วนอาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของยาสลบที่มีปริมาณสูงเป็นอันตรายต่อปลาบางตัวที่อ่อนแอ ตัวที่เหลือมีการว่ายน้ำช้ามาก และเสียการทรงตัวเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น สำหรับกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm พบว่า มีปลาตายลักษณะอาการอาจเกิดจากการกัดกันเนื่องจากความเข้มข้นของยาสลบปริมาณต่ำไม่มีผลในการยับยั้งสภาวะเครียด ปลาเกิดความเครียดสูงในที่กักขังและโดยพฤติกรรมตามธรรมชาติหวงถิ่นอาศัย มักไล่ปลาการ์ตูนตัวอื่นออกจากบริเวณที่อาศัย (ราตรี และ เกียรติศักดิ์ 2551) ทำให้ลำตัวมีบาดแผล พฤติกรรมยังคงเคลื่อนไหวรวดเร็วกว่าระดับความเข้มข้นอื่นในทุกกลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 1.8 และ 3.1 ppm พบว่า ปลาบางตัวมีครีบแหงจากจากการไล่กัดกัน ว่ายน้ำเสียสมดุล ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 4.4 และ 5.7 ppm พบว่า ปลามีการตอบสนองต่อเมื่อมีสิ่งกระตุ้นที่รุนแรงเท่านั้น และมีการจับกลุ่มกัน

เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุมควินอลิน ปลามีการไล่กัดกันตลอดเวลา มีบาดแผลบริเวณลำตัวเพิ่มขึ้นจากเดิม กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm พบว่า ปลาบางตัวตาย ลักษณะอาการมีครีบขาดหาย กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 50, 70 และ 90 ppm ลักษณะอาการทางพฤติกรรมเหมือนกับชั่วโมงที่ 12 ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 110 ppm ผลปรากฏว่า มีปลาตายเพิ่มขึ้นจากชั่วโมงที่ผ่านมา สำหรับกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm พบว่า ปลามีพฤติกรรมเคลื่อนไหวรวดเร็วกว่าทุกกลุ่มการทดลองบางตัวตายจากบาดแผลโดนกัด ปลาบางตัวมีบาดแผลบริเวณครีบมากขึ้น กลุ่มการทดลอง 1.8 ppm พบว่า มีปลาตายจากบาดแผลบริเวณครีบทำให้

อ่อนแอและโดนรุมกัดง่ายขึ้น ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 3.1, 4.4 และ 5.5 ppm พบว่า ปลามีลักษณะอาการทางพฤติกรรมเหมือนกับชั่วโมงที่ 12

เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุม ควินอลดิน ปลามีการไล่กัดกันตลอดเวลาเช่นเดียวกับทุกชั่วโมงที่ผ่านมา แต่ที่กลุ่มควบคุมชุดที่ 2 น้ำทะเลและตัวทำละลายน้ำมันกานพลู (น้ำทะเล 1 ส่วน และแอลกอฮอล์ 95 % 9 ส่วน ที่ความเข้มข้น 110 ppm) ปลามีการขับเมือกออกมามากซึ่งเป็นสารประกอบประเภทโปรตีนทำให้น้ำในถุงมีลักษณะขุ่น และมีของเสียเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากปลาเกิดความเครียดเนื่องจากสารละลายแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ตัวทำละลาย กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30, 50 และ 70 ppm ปลาการ์ตูนส้มขาวมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 18 ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 90 ppm พบว่า มีปลาบางตัวตายอาจเกิดจากสภาพความเครียด จากบาดแผลที่โดนกัดหรือสิ่งแปลกปลอมตัวทำละลายแอลกอฮอล์ในน้ำ และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 110 ppm ผลปรากฏว่า ปลาที่ยังมีชีวิตอยู่เริ่มมีการหายใจที่ผิวน้ำ และขับเมือกออกมามากทำให้น้ำภายในถุงขุ่นมีลักษณะขุ่น สำหรับกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm พบว่า ปลาการ์ตูนส้มขาวยังคงมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 18 แต่มีการรวมกลุ่มบริเวณกันเอง

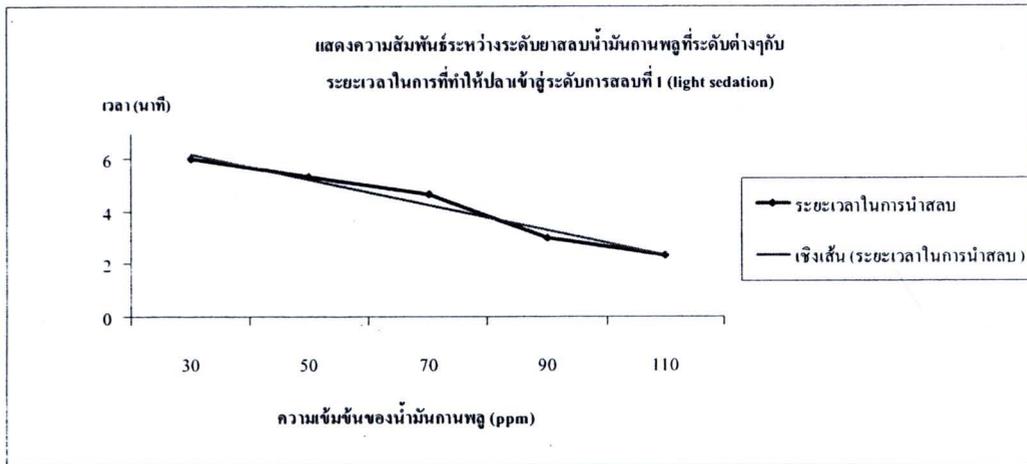
เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมทั้งน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และ 2 และกลุ่มควบคุม ควินอลดิน ปลามีครีบร่อนอันเนื่องมาจากการกัดกันของปลา มีการไล่กัดกันตลอดเวลา แต่มีพฤติกรรมที่ซ้าลง กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30, 50 และ 70 ppm มีพฤติกรรมเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 24 ส่วนกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 90 และ 110 ppm ปลาบางส่วนมีพฤติกรรมลอยหัว แผ่นปิด-เปิดของเหงือกขยับเร็วขึ้นกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นน้ำขุ่นเนื่องจากเมือกปลา กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm พบว่า ปลาการ์ตูนส้มขาวมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 24

5.2 ฤทธิ์การสลบของน้ำมันกานพลูและควินอลดินต่อระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) และระยะเวลาในการฟื้นสลบของปลาการ์ตูนส้มขาว

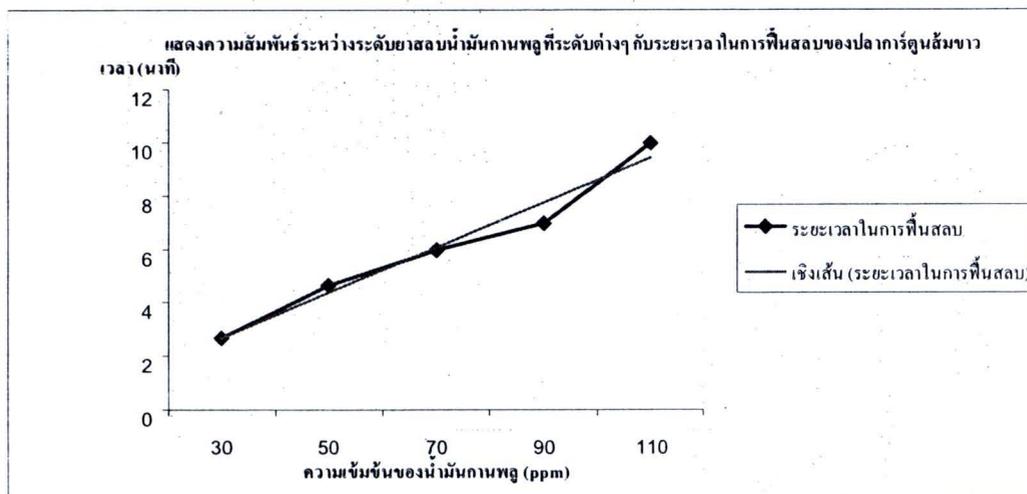
จากการทดลองทำการบันทึกระยะเวลาตั้งแต่นำปลาใส่ลงในถุงสำหรับการขนส่งปลาที่เตรียมไว้ เพื่อทำการสลบปลาระหว่างการขนส่งจนกระทั่งปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) กล่าวคือ ปลาจะสูญเสียความสามารถในการโต้ตอบต่อสิ่งกระตุ้นเล็กน้อย และยังรักษาความสมดุลได้ปกติ (Summer and smith, 1990) ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) ที่กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1, 2 และกลุ่มควบคุม ควินอลดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 นาที ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งทั้งสามกลุ่ม

การทดลองนี้ถือได้ว่าปลาการ์ตูนส้มขาวไม่มีการสลบ โดยแตกต่างกันกับกลุ่มการทดลองที่ได้รับ ยาสลบน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90 และ 110 ppm และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.00 ± 0.00 , 5.33 ± 0.58 , 4.67 ± 0.58 , 3.00 ± 0.00 และ 2.33 ± 0.57 นาที และ 0.00 ± 0.00 , 6.00 ± 0.00 , 5.33 ± 0.58 , 4.00 ± 0.00 , และ 3.33 ± 0.57 นาที ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 1 และ 2 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูและควินอลดินในระดับต่างๆ กับระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) เป็นแบบเส้นตรง (Linear) กล่าวคือ เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและควินอลดินเพิ่มขึ้น จะทำให้ปลาการ์ตูนส้มขาวใช้ระยะเวลาในการเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) ลดลง ดังภาพที่ 3 - 6

ระยะเวลาในการฟื้นสลบของปลาการ์ตูนส้มขาว เริ่มตั้งแต่ นำปลาลงสู่ภาชนะสำหรับทำการฟื้นสลบจนกระทั่งปลาการ์ตูนส้มขาวเข้าสู่ระดับการฟื้นสลบที่ 5 กล่าวคือ ปลามีการกลับคืนมาทั้งหมดทางด้านพฤติกรรม ว่ายน้ำปกติ ซึ่งกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบน้ำมันกานพลูและควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90, 110 ppm และ 0.5, 1.8, 5.7 ppm มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการฟื้นสลบเท่ากับ 2.67 ± 0.58 , 4.67 ± 0.58 , 6.00 ± 0.00 , 7.00 ± 0.00 , 10.00 ± 1.00 นาที และ 5.00 ± 0.00 , 6.00 ± 0.00 , 10.33 ± 1.15 นาที ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลบ ควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 3.1 และ 4.4 ppm นี้ มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการฟื้นสลบเท่ากับ 8.33 ± 0.57 และ 8.00 ± 0.00 นาที ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลจากการทดลองกลุ่มการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและ ควินอลดินทุกระดับ มีระยะเวลาในการฟื้นสลบมากกว่า กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1,2 และกลุ่มควบคุม ควินอลดิน ที่มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการฟื้นสลบเท่ากับ 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 นาที ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 1 และ 2 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่ากลุ่มควบคุมไม่มีการสลบ และแนวโน้มการตอบสนองของความสัมพัทธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูและควินอลดินในระดับต่างๆกับระยะเวลาในการฟื้นสลบ เป็นแบบเส้นตรง (Linear) กล่าวคือ เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและควินอลดินเพิ่มขึ้น จะทำให้ปลาการ์ตูนส้มขาวใช้ระยะเวลาในการฟื้นสลบเพิ่มขึ้นตามด้วย ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆกับระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) เป็นแบบเส้นตรง (Linear)

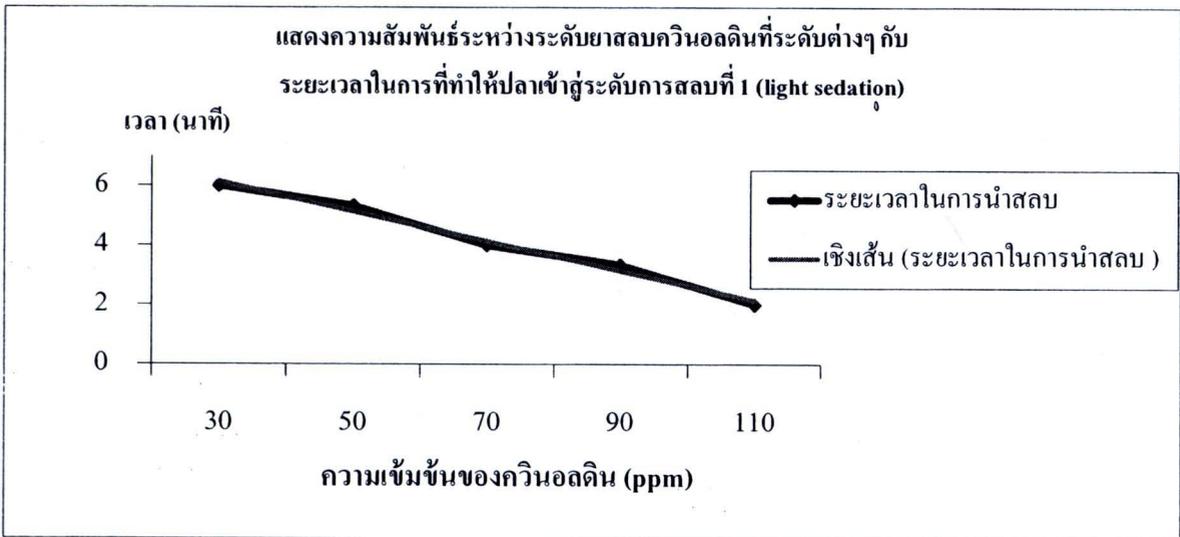


ภาพที่ 4 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆกับระยะเวลาในการฟื้นสลบ เป็นแบบเส้นตรง (Linear)

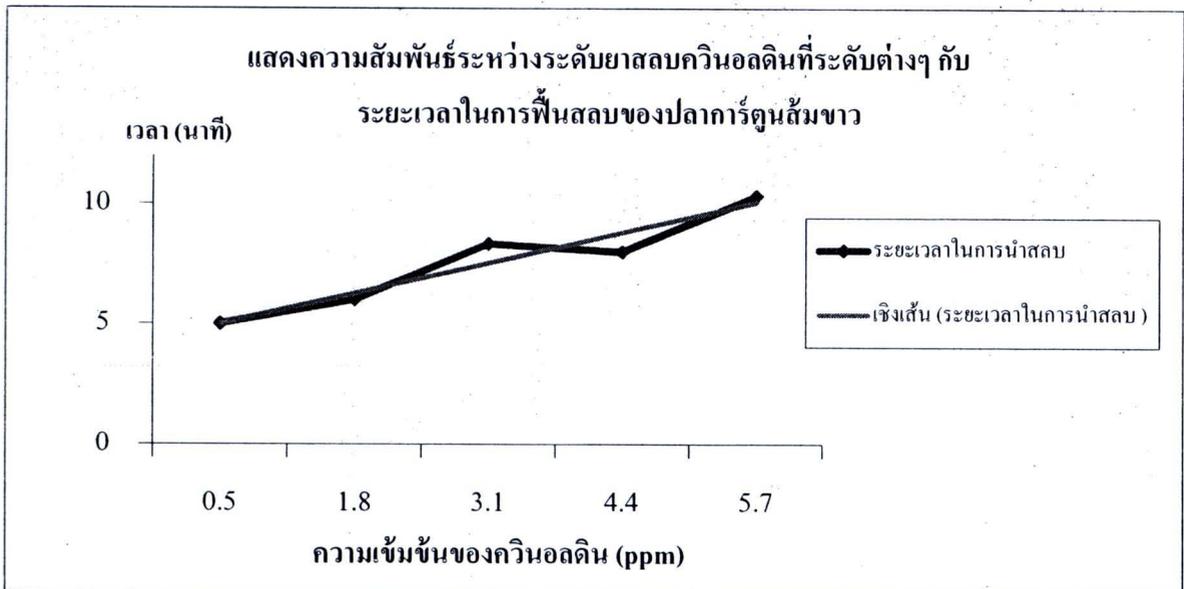
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation) และระยะเวลาในการฟื้นสลบของปลาการตุ่มสมขาวในแต่ละระดับความเข้มข้นต่างๆของยาสลบควินอลดิน

		ความเข้มข้นของยาสลบควินอลดิน (ppm)				ผลการทดสอบ					
						ANOVA					
						Trend Analysis					
						P-value					
Control	0.5	1.8	3.1	4.4	5.7	CV (%)	P-value	L	Q	C	
ระยะเวลาในการที่ปลาการตุ่มสมขาวเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1 (light sedation)											
เวลา (นาที)	$0.00^a \pm 0.00$	$6.00^b \pm 0.00$	$5.33^c \pm 0.58$	$4.00^d \pm 0.00$	$3.33^e \pm 0.57$	$2.00^f \pm 0.00$	9.68	0.0001	0.0001	0.4408	1.0000
ระยะเวลาในการที่ปลาการตุ่มสมขาวฟื้นสลบ											
เวลา (นาที)	$0.00^a \pm 0.00$	$5.00^b \pm 0.00$	$6.00^c \pm 0.00$	$8.33^d \pm 0.57$	$8.00^d \pm 0.00$	$10.33^e \pm 1.15$	8.40	0.0001	0.0001	1.0000	0.3818

หมายเหตุ : a, b, c, d, e และ f อักษรที่ต่างกันเป็นจำนวนอน แสดงค่าเฉลี่ยที่ต่างกัน ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, L=Linear, Q = Quadratic, C = Cubic



ภาพที่ 5 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบควินอลดอิน
ในระดับต่างๆ กับระยะเวลาในการนำสลบที่ทำให้ปลาเข้าสู่ระดับการสลบที่ 1
(light sedation) เป็นแบบเส้นตรง (Linear)



ภาพที่ 6 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบควินอลดอิน
ในระดับต่างๆ กับระยะเวลาในการฟื้นสลบ เป็นแบบเส้นตรง (Linear)

5.3 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลูและควินอลดอินต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 1 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 1 ชั่วโมงของกลุ่มควบคุม น้ำมันกานพลูชุดที่ 1, 2 และกลุ่มควบคุมควินอลดอิน พบว่ากลุ่มที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90 และ 110 ppm และกลุ่มที่ได้รับยาสลายควินอลดอินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm มีค่าเท่ากับ 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ทุกกลุ่มการทดลอง ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 และ 4

5.4 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลูและควินอลดอินต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 6 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1 และกลุ่มควบคุมควินอลดอิน มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 6 ชั่วโมงเท่ากับ 96.30 ± 6.41 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการตายในการกักกัน และกลุ่มควบคุมน้ำทะเลชุดที่ 2 กลุ่มที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90, 110 ppm และกลุ่มที่ได้รับยาสลายควินอลดอินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 6 ชั่วโมงเท่ากับ 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ทุกกลุ่มการทดลอง โดยที่ทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 และ 4

5.5 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลูและควินอลดอิน ต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 12 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1, 2 และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70, 90 และ 110 ppm และกลุ่มควบคุมควินอลดอินและกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายควินอลดอินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 12 ชั่วโมงเท่ากับ 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 8.89 ± 11.11 เปอร์เซ็นต์ และ 96.30 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 92.59 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 และ 4 โดยผลของข้อมูลทุกกลุ่มการทดลองควินอลดอินตั้งแต่ 12 - 30 ชั่วโมงมีค่าเท่ากันและสามารถแสดงผลเป็นกราฟในรูปแบบเส้นตรงนั้นคือเมื่อความเข้มข้นของยาสลายควินอลดอินสูงขึ้นอัตราการรอด

ของปลาการ์ตูนไม่มีความแตกต่างเนื่องจากเป็นระดับความเข้มข้นที่ปลาสามารถต้านทานได้ดังตารางที่ 4

5.6 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลู ต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 18 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1, 2 และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลู 30, 50, 70, 90 และ 110 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาว ตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 18 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 และ 85.19 ± 12.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกกลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 3

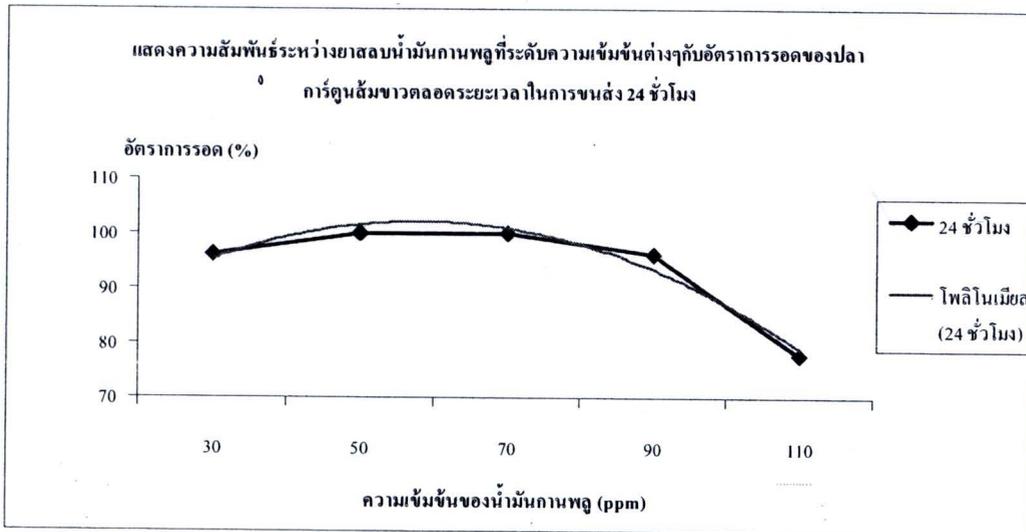
5.7 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลู ต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลู 110 ppm ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 77.78 ± 11.11 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1, กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 2, และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70 และ 90 ppm ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมงเท่ากับ 96.30 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 และ 96.30 ± 6.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3

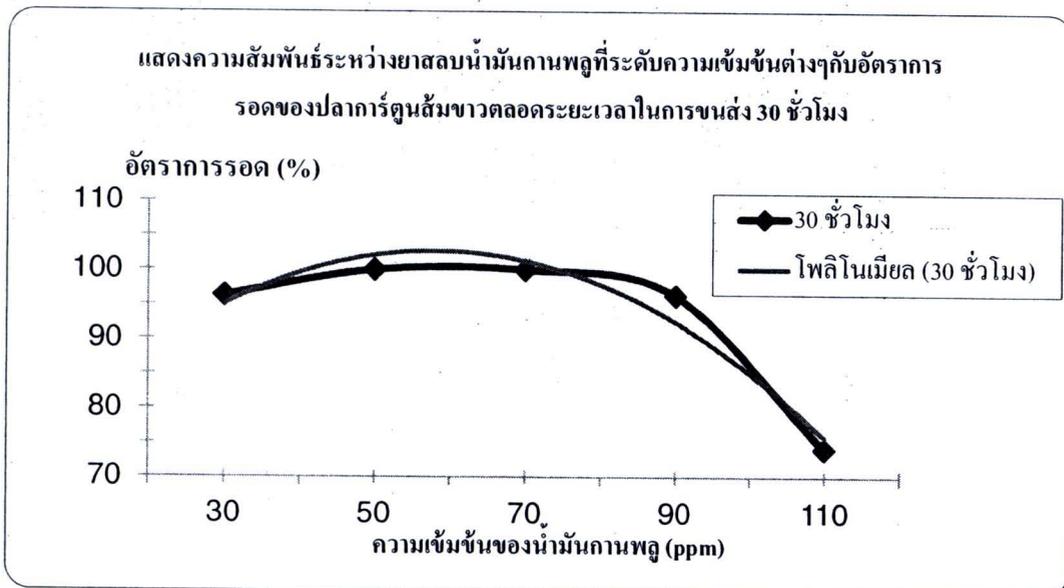
ส่วนแนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลายน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic) กล่าวคือ ในระยะแรกเมื่อระดับความเข้มข้นของยาสลายน้ำมันกานพลูเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมงจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับของยาสลายน้ำมันกานพลูประมาณ 50-90 ppm ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 24 ชั่วโมง ก็จะลดลงเรื่อยๆ ดังภาพที่ 7

5.8 ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลู ต่ออัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมง

จากการทดลองจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาวเป็นระยะเวลา 30 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลู 110 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 74.08 ± 16.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 1, กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 2, กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลายน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70 และ 90 ppm ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมงเท่ากับ 96.30 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 , 100.00 ± 0.00 และ 96.30 ± 6.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 และ 4 ส่วนแนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลายน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic) กล่าวคือ ในระยะแรกเมื่อระดับความเข้มข้นของยาสลายน้ำมันกานพลูเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมงจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับของยาสลายน้ำมันกานพลูประมาณ 50 - 90 ppm ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 30 ชั่วโมง ก็จะลดลงเรื่อยๆ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 7 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูใน
ระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง
24 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic)



ภาพที่ 8 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลูใน
ระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวตลอดระยะเวลาในการขนส่ง
30 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic)

ตารางที่ 3 อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของปลาการตูนส้มขาวที่สลบด้วยยาสลบน้ำมันกานพลู ตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 1, 6, 12, 18, 24 และ 30 ชั่วโมง

		ความเข้มข้นของยาสลบน้ำมันกานพลู (ppm)						ผลการทดสอบ			
		ANOVA						วิเคราะห์แนวโน้ม			
control		ANOVA						ANOVA			
control (น้ำหนัก)	น้ำหนัก (น้ำหนัก)	30	50	70	90	110	CV (%)	P-Value	L	Q	C
1	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	0	0	0	0	0
6	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	2.44	0.4628	0.1227	0.1365	0.2583
12	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	88.89 ± 11.11	4.95	0.0991	0.0991	0.0081	0.2774
18	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	85.19 ± 12.83	6.13	0.0740	0.1157	0.0175	0.0912
24	96.30 ^a ± 6.41	96.30 ^a ± 6.41	100.00 ^a ± 0.00	100.00 ^a ± 0.00	96.30 ^a ± 6.41	77.78 ^b ± 11.11	6.77	0.0117	0.0108	0.0015	0.0168
30	96.30 ^a ± 6.41	96.30 ^a ± 6.41	100.00 ^a ± 0.00	100.00 ^a ± 0.00	96.30 ^a ± 6.41	74.08 ^b ± 16.97	8.54	0.0188	0.0086	0.0099	0.0249

หมายเหตุ : L=Linear, Q = Quadratic, C = Cubic

ตารางที่ 4 อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของปลาการ์ตูนส้มขาวที่สลับด้วยยาสลบควินอลดีน ตลอดระยะเวลาในการขนส่ง 1, 6, 12, 18, 24 และ 30 ชั่วโมง

	ผลการทดสอบ						ผลการทดสอบ			
	ความเข้มข้นของยาสลบควินอลดีน (ppm)						วิเคราะห์แนวโน้ม			
	ANOVA									
Control	0.5	1.8	3.1	4.4	5.7	CV (%)	P-Value	L	Q	C
1	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	0	0	0	0	0
6	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	2.63	0.4582	0.1397	0.1749	0.3454
12	96.30 ± 6.41	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	4.70	0.5705	0.1397	0.1749	0.3454
18	96.30 ± 6.41	92.59 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	4.70	0.3149	0.1168	0.5514	0.3149
24	96.30 ± 6.41	96.30 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	4.70	0.3149	0.1168	0.5514	0.3149
30	96.30 ± 6.41	92.59 ± 6.41	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	4.70	0.3149	0.1168	0.5514	0.3149

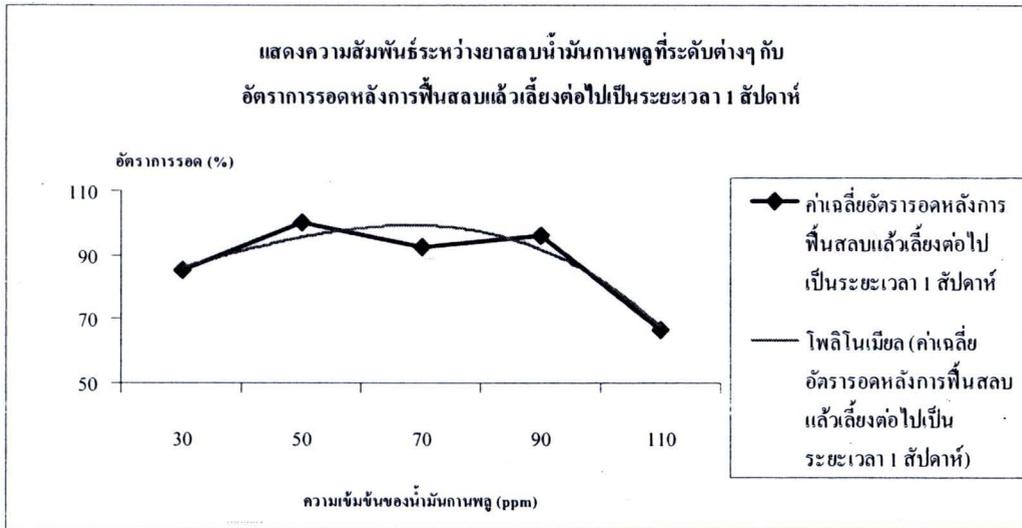
หมายเหตุ : L=Linear, Q = Quadratic, C = Cubic



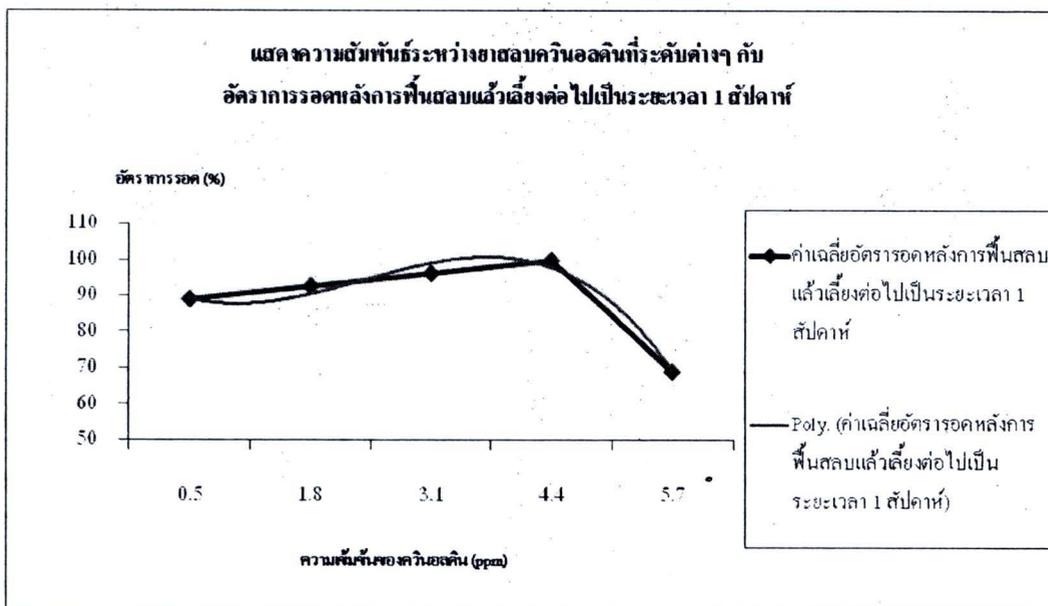
5.9. ฤทธิ์การสลายของน้ำมันกานพลูและควินอลดินต่อค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับ แล้วเลี้ยงต่อไปเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

หลังจากทำการจำลองสภาพการขนส่งปลาการ์ตูนส้มขาว ได้ทดลองนำปลาการ์ตูนส้มขาวมาเลี้ยงไว้เป็นระยะ 1 สัปดาห์หลังการทำการฟื้นสลับ ผลปรากฏว่า กลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลู 110 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับแล้วเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 66.67 ± 11.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมน้ำทะเลชุดที่ 1, กลุ่มควบคุมน้ำมันกานพลูชุดที่ 2 และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้น 30, 50, 70 และ 90 ppm ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับแล้วเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 92.59 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 85.19 ± 16.97 , 100.00 ± 0.00 , 92.59 ± 12.82 และ 96.30 ± 6.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับ แล้วเลี้ยงต่อไปเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์เท่ากับ 92.59 ± 6.41 , 88.89 ± 11.11 , 92.59 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 และ 68.89 ± 53.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกกลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3

ส่วนแนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลับน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับแล้วเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic) ดังภาพที่ 9 กล่าวคือ ในระยะแรกเมื่อระดับความเข้มข้นของยาสลับน้ำมันกานพลูเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับแล้วเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์จะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับของยาสลับน้ำมันกานพลูประมาณ 50-90 ppm ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับแล้วเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ก็จะลดลงเรื่อยๆ ดังภาพที่ 10 สำหรับผลอัตราการรอดตายของกลุ่มการทดลองควินอลดินหลังฟื้นสลับ ปรากฏว่า กลุ่มควบคุมควินอลดิน (น้ำทะเลที่ปราศจากสิ่งเจือปน) และกลุ่มการทดลองที่ได้รับยาสลับควินอลดินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.8, 3.1, 4.4 และ 5.7 ppm มีค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นสลับ แล้วเลี้ยงต่อไปเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์เท่ากับ 92.59 ± 6.41 , 88.89 ± 11.11 , 92.59 ± 6.41 , 96.30 ± 6.41 , 100.00 ± 0.00 และ 68.89 ± 53.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกกลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3



ภาพที่ 9 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลับน้ำมันกานพลูในระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นฟูแล้วเลี้ยงต่อไปเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic)



ภาพที่ 10 แนวโน้มการตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลับควินอลดีนในระดับต่างๆ กับค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของปลาการ์ตูนส้มขาวหลังการฟื้นฟูแล้วเลี้ยงต่อไปเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic)