ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

537

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว

(*Puntius gonionotus* Bleeker)

Toxicity and Efficiency of Quinaldine to Commone

Silver Barb (*Puntius gonionotus* Bleeker)

โดย

นายเฉลิมศักดิ์ รัตนะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา ....

กรรมการ ....

กรรมการ ....

กรรมการ ....

กรรมการ ....

ภาควิชารับรองแล้ว

....

(นายทรงศักดิ์ ต้นพิพัฒน์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วันที่..27..เดือน..มี.ค...พ.ศ.2532..

ฝพ.
ค 4339
2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

13624

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus* Bleeker)

Toxicity and Efficiency of Quinaldine to Commone Silver Barb (*Puntius gonionotus* Bleeker)

T100670

โดย

นายเฉลิมศักดิ์ รัตนะ

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปพ.
ฉ A33ต
8531

เลขหมู่ T00670
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 21 JUN 2009

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus* Bleeker)

Toxicity and Efficiency of Quinaldine to Commone Silver Barb (*Puntius gonionotus* Bleeker)

การศึกษาความเป็นพิษและประสิทธิภาพของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus* Bleeker) โดยใช้ปลาตะเพียนขาว ขนาดความยาวเฉลี่ย 2–3 เซนติเมตร พบว่า ความเข้มข้นของ quinaldine ที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24, 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.2 และ 21.8 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ quinaldine ที่จะนำไปใช้ขนส่งปลาตะเพียนขาวขนาด 2 – 3 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ทำให้ปลาเกิดการสลบ ระยะ sedation เป็นเวลา 48 ชั่วโมง คือความเข้มข้นที่ 10 ส่วนในล้านส่วน

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ quinaldine เพื่อการขนส่งในเวลา 12 ชั่วโมง โดยวิธีการใช้ยาสลบ ความเข้มข้น 10 ส่วนในล้านส่วน และอัดออกซิเจน กับวิธีอัดออกซิเจน ปรากฏว่า จากการขนส่งทั้ง 2 วิธี ให้อัตรารอดเท่ากัน คือ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณท่านอาจารย์ ปวีณา กิจสวัสดิ์ ซึ่งได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อขัดข้องต่างๆอย่างใกล้ชิดตลอดการทดลอง และขอขอบคุณท่านอาจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ ที่ได้ช่วยแก้ไขและตรวจทานในการเขียนปัญหาพิเศษ และขอขอบคุณ คุณโอรส รักชาติ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการเตรียมสารเคมีต่างๆเพื่อการทดลอง และขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้อง ตลอดจนบุคคลที่ข้าพเจ้ามิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จตามความมุ่งหมาย

เฉลิมศักดิ์ รัตนะ

10 พฤษภาคม 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลองและวิจารณ์	24
สรุป	33
ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	40

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลาแต่ละชนิด และขนาดต่างๆกัน ที่อุณหภูมิ 12°C	7
2	ค่า 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อ blue gills ที่อุณหภูมิต่างกัน	13
3	ค่า 1, 3, 6, 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลา rainbow trout ที่อุณหภูมิต่างกัน	13
4	ค่า 1, 3, 6, 24 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลา rainbow trout ในน้ำอ่อน และน้ำกระด้าง	14
5	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาตะเพียนขาวในสารละลาย quinaldine ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ใน 48 ชั่วโมง	25
6	ค่า 24 และ 48 ชั่วโมง LC_{50} และฟังก์ชั่นของความเอียง ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว	25
7	คุณภาพของน้ำก่อนและหลังการทดลอง ที่ความเข้มข้นของยาสลบ quinaldine แตกต่างกัน	30
8	ระยะของการสลบของปลาตะเพียนขาว ณ เวลาต่างๆในช่วง 48 ชั่วโมง ของยาสลบ quinaldine ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของ quinaldine และ quinaldine sulfate	11
2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ quinaldine กับอัตราการตายของปลาตะเพียนขาว ในเวลา 24 ชั่วโมง	26
3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ quinaldine กับอัตราการตายของปลาตะเพียนขาว ในเวลา 48 ชั่วโมง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus* Bleeker)

Toxicity and Efficiency of Quinaldine to Commone Silver Barb (*Puntius gonionotus* Bleeker)

คำนำ

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีมาตรการให้เร่งการกระจายการผลิต ทั้งพืชเศรษฐกิจ ปศุสัตว์ และการประมง สำหรับในด้านการประมง มีการเร่งรัดการผลิตพันธุ์ปลาเพื่อปล่อยลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือโครงการชลประทานต่างๆ รวมถึงการเลี้ยงเป็นอาชีพ เพื่อให้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนราคาถูก โดยเฉพาะในเขตชนบทยากจน ให้สามารถช่วยเหลือตนเองได้ (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2530)

การที่จะให้ได้ผลตามมาตรการที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการขนส่ง ลำเลียงพันธุ์สัตว์น้ำจากแหล่งเพาะไปยังแหล่งน้ำต่างๆที่ต้องการ ทั้งไกลและใกล้ แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณภาคกลางของประเทศ ทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน ฉะนั้น ประสิทธิภาพในการขนส่งพันธุ์สัตว์น้ำไปยังแหล่งที่ต้องการเลี้ยง หรือแหล่งน้ำอื่นๆ นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่จะทำให้การส่งเสริมและเพิ่มผลผลิตการประมงบรรลุเป้าหมายได้

วิธีการขนส่งลำเลียงสัตว์น้ำโดยใช้ยาสลบ เป็นวิธีที่ดีมากวิธีหนึ่ง และเป็นที่นิยมใช้ในต่างประเทศ เนื่องจากสัตว์น้ำที่ขนส่งโดยวิธีนี้จะยังคงแข็งแรงดีเหมือนเดิม ร่างกายไม่บอบช้ำหรือมีบาดแผลใดๆในระหว่างการขนส่งลำเลียง ตลอดจนการขนย้ายก็ทำได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ยุ่งยากซับซ้อน และข้อสำคัญคือสามารถจะลำเลียงได้ในปริมาณที่มากกว่าสภาพปกติ 2 – 3 เท่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากขณะที่สัตว์น้ำอยู่ในอาการสลบ จะไม่มีปฏิกริยาโต้ตอบต่อสิ่งกระตุ้นใดๆจากภายนอก ขบวนการทำงานของอวัยวะและระบบต่างๆในร่างกายจะลดลง ซึ่งจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลให้ความต้องการออกซิเจน และอัตราการขับถ่ายของเสียออกนอกร่างกายลดน้อยลงด้วย (McFarland และ Norris, 1958)

ถึงแม้ว่าวิธีการใช้ยาสลบกับสัตว์น้ำจะช่วยให้การขนส่งลำเลียงสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้นก็ตาม แต่วิธีนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากยังมีผู้ทำการศึกษากันน้อย และการที่จะใช้ยาสลบในการขนส่งให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องทราบปริมาณหรือความเข้มข้นของยาสลบที่พอเหมาะที่จะทำให้สัตว์น้ำเกิดการสลบในระดับพอดีที่จะใช้ขนส่งได้ เพราะถ้าใช้ปริมาณยาสลบมากเกินไปอาจทำให้สัตว์น้ำตายได้ ยาสลบที่ใช้ในด้านการประมง นอกจากจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการขนส่งลำเลียงสัตว์น้ำแล้ว ยังใช้ในการควบคุมสัตว์น้ำให้อยู่ในอาการสงบนิ่ง เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติการทดลองต่างๆต่อสัตว์น้ำ เช่น การชั่งน้ำหนัก การวัดขนาด การเพาะพันธุ์ การรีดไข่ และการทำเครื่องหมาย ฯลฯ (McFarland, 1960) เพราะฉะนั้น การทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยาสลบจะเป็นประโยชน์อย่างกว้างขวางทางด้านประมง ยาสลบที่ใช้ในด้านการประมงและอื่นๆ เท่าที่มีผู้ศึกษา พบว่า มีมากกว่า 25 ชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและความรุนแรงไม่เท่ากัน ความสะดวกในการใช้ต่างกัน รวมทั้งราคาก็แตกต่างกันด้วย แต่ชนิดที่พบว่ามีความเหมาะสม และน่าที่จะใช้สำหรับกิจการประมง ได้แก่ quinaldine (2 - methyl quinoline และ quinaldine sulfate(2-methyl quinoline sulfate)ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกัน และมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับชนิดอื่นๆ (Lock, 1969) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาถึงระดับความเป็นพิษ และระดับที่เหมาะสมของ quinaldine ในการสลบปลาตะเพียนขาว เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพทางการขนส่งลูกปลา

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อศึกษาระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ที่มีต่อปลาตะเพียนขาวภายใน 24 และ 48 ชั่วโมง

2. เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของยาสลบ quinaldine ที่ทำให้ปลาตะเพียนขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้...การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการสลบในขณะขนส่งลำเลียง

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขนส่งลูกปลาตะเพียนขาว โดยวิธีอัดออกซิเจน และวิธีการใช้ยาสลบสมทบกับการอัดออกซิเจน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ยาสลบและคุณสมบัติ

ยาสลบที่ใช้กับปลา เท่าที่มีผู้ศึกษามาแล้วมีมากกว่า 25 ชนิด ในจำนวนนี้มีอยู่ 14 ชนิด ที่ McFarland (1959) พบว่าก่อให้เกิดการสลบปลาที่ใช้ทดลองในพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน และได้แบ่งพฤติกรรมของการสลบ เป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

ระยะที่ 1 เรียกว่าระยะ Sedation เป็นระยะซึ่งปลาไม่มีปฏิกริยาโต้ตอบใดๆต่อสิ่งเร้าจากภายนอก เช่น การสัมผัสลำตัว ยกเว้นแรงกดแรงๆ ในระยะนี้ปลายังคงทรงตัวได้ปกติ เพียงแต่อาการเชื่องช้าลง และอัตราการปิด เปิดของกระพุ้งแก้ม (operculum) จะช้าลงกว่าปกติเล็กน้อย การว่ายน้ำช้าลง มีการกระจายทั่วภาชนะ ตามบริเวณส่วนกลางและส่วนล่าง

ระยะที่ 2 เรียกว่าระยะ Partial loss of equilibium เป็นระยะที่การว่ายน้ำของปลาเริ่มผิดปกติ ใช้ลำตัวส่ายไปมาขณะเคลื่อนที่ เนื่องจากปลาสูญเสียการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ มีการลอยหัวตามบริเวณผิวน้ำ และการว่ายจะว่ายๆหยุดๆ ต่อมาไม่สามารถพยุงตัวให้ตั้งอยู่ในแนวระดับได้ จนในที่สุดก็ไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ ตัวจะเอียงตะแคง หรือหงายท้อง แต่ยังคงว่ายน้ำไปได้ ในลักษณะดังกล่าว มีปฏิกริยากับการกระตุ้นที่แรงมากๆเท่านั้น อัตราการปิดเปิดกระพุ้งแก้มเร็ว

ระยะที่ 3 เรียกว่าระยะ Total loss of equilibium เป็นระยะที่ปลาเสียสมดุลย์อย่างสมบูรณ์ และหยุดเคลื่อนที่ ปลาจะอยู่ในลักษณะหงายท้อง หรือตะแคงนิ่งอยู่ตามก้นภาชนะ หรือลอยที่ผิวน้ำ การหายใจช้าลง และไม่รุนแรงเหมือนระยะที่ผ่านมา และที่สำคัญคือปลาจะไม่เคลื่อนที่ แต่ครีบหางและครีบหลังอาจยังทำงานอยู่ การเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการกดแรงๆที่ครีบหางหรือครีบหลังเท่านั้น และการเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นเพียงชั่วครู่ แล้วจะหยุดนิ่งต่อไป ปลาในระยะนี้สีตัวจะคล้ำจนเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 4 เรียกว่าระยะ Loss of reflex activity เป็นระยะที่การปิดเปิดของกระพุ้งแก้มไม่สม่ำเสมอ อัตราการหายใจช้ามาก รวมทั้งการเต้นของหัวใจช้าลง ปลาจะไม่มีปฏิกริยาโต้ตอบใดๆต่อสิ่งกระตุ้น พฤติกรรมของปลาในระยะนี้คล้ายกับระยะที่ 3 คือ ปลาจะอยู่ในลักษณะตะแคงหรือหงายท้องนิ่ง แต่เมื่อมีการกระตุ้นแรงๆ เช่น ใช้แท่งแก้วกดที่ครีบหางและครีบหลัง จะไม่มีปฏิกริยาตอบโต้ใดๆทั้งสิ้น ยังคงนิ่งอยู่ในลักษณะนั้น แต่ยังเห็นการทำงานของกระพุ้งแก้มซึ่งไม่เป็นจังหวะและสม่ำเสมอ

ระยะที่ 5 เรียกว่าระยะ Medullary collapse เป็นระยะที่กระพุ้งแก้มหยุดทำงาน และหลังจากกระพุ้งแก้มหยุดทำงาน 1 นาที แสดงว่าปลานั้นตายแล้ว

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของยาสลบต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสลบแต่ละระยะของปลา ตามเวลาที่เปลี่ยนไปในลักษณะเดียวกันคือ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของยาสลบจะทำให้เวลาที่ใช้ในการทำให้สลบ (induction time) ของแต่ละระยะลดลง และช่วยเพิ่มความลึกของการสลบ ซึ่งยาสลบชนิดอื่นๆก็มีผลต่อการสลบของปลาในลักษณะนี้ชนกัน (McFarland, 1959, Durve และ Dharma, 1965)

การสลบของปลาในระยะ sedation เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด และเป็นสิ่งที่ต้องการที่สุดในการขนส่งปลาที่มีชีวิต เนื่องจากเป็นระยะที่มีการลดหรือระงับการตอบสนองจากภายนอก โดยไม่ทำให้เสียสมดุลของร่างกาย ส่วนการสลบในระยะที่ลึกกว่าระยะนี้ เช่น การสูญเสียสมดุลบางส่วน หรือทั้งหมด (ระยะที่ 2, 3) จะไม่เป็นที่ต้องการสำหรับการขนส่งปลา เนื่องจากจะมีผลให้ปลาเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นอย่างไม่ตั้งใจ หรือทำให้มีการรวมลงไปรวมกันที่ก้นภาชนะมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ปลาบอบช้ำมากขึ้น และผลการทดลองของ McFarland (1959) ได้ยืนยันว่า ปลาที่เกิดสลบระยะ sedation จะมีชีวิตรอดนานกว่ากลุ่มควบคุม

ในเวลาต่อมา Bell (1964) ได้แนะนำยาสลบซึ่งคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมที่จะใช้ในห้องทดลองและในทางปฏิบัติจริง ประมาณ 11 ชนิด ซึ่งจะรวมเอา 6 ชนิดที่ McFarland (1959) ได้ศึกษาไว้ คือ sodium amytal, tribromoethanol, chloral hydrate,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

chloretane, methyl pentynol, MS-222 (tricaine methane sulfate) นอกจากนั้น ได้แก่ carbondioxide, ether, phenoxyethanol, quinaldine และ teriary amyl alcohol นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมียาสลบอีกหลายชนิดที่มีผลต่อปลา ซึ่งแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น ระยะเวลาที่ทำให้สลบ ความสะดวกในการใช้ ความปลอดภัยต่อปลาและคน ตลอดจนราคา ก็แตกต่างกัน รวมทั้งความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ทางด้านการประมง มีดังนี้ (Durve, 1970)

1. สามารถละลายน้ำได้

2. ความเข้มข้นของยาสลบที่เหมาะสมที่จะใช้ขนส่งควรจะต่ำ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

3. ช่วงเวลาที่ทำให้เกิดการสลบ และทำให้ฟื้น ควรใช้เวลาสั้น

4. ปลาสามารถจะอยู่ในสารละลายของยาสลบนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆได้โดยปลอดภัย แม้ว่าจะแช่อยู่เป็นเวลาหลายๆชั่วโมง

5. หลังจากใช้ยาสลบชนิดนั้นๆต่อปลาแล้ว ไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆตามมา

6. ระดับความเข้มข้นของยาสลบที่ทำให้ถึงตายควรจะสูงกว่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้สลบ เพื่อปลาจะได้ไม่เกิดการตาย เมื่อเกิดการผิดพลาดในกรณีที่ความเข้มข้นที่ใช้เกินระดับที่เหมาะสมในขณะขนส่ง เป็นเวลานานๆ

นอกจากนี้ McFarland (1959) กล่าวว่า ความรุนแรงของฤทธิ์ยาสลบแต่ละตัวจะเกี่ยวข้องกับน้ำหนักโมเลกุลของยาสลบ ยกเว้น sodium babital กล่าวคือ ยาสลบที่ให้ความรุนแรงของฤทธิ์น้อย ก็จะมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยด้วย และปลาขนาดใหญ่กว่า มีความรู้สึกไวต่อยาสลบมากกว่า (Muench, 1958) นอกจากนี้ Marking (1969) พบว่า ปลาที่มีขนาดเล็กกว่าจะทนทานต่อความเป็นพิษของ quinaldine ได้น้อยกว่า และปลาต่างชนิดกันจะมีความทนทานต่อความเป็นพิษของ quinaldine ต่างกันอีกด้วย (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในต่างประเทศ การใช้ยาสลบในกิจการประมง มีผู้ศึกษาและใช้กันอย่างกว้างขวาง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่า 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลาแต่ละชนิดและขนาดต่างๆกัน ที่อุณหภูมิ 12 °C

ชนิดปลา	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาวเฉลี่ย (นิ้ว)	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
Rainbow trout	1	2	18.7(18.-19.2)	17.8(16.4-19.3)	5.0(4.5-5.6)
" "	23.0	6	16.0(14.2-18.1)	15.3(13.9-16.8)	15.3(13.9-16.8)
Brown trout	2.6	2	13.0(10.9-15.5)	9.0(6.0-13.5)	3.5(2.1-5.9)
" "	14.3	4	18.0(15.3-21.2)	17.0(14.9-19.4)	16.0(14.7-17.4)
" "	27.0	6	15.0(13.6-16.5)	14.8(13.5-16.3)	14.0(12.7-15.4)
Brook trout	12.5	3	14.5(13.6-16.1)	14.0(12.8-15.3)	13.6(12.5-14.8)
" "	20.0	4	15.0(13.2-17.1)	14.0(13.1-15.0)	13.5(12.6-14.4)
" "	37.5	6	13.2(12.5-14.0)	12.4(11.4-13.5)	12.0(10.7-13.4)
Lake trout	2.0	2	6.8(5.8-8.0)	5.6(5.0-6.3)	5.6(5.0-6.3)
" "	5.6	3	14.2(13.4-15.1)	13.5(12.4-14.7)	13.5(12.4-14.7)
" "	35.0	7	13.0(12.1-13.9)	12.6(11.7-13.6)	12.3(11.3-13.4)
Northern pike	1.8	2	20.0(18.8-21.2)	8.0(6.3-10.2)	2.0(1.1-4.0)
Channel catfish	1.9	3	21.0(19.3-22.9)	20.0(18.2-22.0)	19.9(18.1-21.9)
" "	5.2	4	29.4(28.3-30.6)	27.4(25.6-29.3)	24.9(23.3-26.6)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดปลา	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาวเฉลี่ย (นิ้ว)	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
Blue gill	1.3	2	10.1(9.4-10.8)	10.1(9.4-10.8)	10.1(9.4-10.8)
" "	2.8	3	12.8(12.2-13.4)	12.8(12.2-13.4)	12.6(11.8-13.5)
Largemouth bass	0.5	1	10.4(9.7-11.1)	9.4(8.5-10.3)	4.6(3.5-6.1)
" "	5.2	4	10.4(9.8-11.0)	9.9(9.3-10.5)	6.6(5.6-7.5)
" "	13.0	7	10.0(8.8-11.3)	9.7(8.7-10.9)	9.0(7.7-10.5)
Walleye	0.7	2	10.1(9.4-10.9)	10.1(9.3-11.0)	9.8(8.9-10.8)

ที่มา : Marking (1969)

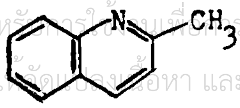
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เช่นกลุ่มประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาราชการ นิยมใช้ quinaldine ส่วนเยอรมันตะวันตกใช้ MS – 222 และ chlorobutanal (Schmerzausschaltung bei Fischer ollenschlager, 1975) propoxate ได้รับการแนะนำให้ใช้ในงานด้านประมงในทุกหน่วยงานของศูนย์ทดลองการประมงของประเทศเช็คโกสโลวะเกีย (Prihodal และ Zvoz, 1979 อ้างตาม ทัศนีย, 2526) ในสหรัฐอเมริกา quinaldine และ MS – 222 เป็นยาสลบที่นิยมใช้กับสัตว์น้ำเป็นส่วนใหญ่ (Post, 1979) และทั้งสองชนิดเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตาม McFarlean (1968) แนะนำให้ใช้ benzocaine แทน MS – 222 เนื่องจากราคาถูกกว่า 17 เท่า ซึ่งตรงกับ Osamu และคณะ (1967) อ้างตามทัศนีย (2526) ที่แนะนำให้ใช้ quinaldine, tertiary amyl alcohol, paraldehyde แทน MS – 222 เนื่องจากราคาถูกเช่นกัน Farwell (1978) ได้รายงานถึงการใช้ quinaldine เป็นยาสลบเพื่อช่วยให้การขนย้ายง่ายขึ้น ปลาบอบช้ำและตกใจน้อยลง ทั้งได้แนะนำว่า ควรทำการศึกษาถึงปริมาณของ quinaldine ที่ใช้ต่อปริมาตรน้ำ และศึกษาถึงความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อไป

คุณสมบัติของ quinaldine มีดังนี้

quinaldine (2-methyl quinoline) รู้จักกันหลายปี และเป็นยาสลบที่ใช้ได้ผลและปลอดภัย เป็นยาสลบที่ทำให้การขนส่ง การรวบรวม การบรรจุ การชั่งน้ำหนัก และการปฏิบัติต่างๆต่อปลาง่ายขึ้น

quinaldine มีลักษณะเป็นของเหลว สีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง (reddish brown) หลังถูกอากาศ สาเหตุเนื่องมาจากเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่นระหว่าง quinaldine กับอากาศ และสุดท้ายจะกลายเป็นสีดำ quinaldine เป็นสารประกอบพวก amine (Blosiola, 1977) สามารถละลายได้ใน alcohol, ether, chloroform และ acetone ละลายยากมากในน้ำ quinaldine มีสูตรโครงสร้าง คือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีชื่อทางเคมีว่า 2 - methyquinoline สกัดได้จากน้ำมันดำของถ่านหิน(coal tar) และนำมาใช้ประโยชน์ในการทำสีย้อมผ้า หรือได้จาก aniline, acetaldehyde และ hydrochloric acid (Windhol, 1976) และสามารถสังเคราะห์โดยใช้ aniline paraldehyde, hydrochloric acid โดยใช้ความร้อน (Rose และ Rose, 1966) สภาพทางเคมีที่ทำให้ quinaldine มีการเปลี่ยนแปลงการละลายน้ำได้ดีขึ้น สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง โดยเฉพาะกรดซัลฟุริก และเกลือซัลเฟต โดยเกลือจะทำให้กลิ่นเหม็นน้อย เปลี่ยนสภาพเป็นผลึก สามารถละลายน้ำได้เร็ว และคุณสมบัติการออกฤทธิ์ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อสัมผัสแสงและอากาศ ส่วนกรดทำให้พันธะหลวมหรือคลายออกหลายๆพันธะ จากนั้นมันจะแยกกันละลายน้ำขึ้นอยู่กับว่าพันธะจะคลายออกมากเพียงใด (Blasiola, 1977) และเขายังกล่าวว่า quinaldine จะทำให้ปลาเกิดการระคายเคือง เนื่องจาก quinaldine มีผลต่อ mucus membrane ของปลา และยังคงติดอยู่กับผิวหนัง เป็นสาเหตุให้ปลาระคายเคืองอยู่ตลอดเวลา quinaldine สามารถทำให้อยู่ในรูปบริสุทธิ์ โดยอยู่ในรูป quinaldine sulfate ซึ่งถ้าอยู่ในรูปบริสุทธิ์ที่สุด จะเป็นผลึกสีเหลือง หรือบางครั้งจะเป็นผลึกสีขาวใส ลื่นเป็นมัน สีของ quinaldine sulfate ขึ้นอยู่กับชนิดหรือยี่ห้อ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าบริสุทธิ์แค่ไหนในผลึกนั้นๆ โดย Allen และ Sills (1973) สังเคราะห์ได้จาก quinaldine ซึ่ง quinaldine sulfate นี้ละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า quinaldine แต่ทั้งสองมีคุณสมบัติเหมือนกัน จัดเป็นยาสลบชนิดเดียวกัน Marking และ Dawson (1973) ได้ทดลองพิษของ quinaldine sulfate กับปลาน้ำจืดหลายชนิด และได้จดทะเบียนไว้กับ Federal Drug Administration (สหพันธยา) Brandem และคณะ (1972) อ้างตาม Blasiola(1977) ได้อธิบายว่า เมื่อปลาได้รับยาสลบ ยาสลบจะเข้าไปอยู่ในสมอง ภายหลังที่เข้าสู่ระบบโลหิตโดยทางเหงือก จากนั้นจะเข้าสู่ตับและม้าม และถูกขับออกมา Muench (1958) พบว่า quinaldine จะมีผลที่บริเวณระบบประสาทส่วนกลาง โดยเฉพาะตรงศูนย์กลางควบคุมการหายใจ Blasiola(1977) ได้ให้ความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของ quinaldine และ quinaldine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sulfate ดังแสดงในภาพที่ 1

s = ละลายได้

i = ไม่ละลาย

δ = ละลายได้น้อยมาก

Compound	Formula	Momecular weight	Melting point	Boiling point	Solubility				
					Ether	Benzene	Alcohol	Acetone	Water
2-methylquinoline	$C_{10}H_{11}N$	143.18		246-247 C	s	s	s	s	δ
2-methylquinoline sulfate	$C_{10}H_{11}NSO_4$	241.26	211-213 C		i	i	i	i	s

ภาพที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของ quinaldine และ quinaldine sulfate (Blasiola, 1977)

Blasiola (1977) ได้ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ quinaldine และ quinaldine sulfate ในการสลบปลา 10 ชนิด ผลปรากฏว่า quinaldine sulfate จะทำให้ปลาสลบเร็วกว่า quinaldine แต่ปลาที่สลบด้วย quinaldine จะฟื้นเร็วกว่าพวกที่ใช้ quinaldine sulfate เมื่อใช้จำนวนความเข้มข้นเท่ากัน และได้แนะนำว่า quinaldine sulfate ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อการค้า เพราะกรรมวิธีการสังเคราะห์ไม่สะดวก ในทางปฏิบัติ quinaldine จะสามารถทำให้ปลาสลบได้เร็วและนาน แต่ปลาที่ถูกทำให้สลบอาจมีผลตอบสนองต่อฤทธิ์ยา ซึ่งจะมีผลแทรกซ้อนได้

คุณภาพน้ำ โดยเฉพาะอุณหภูมิ, ความเป็นกรดเป็นด่าง, ความกระด้าง มีอิทธิพลต่อการสลบของปลาอันเนื่องมาจากยาสลบ quinaldine ซึ่ง Marking (1969) ได้ทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ซึ่งผลที่ได้จากการประมาณค่า LC_{50} ของปลาชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ และขนาดต่างๆกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และพบว่า ความเป็นพิษของ quinaldine ต่อปลา Rainbow trout จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กล่าวคือ ค่า 96 – h LC_{50}จะเปลี่ยนจาก 13.3 ppm. ที่ 7°C เป็น 1.9 ppm. ที่ 17°C และสำหรับปลา Blue gill จะเปลี่ยนจาก 10.1 ppm. ที่ 12°C เป็น 5.8 ppp.. ที่ 22°C (ตารางที่ 2 และ 3) นอกจากนี้ยังพบว่า quinaldine จะมีพิษในน้ำกระด้างที่มี pH สูง มากกว่าน้ำอ่อนที่มีpH ต่ำ (ตารางที่ 4) Schoettger และ Julin (1967) รายงานว่า pH 7 – 8.5 จะไม่มีผลต่อความเป็นพิษของ quinaldine แต่ที่ pH 5 จะให้ผลที่แตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพการทำงานของยาจะน้อยลง แสดงว่าความเป็นกรดจะทำให้ฤทธิ์ของยาสลบ quinaldine ลดลง โดยได้ทดลองกับปลา Small mouth bass โดยใช้ quinaldine เข้มข้น 20 ppm. ที่ 12°C เมื่อเปลี่ยน pH ให้เป็น 5 ปลาจะฟื้นภายใน 20 – 25 นาที แต่เมื่อเปลี่ยน pH เป็น 5.7 ปลาจะไม่ฟื้นภายใน 2 ชั่วโมง แสดงว่า pH ประมาณ 6 หรือมากกว่า จะไม่ลดปฏิกิริยาหรือฤทธิ์ยาของ quinaldine Limsuwan; Grizzie และ Plumb (1983) พบว่า ระดับอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของ quinaldine และ MS – 222 ต่อปลา Channel catfish Golden shiner, Blue gill

พบว่าปลาจะแสดงอาการเป็นพิษที่ 27°C น้อยกว่า 17°C และในเวลา 24 และ 96 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 22 และ 27°C ความเป็นพิษจะคล้ายคลึงกัน แต่ที่ 17°C ความเป็นพิษต่อปลา Channel catfish และ Blue gill มีความแตกต่างกันทางสถิติน้อยมาก และสรุปว่าในปลา 3 ชนิด อุณหภูมิจะมีผลต่อความเป็นพิษของยาสลบต่อปลา Blue gill มากที่สุด ส่วนปลา Golden shiner อุณหภูมิจะมีผลต่อความเป็นพิษของยาสลบน้อยที่สุด และได้แนะนำอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสลบปลา 3 ชนิดด้วยยาสลบ quinaldine และ MS – 222 ซึ่งเท่ากับ 22 ± 1°C Schoetter และ Julin (1967) พบว่า อายุของสารละลาย quinaldine ที่ 12°C จะมีผลน้อยมากต่อประสิทธิภาพของยา โดยทดลองใช้ความเข้มข้น 15ppm. ของสารละลายquinaldine ที่อายุ 50 วัน สลบปลา Rainbow trout ที่อุณหภูมิ 12°C พบว่าจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่า 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของ quinaldine ต่อปลา blue gill ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ °C	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
12°	10.1(9.4–10.8)	10.1(9.4–10.8)	10.1(9.4–10.8)
17°	12.5(11.9–13.1)	11.8(10.9–12.7)	11.6(10.7–12.5)
22°	11.3(10.0–12.1)	11.0(10.0–12.1)	5.8(5.6–8.0)

ที่มา : Marking (1969)

ตารางที่ 3 ค่า 1, 3, 6, 24, 48 และ 96 ชั่วโมง ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของ quinaldine ต่อปลา rainbow trout ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ °C	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
7°	17.8(16.2–19.4)	16.1(15.6–16.7)	16.1(15.6–16.7)	15.5(14.3–16.8)	14.2(12.6–15.9)	13.3(11.9–14.9)
12°	19.8(18.8–20.8)	19.8(18.8–20.8)	19.8(18.8–20.8)	18.7(18.2–19.2)	17.8(16.4–19.3)	5.0(4.5–5.6)
17°	23.8(21.5–25.4)	23.8(21.5–25.4)	23.0(20.3–26.0)	8.0(6.2–10.1)	3.2(2.3–4.5)	1.9(1.5–2.3)

ที่มา : Marking (1969)

ตารางที่ 4 ค่า 1, 3, 6, 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลา rainbow trout ในน้ำอ่อนและน้ำกระด้าง

คุณภาพน้ำ	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
น้ำอ่อน	25.0(21.8–28.7)	25.0(21.8–28.7)	24.1(20.8–27.8)	19.0(17.1–21.2)	17.0(15.3–18.8)	5.1(4.4–6.0)
น้ำธรรมดา	19.8(18.8–20.8)	19.8(18.8–20.8)	19.8(18.8–20.8)	18.7(18.2–19.2)	17.8(16.4–19.3)	5.0(4.5–5.6)
น้ำปานกลาง	19.1(17.4–21.0)	18.1(16.9–20.3)	18.4(16.9–20.1)	16.7(15.2–18.3)	14.5(12.6–16.7)	4.6(4.2–5.1)
น้ำกระด้าง	21.1(18.5–24.0)	20.9(18.4–23.8)	20.9(18.4–23.8)	17.2(13.8–21.5)	9.9(6.8–14.4)	4.3(3.7–5.0)

ที่มา : Marking (1969)

ทำให้ปลาสลบภายใน 2 นาทีแรก แต่ที่ 27 C quinaldine จะมีผลต่อการสลบปลา Blue gill น้อยมาก หลังจากสารละลายมีอายุ 21 วันไปแล้ว แสดงว่าที่อุณหภูมิสูง สารละลาย quinaldine ที่มีอายุมากกว่า 20 วัน จะมีฤทธิ์น้อยลง

การใช้ quinaldine ทางด้านประมง

Locke (1969) กล่าวว่า quinaldine ยังเป็นยาสลบปลาที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในกิจการประมงโดยทั่วไป เนื่องจากมีราคาถูก กล่าวคือ quinaldine ที่ 15 ppm. จะถูกกว่า MS — 222 ที่ความเข้มข้น 12 ppm. ถึง 24 เท่า Bruce (1958) อ้างตาม จงจินต์ (2508) ทดลองใช้ quinaldine เป็นยาสลบ พบว่ามีประสิทธิภาพดีในการใช้กับปลาชนิดที่มีเกล็ด และมีขนาดใหญ่ และหลังจากปลาสลบแล้วจะไม่มีอาการตอบรับกับการสัมผัสเบาๆ แต่จะเคลื่อนไหวชั่วระยะหนึ่งแล้วสลบใหม่อีกเมื่อโดนกระแทกหรือจับแรงๆ ในการทดลองนี้ ใช้ quinaldine ในอัตรา 5 — 15 ppm. Bell (1964) ได้แสดงให้เห็นว่า quinaldine ที่ความเข้มข้น 5 — 12 ppm. เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการสลบโดยทั่วไปในปลากระดูกแข็งทุกชนิด เช่น Salmonids และเสนอว่า ปฏิกริยาของ quinaldine อาจคล้ายคลึงกับ barbiturate Locke (1969) ทำการทดลอง พบว่า quinaldine 10 ppm. เหมาะสำหรับใช้สลบปลา Lake trout และ 15 ppm. เหมาะสลบปลา salmon และ Brook trout ต่อมา Milton และ Dixon (1980) ได้ศึกษาผลของการใช้ quinaldine ที่มีต่อสรีรวิทยาของปลา <u>Blennius sholis</u> พบว่า quinaldine ที่ความเข้มข้น 10 — 20 ppm. จะทำให้ความต้องการ O_2 ของปลาทดลองลดลง จึงเหมาะสำหรับใช้ในการรวบรวมปลา และในการทำเครื่องหมาย Schoettger และ Julin (1967) กล่าวว่า การใช้ quinaldine ควรผสมกับยาชนิดอื่นๆ เช่น MS — 222 เพื่อลดปัญหาการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งจะมีผลแทรกซ้อนตามมา และได้ทำการทดลองใช้ quinaldine เป็นยาสลบปลา 7 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยจะทำให้สลบถึงระยะที่ 2 ภายใน 2 นาที Strebk และคณะ (1975) อ้างตามทัศนัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2526) ได้ใช้ quinaldine ในการควบคุมปลา Striped bass ซึ่งหนัก 20 – 30 กรัม พบว่ายาสลบจะมีผลที่ความเข้มข้น 2 : 100,000 , 2.5 : 100,000 และ 3 : 100,000 โดยน้ำหนัก ปลาที่สลบจะไม่มีการเคลื่อนไหวไปไหน ทำให้ง่ายต่อการจับ และปลาจะฟื้นตัวได้เร็วในน้ำใหม่ ด้วยอาการที่แข็งแรงดี แต่ที่ความเข้มข้นสูงๆ (มากกว่า 7 : 100,000 โดยน้ำหนัก) จะทำให้เกิดเป็นพิษต่อปลา Johnson (1974) ได้รายงานถึงการใช้ประโยชน์ของ quinaldine ในการควบคุมกุ้งทะเล และแนะนำว่าควรมีการทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมเพิ่มเติมก่อนที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติจริงๆ Billard (1981) ได้ทดลองผลของยาสลบ quinaldine ต่อเปอร์เซ็นต์การผสมติดของไข่ในปลา Rainbow trout โดยแบ่งเป็น 2 หน่วยทดลอง คือ ให้ไข่ปลาสัมผัสกับสารละลายยาสลบ 20 นาที ก่อนผสมกับน้ำเชื้อ และให้ไข่กับน้ำเชื้อผสมกันในสารละลายยาสลบ quinaldine ผลที่ได้ทั้ง 2 หน่วยทดลอง เปอร์เซ็นต์การผสมติดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นอกจาก quinaldine แล้ว ยาสลบชนิดอื่นๆที่มีผู้ทำการศึกษา เช่น Marking (1969) รายงานว่า MS – 222 มีความเป็นพิษต่อปลา Rainbow trout ที่มีขนาดเล็กมากกว่าขนาดใหญ่ แต่ Marking และ Dawson (1973) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่า 96 – hLC_{50} ของ quinaldine sulfate ต่อปลา Blue gill และ Channel catfish

Laidley และคณะ (1988) ได้ทดลองยาสลบ MS – 222 ที่มีผลต่อ plasma, thyroid, metabolite และระดับอิออน ในปลา Rainbow trout ผลปรากฏว่า ไม่ทำให้ระดับโปรตีนในเลือดเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ระดับ glucose ในเลือดมีความเข้มข้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นของ Ca^{+} ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระดับ Na^{+} สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

Boonyaratpalin และคณะ (1981) ทำการศึกษาผลของ MS – 222 และเกลือแกงต่อการลำเลียงปลาเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ ปลาช่อน, ปลาดุกอุย และปลาดุกด้าน พบว่า พิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉียบพลันของ MS – 222 ต่อปลาทั้ง 3 ชนิด โดยเทียบจาก 24, 48 และ 96 ชั่วโมง LC_{50} มีค่าเท่ากับ 71.60 – 72.70, 66.33 – 81.50 และ 86.29 – 89.58 ppm. ตามลำดับ และความเข้มข้นของ MS – 222 ที่จะทำให้ปลาทั้ง 3 ชนิดสลบ ในขั้น sedation มีค่า 40 – 45, 40 – 50 และ 40 – 45 ตามลำดับ และผลจากการขนส่งลำเลียงปลาดุกอุยและดุกด้าน จากกรุงเทพฯถึงเชียงราย ใช้เวลาลำเลียง 20 ชั่วโมง พบว่า ทั้ง MS – 222 และเกลือแกง ไม่มีผลต่อการเพิ่มอัตรารอดของปลาทั้ง 3 ชนิด จากการลำเลียงในลักษณะดังกล่าว

Endo และคณะ (1972) ทดลองใช้ eugrenol เป็นยาสลบกับปลาหลายชนิด พบว่า ยาสลบชนิดนี้ทำให้ปลาสลบได้เร็ว แต่ให้ผลเพียง 1/4 เท่าของ MS – 222 เท่านั้น

McFarland (1960) แนะนำให้ใช้ urethane 10 – 13 กรัม ต่อน้ำ 1 แกลลอน ทำให้ปลาสลบ ในระยะที่ 4 (Medullary collapse)

Tayler (1979) ศึกษาผลของยาสลบหลายชนิด พบว่า tertiary amyl alcohol เป็นยาสลบที่มีประโยชน์ที่สุดในบรรดาสารเคมีที่ได้ทดลอง และมีราคาถูกที่สุด

Booke (1978) ได้ทดลองใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในน้ำที่มี pH ต่างๆกัน โดยศึกษากับปลา Rainbow trout, Brook trout และ Carp พบว่า การใช้ยาสลบนี้ ที่ความเข้มข้น 142 – 652 ppm. ที่ pH 6.5 – 7.5 เหมาะสมที่สุดในการทำให้ปลาสลบ และได้เสนอแนะว่า pH จะเป็นตัวควบคุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสลบในปลา

Siwicki (1984) ค้นพบ propanidid ซึ่งเป็นยาสลบชนิดใหม่ และสามารถสลบปลาโดยทั่วไป ซึ่งพบว่าเป็นพิษกับคนน้อยมากต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และเป็นยาที่ใช้ในคนอีกด้วย

Carrasco และคณะ (1984) ได้ทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ lidocaine เพื่อสลบปลา carp, catfish และ tilapia พบว่าที่ความเข้มข้น 1.61, 2.10, 1.52 เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mishra และคณะ (1983) พบว่า carbonic acid ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 500 ppm.

100670

เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการสลบปลา เพื่อการขนส่งปลาในระยะเวลา 215 ชั่วโมง โดยพบว่าอัตราการรอดตายมีถึง 95 เปอร์เซ็นต์ เขาได้แนะนำว่า ปลาจะมีชีวิตรอดเพิ่มขึ้นถ้าใช้เวลาน้อยกว่า 106 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลาตะเพียนขาว (Puntius gonionotus Bleeker) ที่มีความยาว 2 – 3 เซนติเมตร ซึ่งหาได้จากสถานเพาะพันธุ์เลี้ยงปลาของฟาร์มบริเวณใกล้เคียง

2. สารเคมีที่ใช้ทดลอง

2.1 Quinaldine (2-methyl quinoline) ของบริษัทวิทยาศรม เป็นชนิดที่ใช้กันในห้องทดลอง หรือใช้ได้โดยทั่วไป มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 90.10 เปอร์เซ็นต์ และมีความหนาแน่น (Density) เท่ากับ 0.106 มีน้ำหนักโมเลกุล 143.18

2.2 Acetone

2.3 สารเคมีต่างๆที่ใช้ในการ titrate หาความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) และปริมาณออกซิเจน

3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1 บ่อซีเมนต์ ขนาด 1 + 2.6 + 0.4 ม.^{3} สำหรับเลี้ยงปลาทดลอง

3.2 โหลแก้ว ขนาดความจุ 10 ลิตร จำนวน 21 ใบ สำหรับใช้ทดลอง

3.3 เครื่องพ่นอากาศ (air pump) พร้อมสายยางพลาสติกใส และหัวทราย (air stone)

3.4 pH meter

3.5 Oxygen meter

3.6 อาหารอัดเม็ดสำหรับเลี้ยงปลา (pellet fish food)

3.7 สวิง สำหรับจับปลา

3.8 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

1.1 การทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของยาสลบ quinaldine ที่มีต่อปลาตะเพียนขาว ในเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

1.2 ในการทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของยาสลบ quinaldine ที่มีต่อการขนส่งปลาตะเพียนขาว

1.3 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการขนส่งลูกปลาตะเพียนขาว โดยวิธีการใช้ยาสลบ สมทบกับการอัดออกซิเจน และวิธีอัดออกซิเจนเพียงอย่างเดียว

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การเตรียมการทดลอง

1) การเตรียมปลาทดลอง นำปลาตะเพียนขาวมาเลี้ยงไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาด $1 \times 2.6 \times 0.4$ ม.^{3} ในโรงเลี้ยงปลาของภาควิชา เพื่อให้เคยชินกับสภาพแวดล้อม และเพื่อพักปลาให้แข็งแรง เป็นเวลาอย่างน้อยที่สุด 7 วัน ก่อนที่จะนำมาใช้ทดลอง น้ำที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำประปา ซึ่งพักไว้ โดยให้อากาศตลอดเวลา เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน ก่อนนำมาใช้

ในการเลี้ยงปลานี้ มีการให้ออกซิเจนตลอดเวลา และให้อาหารทุกวันๆละ 1 ครั้ง ทำการดูดเศษอาหารที่เหลือทิ้งทุกวัน และเปลี่ยนน้ำทุกๆ 2 วัน เพื่อให้ปลาอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีโรค ก่อนการทดลอง 2 วัน หยุดให้อาหาร และไม่ให้อาหารเลยระหว่างการทดลอง ในระหว่างนี้อัตราการตายต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (APHA, AWWA และWPCF, 1971) และปลาที่ผ่านการทดลองแล้วจะไม่นำกลับมาทดลองอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การเตรียมสัตว์ทดลองดังกล่าว จะใช้กับการทดลองทั้ง 3 ตอน โดยนำปลาที่

13624

อดอาหารแล้ว 2 วัน มาทดลองในห้องปฏิบัติในโหลแก้ว

2) การเตรียมสารละลาย สารเคมีที่ใช้เตรียมสารละลายทดลอง ได้แก่ quinaldine โดยเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น (stock solution) ในสารละลายอะซีโตน (acetone) (acetone : น้ำ เท่ากับ 1 : 1) การเตรียมสารละลายเข้มข้น จะเตรียมใหม่ทุกครั้งที่จะทดลอง หลังจากเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้นแล้ว จะต้องทำให้เจือจางด้วยน้ำที่เตรียมไว้สำหรับทดลอง ให้ได้ความเข้มข้นของยาสลบตามที่ต้องการ (วิธีการเตรียม ตามภาคผนวกที่ 1)

2.2 การทดลอง

1) การทดสอบหาความเป็นพิษเฉียบพลันของยาสลบ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว

การทดลองนี้ ใช้วิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่ง (static bioassay) โดยการเติมสารทดลองในระดับความเข้มข้นที่ต้องการ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง เพียงครั้งเดียว ความเป็นพิษแสดงโดยค่าของระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (median lethal concentration, LC_{50}) การหาค่า LC_{50} ของยาสลบ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้น

เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นช่วงกว้างๆ เพื่อต้องการทราบช่วงความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลาทดลองมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ปลาตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพื่อจะประมาณช่วงความเข้มข้นของสารทดลองที่จะใช้ในการทดลองจริง สังเกตและบันทึกเวลาตาย ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองอย่างละเอียด

เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเป็นพิษของยาสลบต่อปลาทดลอง และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการหาค่า LC_{50} การทดลองใช้ยาสลบ 6 ระดับความเข้มข้น ภายในช่วงที่ทำให้ปลาทดลองตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ซ้ำใช้ปลาทดลอง 10 ตัว สังเกตอาการ และบันทึกจำนวนปลาที่ตายตลอดเวลา 48 ชั่วโมง ปลาที่ตายจะถูกนำออกทันทีที่สังเกตเห็น

การทดลองทั้ง 2 ขั้นตอน ทดลองในโหลแก้วขนาดความจุ 10 ลิตร และใส่สารละลายยาสลบ 2 ลิตร

การพิจารณาว่าปลาทดลองตายหรือสลบ มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้ คือ ดูจากการปิด – เปิด ของกระพุ้งแก้ม (operculum) และหลังจากที่กระพุ้งแก้มหยุดทำงานประมาณ 1 นาที แสดงว่าปลานั้นตายแล้ว (McFarland, 1959) และไม่แสดงอาการตอบสนอง เมื่อใช้เข็มเขี่ยริมลำตัว ประมาณ 7 – 10 ครั้ง ถือว่าตายเช่นกัน ส่วนปลาทดลองที่ไม่ตายและอยู่ในอาการสลบ ก็ดูในลักษณะตรงกันข้าม คือกระพุ้งแก้มยังทำงานอยู่ และมีการตอบสนองการกระตุ้นด้วยเข็มเขี่ย

2) การทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของยาสลบ quinaldine ต่อการสลบของปลาตะเพียนขาว อาศัยการทดลองวิธีการทดสอบหาความเป็นพิษเฉียบพลัน

3) การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการขนส่งลูกปลาตะเพียนขาว โดยวิธีการใช้ยาสลบสมทบกับการอัดออกซิเจน และวิธีการอัดด้วยออกซิเจนเพียงอย่างเดียว

วิธีการทดลองนี้พยายามเลียนแบบการขนส่งจริงให้มากที่สุด ดังนั้นภาชนะที่ใช้ขนส่งจึงใช้ถุงพลาสติก ขนาด 10 + 14 นิ้ว ซ้อนกัน 2 ชั้น พร้อมกับใช้ยางเส้นรัดตรงมุมถุงทั้ง 2 ข้าง หลังจากใส่ปลาลงไปแล้ว จะผูกปากถุงให้สนิทด้วยยางเส้นอีกครั้ง ให้มีปริมาตรของสารละลายเป็น 1 ใน 3 ของปริมาตรถุงที่ผูกแล้ว สำหรับถุงที่ต้องการอัดออกซิเจนก็จะบรรจุก๊าซออกซิเจนให้ได้สัดส่วนตามความเหมาะสม มีการเขย่าให้บ่อยครั้งที่สุด และสังเกตตลอดระยะ 12 ชั่วโมง มีการจดบันทึกเวลาที่ปลาตัวแรกและตัวสุดท้าย เพื่อนำไปหาเวลาเฉลี่ยของการตายของปลาในแต่ละวิธีการขนส่ง ปลาในกลุ่มที่ต้องทดสอบด้วยยาสลบจะต้องถูกทำให้สลบด้วยความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการสลบในระยะ sedation ซึ่งได้จากการทดลองที่ 2 เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะนำไปบรรจุถุงเพื่อการขนส่ง (Johnson,1979) หลังจาก 12 ชั่วโมง นำปลาที่บรรจุถุงมาเลี้ยงต่อในบ่อปูน ขนาด 1 + 2.6 + 0.4 ม.^{3} เป็นเวลา 3 วัน เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายจากการขนส่ง

การทดลองแบ่งเป็นกลุ่มที่บรรจุยาสลบสมทบกับการอัดออกซิเจน และอัดออกซิเจนเพียงอย่างเดียว โดยทำกลุ่มละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำบรรจุปลาหนาแน่น 70 ตัวต่อน้ำ 1 ลิตร

3. <u>การบันทึกข้อมูล</u>

3.1 สังเกต และบันทึกจำนวนปลาที่ตายตลอดเวลา 48 ชั่วโมง

3.2 สังเกต และบันทึกเวลาที่ปลาตัวแรกสลบและฟื้นจากการสลบ

3.3 บันทึกจำนวนปลาตายหลังการขนส่ง และอัตราการรอดตายหลังการขนส่ง 3 วัน

4. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์ในน้ำนิ่ง (static bioassay) ความเป็นพิษแสดงโดยค่าของระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (median lethal concentration, LC_{50}) ตามวิธีของ Litchfield และ Wilcoron (1949) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตรารอดหลังการขนส่งโดยวิธีอัดออกซิเจน และวิธีอัดออกซิเจนสมทบกับยาสลบด้วยการวิเคราะห์วาเรียนซ์

5. <u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

6. <u>ระยะเวลาในการทดลอง</u>

เริ่มตั้งแต่วันที่ 15 ตุลาคม 2531 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. <u>การศึกษาความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว</u>

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของ quinaldine 20, 20.91, 21.86, 22.86, 23.90, 25 ส่วนในล้านส่วน ปลาตะเพียนขาวจะตายในอัตรา 0, 10, 20, 30, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากเปอร์เซ็นต์การตายของปลาตะเพียนขาว เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 24 ชั่วโมง LC_{50} เท่ากับ 23.2 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่า LC_{50} คือ 22.23 – 24.10 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชั่นความลาดเอียง 1.08 (ตารางที่ 6, ภาพที่ 2) และเมื่อพิจารณาที่ 48 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของ quinaldine 20, 20.91, 21.86, 23.90 ส่วนในล้านส่วน ปลาตะเพียนขาวจะตายในอัตรา 0, 10, 40, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากเปอร์เซ็นต์การตายของปลาตะเพียนขาว เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง LC_{50} เท่ากับ 21.8 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่า LC_{50} คือ 21.04 – 22.58 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชั่นความเอียง 1.04 (ตารางที่ 6, ภาพที่ 3)

ความเป็นพิษของ quinaldine ใน 24 ชั่วโมง จะมีมากกว่า 48 ชั่วโมง ลักษณะอาการคล้ายกับปลาที่ได้รับยาสลบทั่วๆไป กล่าวคือ เมื่อปลาสัมผัสกับสารละลาย quinaldine ปลาจะตกใจ จากนั้นปลาจะเสียการทรงตัว และปลาหยุดเคลื่อนไหว แล้วจมก้นโหลทั้งหมด การปิด เปิด ของกระพุ้งแก้มเร็วในตอนแรก แล้วค่อยๆช้าลงจนปลาหยุดหายใจ ปลาที่ตายกระพุ้งแก้มจะปิด

จากการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว หลังจากที่สุ่มปลาใส่ลงในสารละลาย quinaldine แล้ว พบว่าที่ความเข้มข้น 20.91 ส่วนในล้านส่วน ปลาส่วนใหญ่เสียการทรงตัว และตะแคงนิ่งอยู่ที่ก้นภาชนะ เริ่มมีการตาย และตายมากที่ความเข้มข้น 23.90 – 50 ส่วนในล้านส่วน ที่ความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน ไม่มีการตาย เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

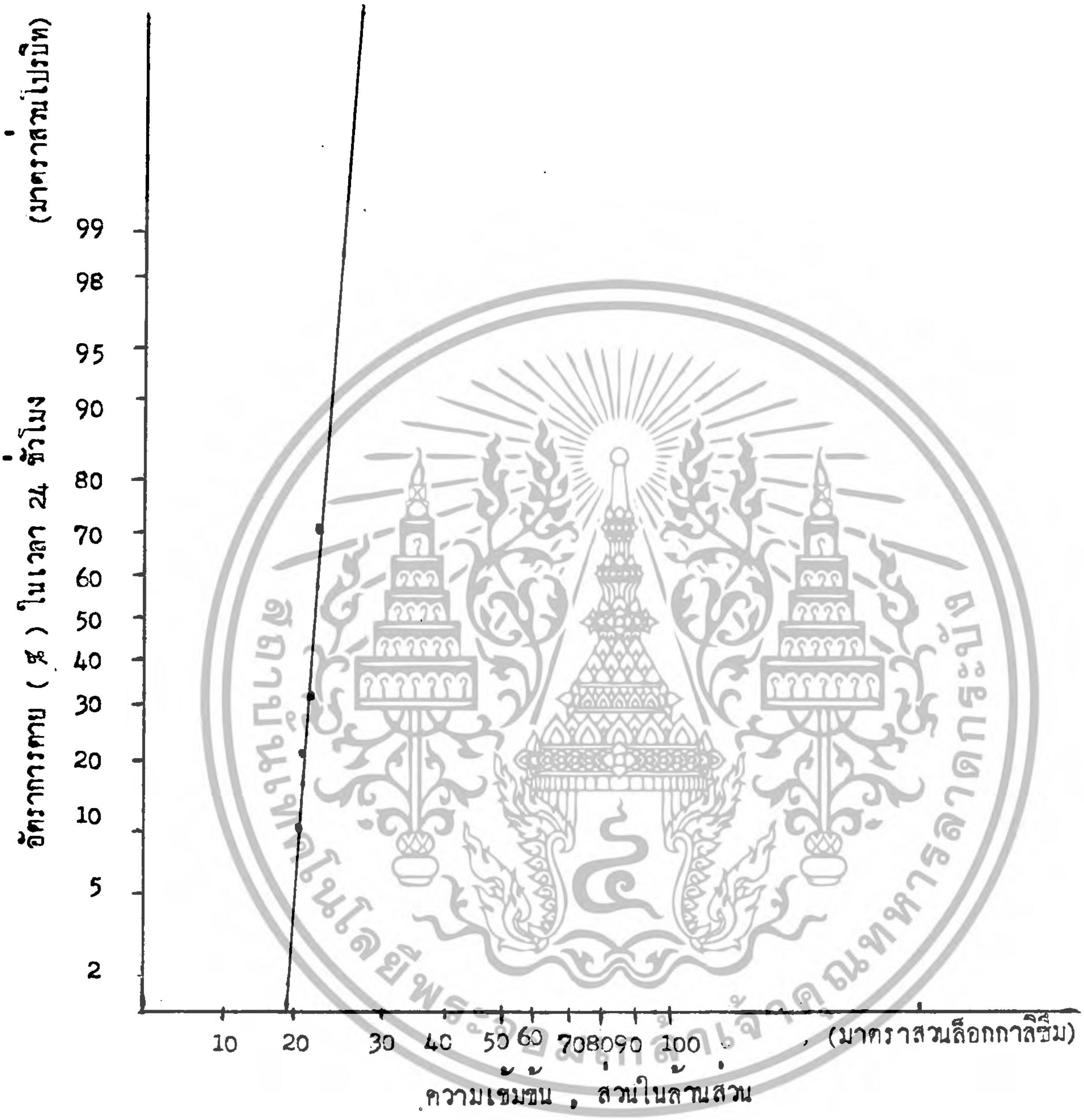
ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาตะเพียนขาวในสารละลาย quinaldine ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ในช่วง 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	จำนวน (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมที่ 24 ชั่วโมง	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมที่ 48 ชั่วโมง
20	10	0	0
20.91	10	10	10
21.86	10	20	40
22.86	10	30	90
23.90	10	70	100
25	10	100	

ตารางที่ 6 ค่า 24, 48 ชั่วโมง LC_{50} และฟังก์ชั่นของความเอียง ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว

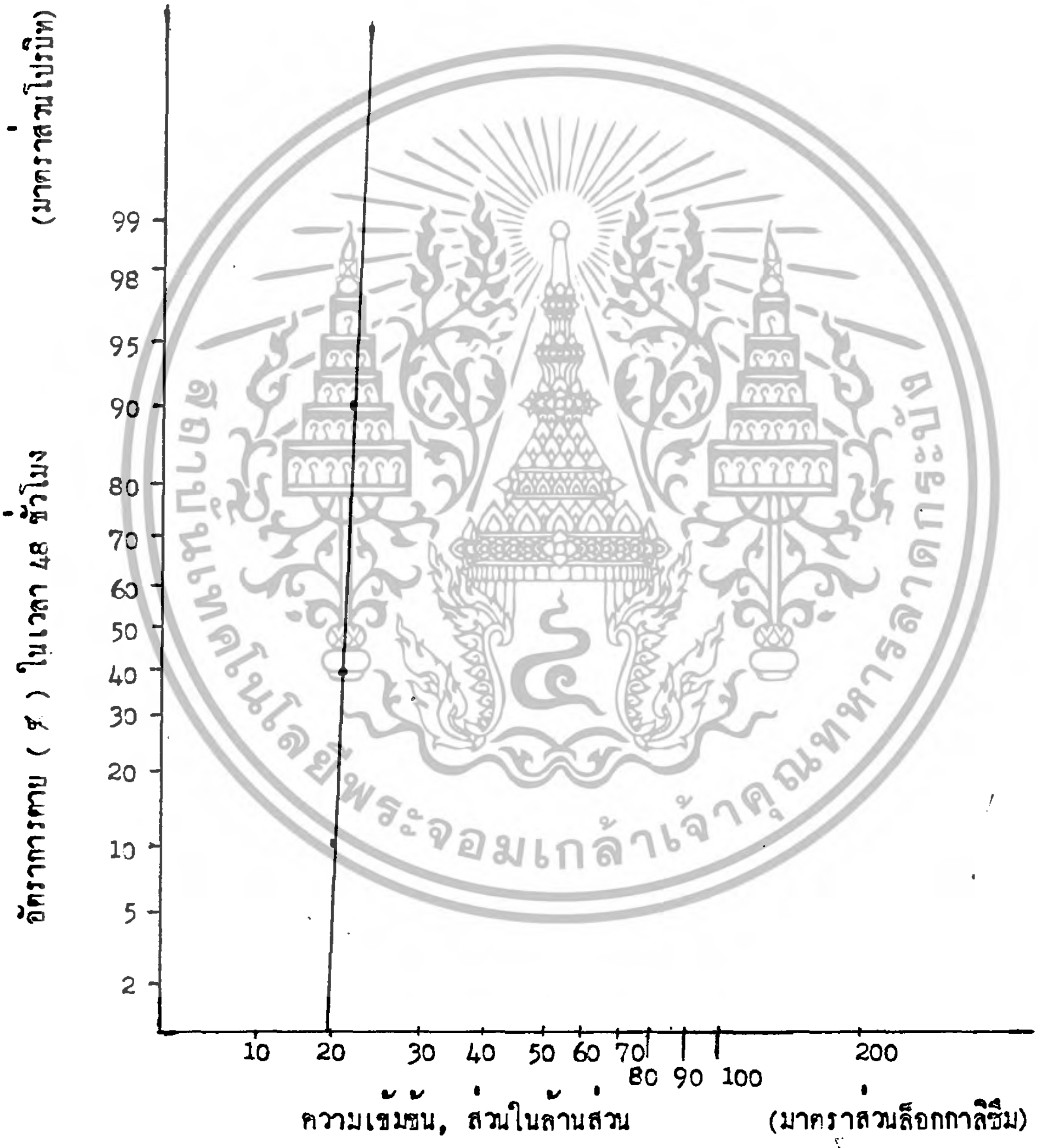
บาสลบที่ใช้ทดลอง	ค่า LC_{50} ในเวลา 24 ชั่วโมง	ค่า LC_{50} ในเวลา 48 ชั่วโมง	ค่าฟังก์ชั่นความเอียง 24 ชั่วโมง	ค่าฟังก์ชั่นความเอียง 48 ชั่วโมง
quinaldine	23.2 (22.33–24.10)	21.8 (21.04–22.58)	1.08 (1.02–1.13)	1.04 (1.01–1.07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Quinaldine กับอัตราการตายของปลาตะเพียนขาว ในเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ quinaldine กับอัตราการตายของปลาตะเพียนขาว ในเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่น่าสังเกตว่า การตายของปลาจะเกิดขึ้นมากใน 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับ 48 ชั่วโมง และเมื่อพิจารณาค่าฟังก์ชั่นความเอียง (slope function) อันเป็นค่าที่แสดงให้เห็นความผันแปรในการตอบสนองของสัตว์ทดลองที่มีต่อสารพิษ จะสอดคล้องกับ Lewis (1978) พบว่าฟังก์ชั่นความเอียงใน 24 ชั่วโมง มีความผันแปรมากกว่า 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) ซึ่งแสดงว่าการตอบสนองของปลาตะเพียนขาวต่อยาสลบ quinaldine ใน 24 ชั่วโมง หรืออัตราเพิ่มความเป็นพิษของยาสลบ quinaldine ใน 24 ชั่วโมงมีมากกว่า

คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ไม่แตกต่างกันมากนัก และไม่ทำให้เกิดการตายกับปลาตะเพียนขาว ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จากตารางที่ 7 ก่อนการทดลอง ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 8.04 ความเป็นด่างเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง 88 มิลลิกรัมต่อลิตร คุณภาพน้ำหลังการทดลอง ที่ความเข้มข้นของยาสลบ quinaldine 20 – 25 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 3.4 – 4.8 มิลลกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.42 ถึง 8.00 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 284 – 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ในช่วง 72 ถึง 80 มิลลิกรัมต่อลิตร Rounsefell และ Everhart (1953) รายงานว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำสุดที่ทำให้ปลาตะเพียนขาวตายได้ มีค่าประมาณ 0.4 – 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่านั้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำต้องอยู่ในช่วง 6.5 – 9 (Swingle, 1969) จะเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำหลังการทดลองไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการตายของปลาขณะทดลองแต่อย่างใด ดังนั้นการที่ปรากฏมีการตายของปลาขณะทดลองจึงเชื่อได้ว่าเป็นผลมาจากความเป็นพิษของยาสลบ quinaldine

2. <u>ความเข้มข้นที่เหมาะสมของยาสลบ quinaldine ต่อการขนส่งปลาตะเพียนขาว</u>

สำหรับการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงๆของยาสลบ จะก่อให้เกิดการสลบแต่ละระยะอย่างรวดเร็ว ยกเว้นระยะต้น (ระยะที่ 1, 2) และในช่วงแรกที่ใส่ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับการเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงในสารละลายของยาสลบ ปลาจะแสดงอาการตกใจ หยุดนิ่งกับที่ เช่น quinaldine ที่ความเข้มข้น 18, 20 และ 22 ส่วนในล้านส่วน จะเกิดการสลบระยะที่ 3, 4 และ 5 อย่างรวดเร็วติดต่อกัน ส่วนระยะที่ 1 และ 2 สังเกตไม่ทัน เนื่องจากช่วงแรกที่ใส่ปลาลงไป ปลาจะหยุดว่ายน้ำ จากนั้นก็จะเสียสมดุลย์ทันที การว่ายน้ำมีทิศทางไม่แน่นอน ส่วนที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆจะไม่ก่อให้เกิดการสลบที่สมบูรณ์ (ระยะที่ 3, 4) หรือถ้าได้ก็เป็นเพียงชั่วครู่ และมักจะพบแต่ระยะต้น (ระยะที่ 1, 2) โดย quinaldine ที่ความเข้มข้น 12 ส่วนในล้านส่วน จะพบการสลบในระยะที่ 1 และ 2 ส่วนที่ความเข้มข้น 10 ส่วนในล้านส่วน จะพบแต่การสลบระยะที่ 1 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาเพียง 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 8) ที่ความเข้มข้นของ quinaldine 10 ส่วนในล้านส่วน ระยะการสลบของปลาหลังจากแช่อยู่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะสลบอยู่ในระยะที่ 1 และเมื่อแช่อยู่ต่อไปจนถึงชั่วโมงที่ 12 ก็ยังคงสลบอยู่ในระยะที่ 1 เช่นเดิม ส่วนที่ความเข้มข้น 12 ส่วนในล้านส่วน จะทำให้ปลาสลบในระยะที่ 2 และ 3 ทั้งนี้เมื่อ 1 ชั่วโมงแรก ปลาจะสลบในระยะที่ 3 หลังจากนั้นจะกลับมาสลบในระยะที่ 2 และ 1 เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความเข้มข้น 18, 20 และ 22 ส่วนในล้านส่วน การสลบจะอยู่ในระยะที่ 3, 4 และ 5 โดยที่ความเข้มข้น 18 ส่วนในล้านส่วน ที่ชั่วโมงแรก การสลบจะอยู่ในระยะที่ 4 หลังจากนั้นจะกลับมาสลบในระยะที่ 3 และ 2 เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ส่วนที่ความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน การสลบจะอยู่ในระยะที่ 5 เมื่อพิจารณาภายใน 18 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะกลับมาสลบในระยะที่ 4 และที่ความเข้มข้น 22 ส่วนในล้านส่วน จะทำให้เกิดการสลบในระยะที่ 5 และปลาเริ่มมีการตายใน 8 ชั่วโมง เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ระยะการสลบของปลาจะเปลี่ยนเป็นระยะต้นๆ ทั้งนี้ Schoettger และ Julin (1967) รายงานว่า เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำลง จะทำให้ฤทธิ์ของยาสลบ quinaldine ลดลง ซึ่งเมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำหลังการทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่างก็ลดลง และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โอกาสที่สารละลาย quinaldine จะเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่นกับอากาศมีมากขึ้น ซึ่งทำให้ฤทธิ์ของยาสลบ quinaldine ลดลง

เมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นที่ทำให้เกิด sedation ของปลาตะเพียนขาวที่เกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 คุณภาพของน้ำ ก่อนและหลังการทดลอง ที่ความเข้มข้นของยาสลบ quinaldine แตกต่างกัน

ยาสลบที่ใช้		pH	DO (ppm.)	alk. (ppm.)	Hard. (ppm.)
quinal-dine	ก่อนการทดลอง	8.04	8.0	300	88
	หลังการทดลอง ความเข้มข้น				
	20	7.42	4.8	286	74
	20.91	7.50	4.2	288	76
	21.86	7.45	4.6	286	76
	22.86	7.53	4.0	294	78
	23.90	7.41	3.4	284	72
	25	8.0	3.8	300	80

ตารางที่ 8 ระยะของการสลบของปลาตะเพียนขาว ณ เวลาต่างๆในช่วง 48 ชั่วโมง ของยาสลบ quinaldine ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (ppm.)	ระยะเวลาของการสลบ ณ เวลา (เวลานับตั้งแต่เริ่มใส่ปลาลงในสารละลาย quinaldine)					เวลาที่ฟื้นจากการสลบ
	1 ชม.	8 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	
5	1	0	0	0	0	
10	1	1	1	1	1	10 วินาที
12	2	2	1	1	1	50 วินาที
14	3	2	2	1	1	1 นาที
16	3	2	2	2	1	3 นาที
18	4	3	3	2	2	5 นาที
20	5	5	4	4	4	8 นาที
22	5	5	5	4	4	8 นาที 35 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาสลบ quinaldine จากการทดลองครั้งนี้ กับผลการทดลองของท่านอื่นๆ จะเห็นว่าความเข้มข้นของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาวจะมากกว่าผลที่ได้ของ Durve (1975) ทั้งนี้เนื่องจาก Durve ใช้ระดับความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการสลบต่อปลาในระยะ light sedation เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการทดลองก็ยังอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่ Bruce (1958) อ้างโดย จงจินต์ (2508) ทดลองใช้ quinaldine ซึ่งพบว่าให้ผลที่มีประสิทธิภาพดีในการใช้กับปลาชนิดที่มีเกล็ด โดยใช้ quinaldine ที่ความเข้มข้น 5 – 15 ส่วนในล้านส่วน และ Locke (1969) ทำการทดลองพบว่า quinaldine 10 ส่วนในล้านส่วน เหมาะสำหรับใช้สลบปลา Lake trout นอกจากนี้ Bell (1964) ได้ให้ความเห็นที่สอดคล้องว่า quinaldine ที่ความเข้มข้น 5 – 12 ส่วนในล้านส่วน เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการสลบโดยทั่วไปในปลากระดูกแข็งทุกชนิด

3. <u>การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขนส่งลูกปลาตะเพียนขาว โดยวิธีใช้ยาสลบสมทบกับการอัดออกซิเจน และวิธีอัดออกซิเจน</u>

ยาสลบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ quinaldine ที่ความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดระยะ sedation ต่อปลาตะเพียนขาวได้นาน 48 ชั่วโมง คือที่ความเข้มข้น 10 ส่วนในล้านส่วน

จากผลการทดลองที่ได้ วิธีใช้ยาสลบ quinaldine สมทบกับการอัดออกซิเจน และวิธีอัดออกซิเจน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การขนส่งทั้ง 2 วิธี ไม่ทำให้ปลาตายแต่อย่างใด หลังจากนั้นเมื่อนำปลาที่ขนส่งทั้ง 2 วิธี มาหาอัตราการรอดตายหลังการขนส่ง 3 วัน พบว่าปลามีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 2 วิธีที่ใช้ในการขนส่ง และผลการทดลองที่ได้ จะเห็นว่าความเข้มข้นของ quinaldine 10 ส่วนในล้านส่วน สามารถที่จะนำไปใช้เพื่อการขนส่งปลามีชีวิตได้ แต่จะเป็นการสิ้นเปลือง ทั้งนี้ Milton และ Dixon (1980) ได้แนะนำว่า quinaldine เป็นยาสลบที่เหมาะในการใช้รวบรวมปลา การทำเครื่องหมาย และการปฏิบัติต่างๆต่อปลา แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อการขนส่งปลาที่มีชีวิต เนื่องจากผลที่ได้มีค่าใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับการอัดออกซิเจน และในการทดลองครั้งนี้ ที่ให้ผลไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากความหนาแน่นในการขนส่งไม่มากนัก คือ 70 ตัว ในสารละลาย quinaldine 1 ลิตร จึงไม่ก่อให้เกิดความเครียดกับปลาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. ค่า LC_{50} ในเวลา 24, 48 ชั่วโมง ของ quinaldine ที่มีต่อปลาตะเพียนขาวขนาดความยาว 2 – 3 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 23.2 และ 21.8 ส่วนในล้านส่วน และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วง 22.33 – 24.10 และ 21.04 – 22.58 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ มีค่าฟังก์ชั่นความเอียง 1.08 และ 1.04 และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วง 1.02 – 1.13 และ 1.01 – 1.07 ตามลำดับ

2. ความเป็นพิษของ quinaldine ต่อปลาตะเพียนขาว จะรุนแรงใน 24 ชั่วโมงมากกว่า 48 ชั่วโมง

3. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของยาสลบ quinaldine ที่จะนำไปใช้ขนส่งปลาตะเพียนขาว ขนาด 2 – 3 เซนติเมตร เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง คือ 10 ส่วนในล้านส่วน

4. ประสิทธิภาพการใช้ยาสลบ quinaldine ผสมกับการอัดออกซิเจน ให้ผลเหมือนกันกับการอัดออกซิเจน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ยาสลบผสมกับการอัดออกซิเจน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ ในกรณีที่ขนส่งไม่หนาแน่นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในกรณีที่ต้องการขนส่งปลาให้มีความหนาแน่นมากขึ้น โดยใช้ยาสลบ จำเป็นต้องหาผลของยาสลบต่อความหนาแน่นของปลาชนิดนั้นๆด้วย เนื่องจากความหนาแน่นของปลามีผลต่อประสิทธิภาพของยาสลบในการขนส่ง

2. ควรทำการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีส่วนในการตายของปลาขณะขนส่ง เช่น อุณหภูมิ ขนาดของปลา ชนิดปลา และคุณภาพน้ำต่างๆ ได้แก่ ความกระด้าง ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อประโยชน์ในการใช้ยาสลบในกิจการประมงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จงจินต์ ทับทิมไทย. 2508. การใช้ยาสลบกับปลาไนและปลาสวาย สมทบกับการอัดออกซิเจนในภาชนะขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

จรัญ จันทลักขณา. 2523. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพมหานคร. 468 น.

ทัศนีย์ อ่องสาคร. 2526. ผลของยาสลบบางชนิดที่มีต่อการขนส่งลำเลียงปลาตะเพียนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สำนักนายกรัฐมนตรี. 2530. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2530 - 2534. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 282 น.

Allen, J.L. and J.B. Sills. 1973. Preparation and properties of quinaldine sulfate and improved fish anesthetic. U.S. Fish Wildl. Serv., Invest. Fish Control. 47 : 1 - 7.

APHA, AWWA and WPCF. 1971. Standard method for the examination of water and waste water. 13 th. ed., American Public Health Association, Washington D.C. 448 p.

Bell, G.R. 1964. A guide to the properties, characteristics and use of some general anesthetic for fish. J. Fish. Res. Board Con. Bull. 148 : 1 - 4.

Billard, R. 1981. Effect of some fish anesthetics on gamate survival during artificial insemination of Rainbow trout. Prog. Fish. Cult. 43(2) : 72 - 73.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blasiola,Jr.,G.C. 1977. Quinaldine sulfate, a new anesthetic formulation for tropical marine fishes. J. Fish. Biol. 10 : 113-119.

Booke, H.E. 1978. Sodium bicarbonate, an inexpensive fish anesthetic for fish use. Prog. Fish. Cult. 40 : 11-13.

Boonyarapalin, S., J. Kasornchandra, U. Jadesadakrai and P. Nootmorn. 1981. Effect of MS - 222 and sodium chloride in commercial fish handling. Songklanakarin T. Sci. Technol. 10 : 67-76.

Carrasco, S., H. Sumano and R. Navarro - Fierro. 1984. The use of lidocaine-sodium bicarbonate as anesthetic in fish. Aquaculture. 41 : 395-398.

Durve, V.S. 1970. Effects of anesthetics and the behavior of mullet fingerings and the scope of using these in different fishery procedures II. Indian J. Fish. 13 : 158-182.

________. 1975. Anesthetics in the transport of mullet seed. Aquaculture. 5 : 53-63.

Durve, V.S. and S.K. Dharma Raja. 1965. Effects of anesthetics on the behaviour of mullet fingerings fishery procedures I. J. Mar. Biol. Ass. India. 8 : 28-55.

Endo, T., K. Ogishima, H. Tanaka and S. Ohshima. 1972. Studies on the anesthetic effect of eugernol in some fresh water fishes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 38 : 761-767.

Farwell, C.J. 1978. The use of the anesthetic quinaldine at Seripps aquirium-museum. Annu. Proc. Am. Assoc. Zool.Parl.Aquar. 10:61-71.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Johnson, S.K. 1974. Use of quinaldine with Penaeid shrimps. Texas Agricultural Extension Service, Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas University. (mimeographed) 18 p.

__________. 1979. Transport of live fish. Texas Agricultural Extension Service, Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas University. (mimeographed) 22 p.

Laidley, G. and J. Leatherland. 1988. Effects of MS-222 (Tricaine methanesulphonate) as an anesthetic for routine blood sampling in rainbow trout. J. Fish. Biol. 33(1) : 73-76.

Lewis, M. 1978. Acute toxicity of copper, zinc and manganese in single and mixed salt solutions to Juvenile longfish dace (<u>Agosia chrysogaster</u>). J. Fish. Biol. 13 : 695-700.

Limsuwan, C., J.M. Grizzle and J.A. Plumb. 1983. Etomidate as an anesthetic for fish : Its toxicity and efficacy. Trans. Am. Fish. Soc. 112 : 544-550.

Locke, D.O. 1969. Quinaldine as an anesthetic for brook trout, lake trout and atlantic salmon. U.S. Fish. Wildl. Serv. Invest. Fish Control. 24 : 1-5.

Litchfield, J.T. and F. Wilcoxon. 1949. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. J. Phamacol. Exp. Ther. 96 : 99-113.

Marking, L.L. and V.K. Dawson. 1973. Toxicity of quinaldine sulfate. U.S. Fish Wildl. Serv.,Invest. Fish Control. 48 : 1-8.

McFarland, W.N. 1959. A study of the effects of anesthetics on the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

behavior and physiology of fishes. Pubs. Inst. Mar. Sci. 6:23-55.

_________ . 1960. The use of anesthetic for the handling and the transport of fishes. Calif. Fish and Game. 46 : 407-431.

McFarland, W.N. and K.S. Norris. 1958. Control of pH and CO_2 by buffers in fish transport. Calif. Fish and Game. 44 : 291-310.

Milton, F. and R.N. Dixon. 1980. Further studies of the effect of anesthetic quinaldine of the intertidal teleost. Blennius pholis. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 60 : 1043-1051.

Mishra, B.K., D. Kumar and R. Mishra. 1983. Observations on the use of carbonic acid anesthesia in fish fry transport. Aquaculture. 32: 405-408.

Muench, B. 1958. Quinaldine, a new anesthetic for fish. Prog. Fish - Cult. 20 : 42-44.

Post, G. 1979. Carbonic acid anesthesia for aquatic organism. Prog. Fish - Cult. 41 : 142-144.

Rose, A. and E. Rose. 1966. The condensed chemical dictionary. 7th. ed. Reinhold Publishing Corporation, New York. 1044 pp.

Rounsefell, G.A. and W.H. Everhart. 1953. Fishery Science, its methods and applications. John Wiley & Sons,Inc, New York. 195 p.

Schmerzausschaltung bei Fischen Ollenschloger, B.B. 1975. Pain elimination in fish. Much. Tierorztl. Wschr. 88 : 302-303.

Schoettger, R.A. and A.M. Julin. 1967. Efficacy of MS-222 as an anesthetic on four salmonids. U.S. Fish Wildl. Serv.,Invest. Fish Control. 13 : 1-15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siwicki, A. 1984. New anesthetic for fish. Aquaculture. 38 : 171-176.

Swingle, H.S. 1969. Method for analysis for water, organic matter and pond bottom soils used in fisheries research. Auburn University. Auburn. 119 p.

Taylor, A.L. and D.J. Solomon. 1979. Critical factors in the transport of live freshwater fish. 3. The use of anesthetic as tranquillizers. Fish Manage. 10 : 153-157.

Windholz, M.,editor. 1976. The Merck index, 9th. ed. Merck & Co.,Rahway. New Jersey. 1,313 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. <u>วิธีการเตรียมสารละลาย Quinaldine</u>

วิธีคิดความเข้มข้น (ppm.) ของสารละลายเข้มข้น (stock solution) ของ quinaldine มีดังนี้

การเตรียมสารละลายเข้มข้นของ quinaldine ให้มีความเข้มข้น 10,000 ppm. มีปริมาตร 1,000 cc.

เนื่องจาก quinaldine เป็นของเหลว ไม่ทราบน้ำหนัก จำเป็นต้องนำค่าความหนาแน่น (D.) และค่าความเข้มข้น (% โดยน้ำหนัก) มาคิดด้วย

<u>วิธีทำ</u>

1. จะต้องทราบค่าความเข้มข้นเป็น ppm. ของสารละลาย quinaldine ซึ่งแสดงไว้ในสลากกำกับขวดเสียก่อน ดังนี้

จากค่าความหนาแน่น (D.) = 1.06 g./cc. ทำให้ทราบว่าสารละลาย quinaldine ที่มีปริมาตร 1,000 cc. จะมีน้ำหนัก 1.06×10^6 mg.

แต่ quinaldine มีความเข้มข้น 90.1 % (โดยน้ำหนัก) แสดงว่า สารละลายในขวดมีน้ำหนักทั้งหมด 100 ส่วนน้ำหนัก จะมี quinaldine อยู่ 90.1 ส่วน

ถ้าสารละลายในขวดมีน้ำหนักทั้งหมด 1.06×10^6 mg. น้ำหนัก จะมี

$$\text{quinaldine} = \frac{90.1}{100} \times 1.06 \times 10^6 \text{ mg.}$$

$$= 9.5 \times 10^5 \text{ mg.}$$

นั่นคือ สารละลาย quinaldine 1,000 cc. มีเนื้อสารหนัก $9.5 + 10^5$ mg. ซึ่งหมายถึงว่า สารละลาย quinaldine ในขวดมีความเข้มข้น $9.5 + 10^5$mg. นั่นเอง

2. ทำการเจือจางสารละลาย quinaldine ในขวด ด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายเข้มข้น (stock solution) ตามที่ต้องการ โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(N.V)_{ขวด} = (N.V)_{stock\ solution}$

จากสูตรดังกล่าว ทำให้ทราบว่าจะต้องตวงสารละลายจากขวด 10.52 cc. แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 1,000 cc. ก็จะได้สารละลาย quinaldine ที่มีความเข้มข้น 10,000 ppm.

2. <u>วิธีการคำนวณเพื่อหา LC_{50}</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหา LC_{50} ตามวิธี Litchfield and Wilcoxon 1949

สัญลักษณ์ที่ใช้

k = จำนวนของระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลอง

n = k-2 = degree of freedom ของ ไควสแควร์ $(chi)^2$

t = ค่าจากตารางแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

LC_{50} = ค่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์

S = ค่าฟังก์ชันความเอียง (slope function)

fLC_{50} และ f_s = ค่าแฟคเตอร์ (factor) ของ LC_{50} และ S ตามลำดับ

N = จำนวนของสัตว์ทดลองที่มีอัตราการตายอยู่ในช่วง 16 – 84 เปอร์เซ็นต์ จากกราฟ (% expect mortality)

R = $\dfrac{\text{ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง}}{\text{ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้ในการทดลอง}}$

A = ค่าที่ได้จากการคำนวณค่า S และ R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ต่อลูกปลาตะเพียนขาว ที่ 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm.)	จำนวนตายสามัญ (ตัว)	% การตายจากการทดลอง (O)	% การตายจากกราฟ (E)	O-E	$x^2 = \frac{(O-E)^2}{E(100-E)}$
20	0	0(4)	3	1	.0034
20.91	1	10	10	0	0
21.86	2	20	21	-1	.0006
22.86	3	30	40	-10	.0416
23.90	7	70	64	6	.0156
25	10	100(83)	87	-4	.0141
					x^2 = .0753

x^2 ของเส้นกราฟ $= x^2 \times \frac{\text{จำนวนสัตว์ทดลอง}}{\text{จำนวนความเข้มข้น}}$

$= 0.0753 \times \frac{60}{6}$

$= 0.753$

หาค่า x^2 จากตาราง โดยค่า P = .05

df = จำนวนระดับความเข้มข้นที่ทดลอง – 2

= 6 – 2 = 4

ค่า x^2 จากตาราง 2 = 9.49

หาค่า LC_{16} LC_{50} และ LC_{84} จากกราฟ

LC_{16} = 21.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LC_{50} = 23.2

LC_{84} = 24.8

คำนวณค่า S จากสูตร

$$S = \frac{LC_{84}/LC_{50} + LC_{50}/LC_{16}}{2}$$

$$= \frac{24.8/23.2 + 23.2/21.2}{2}$$

$$= 1.08$$

คำนวณ fLC_{50} จากสูตร

$$fLC_{50} = S^{2.77/\sqrt{N}}$$

$$= 1.08^{2.77/\sqrt{30}}$$

$$= 1.039$$

คำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ LC_{50} โดย

ขีดจำกัดบน = $LC_{50} \times fLC_{50}$ = 23.2 x 1.039 = 24.104

ขีดจำกัดล่าง = $LC_{50} \times fLC_{50}$ = 23.2 / 1.039 = 22.329

ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ LC_{50} = 23.2(22.33 - 24.10)

คำนวณค่า R จากสูตร

$$R = \frac{\text{ความเข้มข้นสูงสุด}}{\text{ความเข้มข้นต่ำสุด}}$$

$$= \frac{25}{20} = 1.25$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่า A จากสูตร

$$A = \text{antilog} \frac{1.1(\log S)^2}{\log R}$$

$$= \text{antilog} \frac{1.1(\log 1.08)^2}{\log 1.25}$$

$$= 1.028$$

คำนวณค่า fs จากสูตร

$$fs = A^{10-(k-1)/k \quad N}$$

$$= 1.028^{10(6-1)/5 \quad 30}$$

$$= 1.051$$

คำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ S

ขีดจำกัดบน = S x fs = 1.08 x 1.051 = 1.13

ขีดจำกัดล่าง = S x fs = 1.08 / 1.051 = 1.02

ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ S = 1.08 (1.02 - 1.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นพิษเฉียบพลันของ quinaldine ต่อลูกปลาตะเพียนขาว ที่ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm.)	จำนวนตายสามัญ (ตัว)	% การตายจากการทดลอง (O)	% การตายจากกราฟ (E)	O - E	$x^2 = \frac{(O-E)^2}{E(100-E)}$
20	0	0(0.7)	2	-1.3	.0086
20.91	1	10	10	0	0
21.86	4	40	40	0	0
22.86	9	90	89	1	.00102
23.90	10	100(99.7)	99	.7	.0049
25	-	-	-	-	-
					x^2 = .0145

x^2 ของเส้นกราฟ $= .0145 \times \frac{50}{5}$

$= 0.145$

หาค่า x^2 จากตาราง โดยค่า P = .05

df = 5 - 2 = 3

ค่า X^2 จากตาราง ค่าของ $X^2(chi)^2$ เมื่อ P = .05 = 7.82

หาค่า LC_{16} LC_{50} และ LC_{84} จากกราฟ

LC_{16} = 21 ppm.

LC_{50} = 21.8 ppm.

LC_{84} = 22.8 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่า S จากสูตร จะได้ $= \frac{22.8 / 21.8 + 21.8 / 21}{2}$

$= 1.0419$

คำนวณ fLC_{50} จากสูตร จะได้ $= 1.0419^{2.77/\sqrt{10}}$

$= 1.036$

คำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ LC_{50} โดย

ขีดจำกัดบน = 21.8 x 1.036 = 22.58

ขีดจำกัดล่าง = 21.8/1.036 = 21.04

ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ LC_{50} = 21.8(21.04 - 22.58)

คำนวณค่า R จากสูตร $= \frac{23.90}{20} = 1.195$

คำนวณค่า A จากสูตร

$$A = \text{antilog} \frac{1.1(\log 1.0419)^2}{\log 1.195}$$

$$= \text{antilog } .0045$$

$$= 1.0104$$

คำนวณ fs จากสูตร

$$fs = 1.0104^{10(5-1)/5\sqrt{10}}$$

$$= 1.0265$$

คำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ S โดย

ขีดจำกัดบน = 1.0419 x 1.0265 = 1.07

ขีดจำกัดล่าง = 1.0419 / 1.0265 = 1.01

∴ ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ S = 1.0419(1.01-1.07)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่...
หอสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า