

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การใช้ยาสลับ 2-phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์ และ ออกซิเจนผง) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)


Use of 2-phenoxyethanol with zeolite and sodium percarbonate to increase transportation efficacy of guppy (*Poecilia reticulata*)

ชื่อนักศึกษา นางสาวปนัดดา ชุมน้อย

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปวีณา ทวีกิจการ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)

ภาควิชารับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 28 เดือน พ.ค. พ.ศ. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาลัยเกษตรกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ยาสลบ 2-phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์ และ ออกซิเจนผง) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Use of 2-phenoxyethanol with zeolite and sodium percarbonate to increase transportation efficacy of guppy (*Poecilia reticulata*)



T099217

โดย

นางสาวปณิตดา จุจน์น้อย

๑๒ พ.

๑๕๐๑๗

๒๕๔๖

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 99217

วัน,เดือน,ปี..... ๑๕ ๐๑ ๒๕๔๖

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ยาสลับ 2-phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลต์และออกซิเจนผง) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)
Use of 2-phenoxyethanol with zeolite and sodium percarbonate to increase transportation efficacy of guppy (*Poecilia reticulata*)

การศึกษากการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลับร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลต์และออกซิเจนผง) ที่ระดับความหนาแน่น 40 ตัวต่อน้ำ 0.40 ลิตรในระยะเวลา 60 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มการทดลองที่ใช้ซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตรให้ผลดีกว่าที่กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร โดยมีอัตราการรอดสูงสุดทั้งที่ 60 ชั่วโมงและเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 98.33 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการวัดคุณภาพน้ำหลังการทดลอง คือ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนีย ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 32.17 ± 0.09 องศาเซลเซียส, 6.43 ± 0.62 , 7.83 ± 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร, 14.22 ± 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 6.71 ± 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาความหนาแน่นที่เหมาะสมโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลับร่วมกับซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร ซึ่งได้จากการทดลองขั้นแรก ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40, 45, 50 และ 55 ตัวต่อถัง มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ที่ 60 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 98.33 ± 1.67 , 97.33 ± 0.67 , 97.33 ± 0.67 และ 96.12 ± 3.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการรอดเมื่อนำไปเลี้ยง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 92.5 ± 1.44 , 88.89 ± 1.28 , 89.33 ± 1.76 และ 87.88 ± 3.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยคุณภาพน้ำหลังการทดลองมีค่าดังนี้ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 24 ถึง 26 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.6 ถึง 6.8 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 8.77 ถึง 13.26 มิลลิกรัมต่อลิตร คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 9.22 ถึง 17.11 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียรวมอยู่ในช่วง 7.05 ถึง 10.50 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินการทดลองและแนวทางการแก้ปัญหา ระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ พี่มอญ พี่นิพนธ์ พี่ดาว และพี่แสง ที่ช่วยให้คำชี้แนะและอำนวยความสะดวกตลอดการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ พี่วรรณิภา น้อยบุญณะ, พี่ณรงค์ กมลรัตน, รุจิรา เจริญศักดิ์, ศุภโชติ ปุณณภักดิ์, มัลลิกา มิตรน้อย, สุพจน์ อรวงศ์ไพศาล, วรุฒม์ พรสมพลทวีชัย ที่ให้การช่วยเหลือตลอดการทดลอง ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจในระหว่างการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

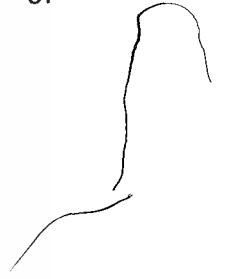
สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยสนับสนุนทุนทรัพย์และเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาการศึกษาของข้าพเจ้า

นางสาวปนัดดา ชูน้อย
พฤษภาคม พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
การตรวจเอกสาร	1
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	17
สรุปและข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความหนาแน่นที่ใช้บรรจุโดยทั่วไปในการขนส่งปลาสวยงาม	3
2	เปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียในรูป NH_3 ที่อุณหภูมิต่างๆ และที่ความเป็นกรดเป็นด่างระดับต่างๆ	6
3	ระยะการสลบ และระยะฟื้นตัว ของปลา goldlined seabream (<i>Sparus sarba</i>)	8
4	ส่วนประกอบทางเคมีของ clinoptilolite	10
5	ผลของซีโอไลท์ที่มีต่อ ส่าหรัย คริสเตเซียน และปลา	11
6	ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต	12
7	อัตราการรอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปลาหางนกยูงหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์	23
8	ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (การทดลองที่ 1)	24
9	อัตราการรอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปลาหางนกยูงหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์	31
10	ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (การทดลองที่ 2)	32
ตารางผนวกที่		หน้า
1	จำนวนปลาตายสะสมที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์	38
2	จำนวนปลาตายสะสมที่ระดับความหนาแน่นต่างกันหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้าง 2-phenoxyethanol	7
2	อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1	18
3	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1	19
4	ปริมาณออกซิเจนในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1	20
5	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1	21
6	ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1	22
7	อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2	27
8	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2	28
9	ปริมาณออกซิเจนในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2	28
10	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2	29
11	ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ยาสลบ 2-phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลต์และออกซิเจนผง)
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)
Use of 2-phenoxyethanol with zeolite and sodium percarbonate to increase
transportation efficacy of guppy (*Poecilia reticulata*)

คำนำ

ปัจจุบันปลาสวยงามได้รับความนิยมเลี้ยงเพิ่มขึ้น โดยเลี้ยงเพื่อดูเล่นและสร้างความเพลิดเพลิน เนื่องจากปลาเหล่านี้มีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม ประกอบกับใช้พื้นที่ในหารเลี้ยงน้อยและไม่ก่อให้เกิดมลพิษด้านกลิ่นและเสียงอีกด้วย ธุรกิจปลาสวยงามจึงเป็นธุรกิจหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับประเทศผู้ส่งออกเป็นจำนวนมาก ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ธุรกิจปลาสวยงามขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาสวยงามทั้งพันธุ์พื้นเมืองและปลาอื่นๆทั่วโลกอีกหลายร้อยชนิด ทั้งยังมีความเชี่ยวชาญในการปรับปรุงพันธุ์ปลาให้มีรูปร่างและสีสันสวยงามยิ่งขึ้น ในแต่ละปีประเทศไทยส่งออกปลาสวยงามเป็นมูลค่านับร้อยล้านบาท คุณภาพและอัตราการรอดของปลา เมื่อสู่มือผู้นำเข้าถือเป็นปัจจัยสำคัญในธุรกิจปลาสวยงาม ดังนั้นการบรรจุกีบห่อและการขนส่งปลาจึงเป็นสิ่งสำคัญในการส่งออก

ปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) เป็นปลาสวยงามชนิดหนึ่งที่มีการส่งออกไปยังต่างประเทศจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีขนส่งทางอากาศ เพราะใช้ระยะเวลาสั้นประมาณ 2-3 วัน โดยขนส่งในระบบปิด ในขณะที่ขนส่งปลาที่มีความหนาแน่นสูงอาจทำให้ปลาเกิดความเครียดและมีอัตราการตายสูง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับผู้ส่งออกได้ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องกำจัดอัตราการตายและการเคลื่อนไหวให้มีน้อยที่สุด รวมถึงคุณภาพน้ำในระหว่างการขนส่งให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน เหตุผลดังกล่าวทำให้มีการศึกษาการใช้ยาสลบ และสารปรับคุณภาพน้ำร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาให้มากขึ้น

วัตถุประสงค์

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ 2-phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลต์และออกซิเจนผง) เพื่อเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาหางนกยูง

ตรวจเอกสาร

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำการขนส่งปลาจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่อื่น ๆ เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งการขนส่งปลาขนาดเล็กจะบรรจุปลาเป็นจำนวนมาก ขั้นตอนการขนส่งควรเหมาะสม และปลอดภัยไม่มีการตายของปลาหลังการขนส่ง กระบวนการที่จะให้ผลเช่นนี้ได้ต้องมีคุณภาพน้ำที่ดี สุขภาพปลาแข็งแรง บรรจุความหนาแน่นที่เหมาะสม มีวิธีการจับและการเคลื่อนย้ายที่ดี ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีผลต่อการตายหลังการขนส่ง

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งในระบบปิด

1.1 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการขนส่ง ความสามารถของปลาในการใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) คาร์บอนไดออกไซด์ และผลผลิตจากขบวนการเมตาบอลิซึม J.M. Little (2003) กล่าวไว้ว่าในการขนส่งปลาในช่วงแรก ปลาจะใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นการเพิ่มออกซิเจนในการขนส่งช่วงแรกจึงสำคัญ ออกซิเจนสามารถบรรจุโดยตรงจากถังออกซิเจนหรือจากอากาศ

1.2 อุณหภูมิของน้ำ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จะใช้พิจารณาระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่อุณหภูมิต่ำออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ขณะที่อุณหภูมิต่ำทำให้ความเครียดของปลาลดลง ในปลา channel catfish การลดอุณหภูมิทุก 10 องศาฟาเรนไฮน์ สามารถเพิ่มความหนาแน่นขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ และอัตราเมตาบอลิซึมจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทีละ 18 องศาฟาเรนไฮน์ และลดลงครึ่งหนึ่งเมื่ออุณหภูมิลดลง 18 องศาฟาเรนไฮน์ (J.M. Little, 2003) เมื่ออัตราเมตาบอลิซึมลดลงจะทำให้การเผาผลาญออกซิเจน การผลิตแอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ ลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องขนส่งปลาในอุณหภูมิต่ำ สำหรับปลาในครอบครัว tilapia และ red drum อุณหภูมิควรอยู่ที่ 60 องศาฟาเรนไฮน์ ในปลาเทราท์อุณหภูมิของน้ำควรอยู่ที่ประมาณ 45 – 50 องศาฟาเรนไฮน์ ในการรักษาอุณหภูมิในการขนส่งแบบระบบปิด คือการใส่น้ำแข็งหรือ gel ในกล่องขนส่ง (styrofoam) เพื่อป้องกันอุณหภูมิจากภายนอกเข้ามา โดยเฉพาะเมื่อช่วงระยะเวลาในการขนส่งยาวนาน โดยน้ำแข็ง 3/2 ปอนด์จะลดอุณหภูมิลง 10 องศาฟาเรนไฮน์ ในน้ำ 1 แกลลอน (Swann, 1993)

1.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการขนส่งแบบระบบปิดควรอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 ที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างสูงส่งผลต่อแอมโมเนียในรูป unionize (NH_3) สูงขึ้น ซึ่งแอมโมเนียในรูปไม่มีไอออนจะเป็นพิษต่อปลามากกว่าแอมโมเนียในรูปที่มีไอออน (NH_4^+) หรือภาวะที่ความเป็นกรดเป็นด่างต่ำมากจะไปรบกวนการหายใจของปลาจะทำให้ความเข้มข้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรเจนออกซิเจนในเลือดปลาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ปลาตายได้ เนื่องจากความเป็นกรดเป็นด่างภายนอกลดลงอย่างรวดเร็ว (J.M. Little, 2003)

1.4 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ในการขนส่งปลาที่มีความหนาแน่นสูง คาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พิษของคาร์บอนไดออกไซด์จะสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำเลือดปลา ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเลือดปลาลดลง การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเลือดปลาจะทำให้ความสามารถของฮีโมโกลบินในการขนส่งออกซิเจนลดลงและส่วนประกอบของออกซิเจนในเม็ดเลือดแดงจะลดลงด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในระดับความเข้มข้นสูงจะส่งผลต่อระบบขนส่งออกซิเจนในเลือดทำให้ปลาเครียด ผลของคาร์บอนไดออกไซด์จะมีความสัมพันธ์กับพิษของแอมโมเนีย ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์สูง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงและเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะลดลงด้วย Swann (1993) กล่าวว่า ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงมากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไปรบกวนการรับออกซิเจนในเลือดของปลาและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นส่วนเกินในน้ำ สามารถทำให้ลดลงได้ด้วยการให้อากาศ

1.5 ความหนาแน่น (Loading Density)

ความหนาแน่นของปลาในการขนส่งจะถูกพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น อัตราการหายใจของปลา อุณหภูมิของน้ำ ระยะเวลาการขนส่ง และขนาดปลา ซึ่งจะสัมพันธ์กับขบวนการเมตาบอลิซึมของปลา อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้อัตราเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้นด้วย ความหนาแน่นจึงควรลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาฟาเรนไฮน์ ความหนาแน่นควรลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ระยะเวลาการขนส่งมีผลต่ออัตราความหนาแน่นของปลา เช่น การขนส่งปลา chanel catfish (*Ictalurus punctatus*) ความหนาแน่นจะลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ ถ้าการขนส่งใช้ระยะเวลาเกิน 12 ชั่วโมง และถ้าขนส่งเกิน 24 ชั่วโมง ความหนาแน่นควรลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นของปลาที่เพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับขนาดปลา เพราะเมตาบอลิซึมของปลาเล็กมีมากกว่าปลาใหญ่ โดยทั่วไปสำหรับปลา chanel catfish ความหนาแน่นลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อการลดลงของความยาวของตัวปลา 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของสายพันธุ์ปลามีความเปลี่ยนแปลงได้ถึงแม้ว่าจะมีขนาดเท่ากัน (J.M. Little, 2003)

Cole *et al.* (1999) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วการบรรจุปลาในการขนส่งจะใช้เวลาตั้งแต่ 48 ชั่วโมง จนถึง 72 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลายาวนาน ความหนาแน่นที่บรรจุโดยทั่วไปจะแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งใช้ในการค้าขายจะทำการบรรจุปลาใส่ถุงพลาสติก (full pleated bag) ขนาด 37.5 เซนติเมตร (กว้าง) X 37.5 เซนติเมตร (ยาว) X 55 เซนติเมตร (สูง) ใส่ น้ำ 7 ลิตร แล้วจึงบรรจุในกล่องขนาด 42.5 เซนติเมตร X 42.5 เซนติเมตร X 25 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความหนาแน่นที่ใช้บรรจุโดยทั่วไปในการขนส่งปลาสวยงาม

ชนิด	ความยาว (นิ้ว)	ความหนาแน่น 48 ชั่วโมง	ความหนาแน่น 72 ชั่วโมง
		(ตัว)	(ตัว)
Swordtails	1.0	400	300
	1.5	300	250
	2.0	250	200
	2.5	200	150
Mollies	1.5	300	225
	2.0	200	150
	2.5	150	100
Platies	0.5	400	300
	1.0	300	225
	1.25	275	200
	1.5	250	175
Variatus	0.5	400	300
	1.0	300	225
	1.25	275	200
	1.5	250	175
Guppies	1.25	400	300
	1.0	1500	1000
Tetras	0.5	300	225
	0.75	250	200
	1.0	200	150
Angel fish	1.0	150	100
	1.5	50	35
	2.0	20	15
Kissing Gourami	2.0	125	100
	3.0	50	35
Blue Gourami	2.0	125	100
	2.5	100	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) ความหนาแน่นที่ใช้บรรจุโดยทั่วไปในการขนส่งปลาสวยงาม

ชนิด	ความยาว (นิ้ว)	ความหนาแน่น 48 ชั่วโมง (ตัว)	ความหนาแน่น 72 ชั่วโมง (ตัว)
Paradise	2.0	125	100
Gourami	2.5	100	70
Dwarf Gourami	1.75	150	100
Tiger Barbs	0.8	400	325
	1.0	300	225
	1.25	200	150
	1.5	125	100
Rosy Barbs	1.5	150	100
	1.5	150	100
Danios	0.75	500	400
	1.0	400	300
	1.25	300	250
Cory doras	1.0	225	175
Rainbow Sharks	1.5	200	50
	2.0	150	100
	2.5	100	75
	3.0	75	50
Cichlids	1.5	150	100
	1.8	100	70
	2.0	20	10
Rainbow	1.5	150	100
	2.0	100	75
	2.5	50	35
ข้อเสนอนะ	1.5	200	150
ในการขนส่ง	2.0	150	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) ความหนาแน่นที่ให้บริการโดยทั่วไปในการขนส่งปลาสวยงาม

ชนิด	ความยาว (นิ้ว)	ความหนาแน่น 48 ชั่วโมง (ตัว)	ความหนาแน่น 72 ชั่วโมง (ตัว)
ข้อเสนอนะ	2.5	100	75
ในการขนส่ง	3.0	75	50
	4.0	50	35
	5.0	20	12
	6.0	15	10

ที่มา: Cole et al. (1999)

1.6 การใช้เกลือ

การจับปลาและเคลื่อนย้ายปลาก่อให้เกิดความเครียดและปลาจะมีปัญหาด้านระบบ สมดุลย์อิออนซึ่งนำไปสู่การตายของปลาในช่วงหลังการขนส่ง โซเดียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ได้ดีร่วมกับ TMS (MS-222) ในการขนส่งปลา threadfin shad (*Dorosoma petenense*) และ ปลา Gizzard shad (*Dorosoma cepedianum*) (J.M. Little, 2003) ระดับเกลือที่เติมลงไปใต้น้ำ สำหรับการขนส่ง และการดูแลปลาหลังการขนส่ง ทำให้การติดเชื้อทางผิวหนังลดลง เช่น การเติมเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงการขนส่งลูกปลา Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) ทำให้อัตราการรอดเพิ่มสูงขึ้นและป้องกันเชื้อ *Saprolegnia* sp. และ fungus (Swann, 1993)

1.7 แอมโมเนีย

ผลผลิตจากการจับถ่ายจะเริ่มถูกขับออกมาเมื่อบรรจุปลาในการขนส่ง การจับถ่าย แอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลามีการเคลื่อนไหวมากและความเป็นพิษของแอมโมเนียจะขึ้นกับ ปัจจัยหลายตัว เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ อิออนต่างๆ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความเป็นด่าง การลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ต่ำกว่าจุดอิ่มตัว 30 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้แอมโมเนียอยู่ในรูปที่เป็นพิษเพิ่มขึ้นทั้งแบบจับปลันและเรือรัง Swann (1993) กล่าวว่าแอมโมเนียมี 2 รูป คือ NH_4^- (ionized) และ NH_3 (unionize) รูป NH_3 ของแอมโมเนียจะมีความเป็นพิษต่ำเมื่อมีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร การวิเคราะห์ค่าของแอมโมเนียทั้ง 2 รูป เรียกว่า Total ammonia nitrogen ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียในรูป NH_3 จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่าง (ตารางที่ 2) ความเข้มข้นของ Total ammonia มากกว่า 14 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์ของ Total ammonia ในรูป NH_3 ที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5 และ 55 องศาฟาเรนไฮน์ มีค่าเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นความเข้มข้นของ NH_3 ที่ 14 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงมีค่าเท่ากับ $14 \times 0.0007 = 0.0098$ มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.1 การควบคุมปริมาณแอมโมเนีย สามารถทำได้โดยการควบคุมให้อยู่ในอุณหภูมิของน้ำที่ต่ำและหยุดการให้อาหารหลายวันก่อนการขนส่ง เช่น ปลาที่มีความยาว 8 นิ้ว ไม่ควรให้อาหารก่อนการขนส่งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง และถ้าขนาดปลาใหญ่กว่า 8 นิ้วไม่ควรให้อาหารก่อนการขนส่ง 72 ชั่วโมง

1.7.2 การกำจัดแอมโมเนีย (Removal of Ammonia) สามารถทำได้ด้วยขบวนการทางชีววิทยาโดยใช้ nitrifying bacteria และวิธีการแลกเปลี่ยน อีออนกับซีโอไลท์ (clinoptilolite) ซีโอไลท์ธรรมชาติพบว่ามีผลในการกำจัดแอมโมเนียจากน้ำ ประสิทธิภาพในการดูดซับขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมีของน้ำ (ความกระด้างและความเป็นกรดเป็นด่าง) และขนาดของซีโอไลท์ ประสิทธิภาพของ clinoptilolite ลดลงเมื่อค่าความกระด้างเพิ่มขึ้น หรือที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่ำ ขนาดของ clinoptilolite ที่ใหญ่ประสิทธิภาพจะดีกว่าขนาดเล็ก โดยค่าความกระด้างที่เหมาะสมเท่ากับ 44 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกลาง และควรมีขนาดเท่ากับ 20 X 30 ตารางของตะแกรง ความสามารถในการดูดซับอยู่ในช่วงจาก 3.42 - 9.12 มิลลิกรัมต่อลิตร การเติม clinoptilolite ในถุง polyethylene ในการขนส่งปลาทอง (*Carassius auratus*) พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียลดลงในช่วงเวลาที่ 24 ชั่วโมงของการขนส่ง (J.M. Little, 2003) clinoptilolite มีความสามารถในการจับ อีออนสูง จำกัดอยู่ในน้ำจืด เนื่องจากในน้ำทะเลมีการแข่งขันของอีออนบวกตัวอื่นๆ ด้วย โดยส่วนใหญ่การกำจัดแอมโมเนียจากการขนส่งปลาทะเลจะสามารถทำได้โดยการเติม nitrifying bacteria

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียในรูป NH_3 ที่อุณหภูมิต่างๆ (องศาฟาเรนไฮต์) และที่ความเป็นกรด เป็นด่างระดับต่างๆ

pH	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{F}$)				
	50	55	60	65	70
6.0	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
6.5	0.06	0.07	0.09	0.11	0.17
7.0	0.19	0.24	0.29	0.34	0.43
7.5	0.59	0.74	0.93	1.07	1.33
8.0	1.83	2.30	2.87	3.31	4.10
8.5	5.56	6.92	8.54	9.78	11.90
9.0	15.70	19.00	22.80	25.50	29.90

ที่มา : Swann (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้ยาสลบ

2.1 ระยะเวลาการสลบของปลา

จากการศึกษาของ Bowser (2001) ได้แบ่งระยะเวลาการสลบออกเป็น 6 ระยะดังนี้

ระยะที่ 0 Normal ; สามารถโต้ตอบกับสิ่งกระตุ้นภายนอกได้ (การเปิด-ปิดของ opercular และการทำงานของกล้ามเนื้อปกติ)

ระยะที่ 1 Light sedation ; การโต้ตอบกับสิ่งกระตุ้นภายนอกหายไปเล็กน้อย (การเปิด-ปิดของ opercular ลดลงเล็กน้อย)

ระยะที่ 2 Deep sedation ; สูญเสียการตอบสนองภายนอกบางส่วน (อัตราการเปิดและปิดของ opercular ช้าลง)

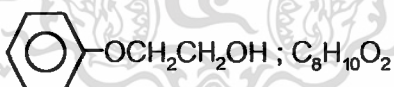
ระยะที่ 3 Partial loss of equilibrium ; สูญเสียจังหวะการบีบตัวของกล้ามเนื้อบางส่วน, ว่ายน้ำเสียการทรงตัว

ระยะที่ 4 Total loss of equilibrium ; สูญเสียการทรงตัว, สูญเสียการตอบสนองบริเวณกระดูกสันหลัง (อัตราการเปิดและปิดของ opercular ช้าลง)

ระยะที่ 5 Loss of reflex reactivity ; ไม่ว่ายน้ำ, ไม่มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นจากภายนอกเลย (อัตราการเปิดและปิดของ opercular ต่ำ และอัตราการเต้นของหัวใจต่ำ)

ระยะที่ 6 Medullary collapse (ระยะการขาดออกซิเจนในเลือด) ; ระบบหายใจหยุดนิ่งอย่างรวดเร็ว

2.2 2-phenoxyethanol



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ 2-phenoxyethanol

ที่มา: www.physchen.ox.ac.uk/MSDS/PH/2-phenoxyethanol.html. (2002)

2.3 ลักษณะทางเคมีและทางกายภาพ

2-phenoxyethanol มีลักษณะคล้ายหยดน้ำมันมีสีเหลืองอ่อน จุดหลอมเหลวที่ 11-13 องศาเซลเซียส จุดเดือดที่ 247 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมลโมเลกุล 138.2 ละลายในน้ำได้ปานกลาง (26.7 กรัมต่อลิตร) แต่จะละลายได้ดีในเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การใช้ 2-phenoxyethanol ในการขนส่งปลา

2-phenoxyethanol มักใช้เป็นยาสลบ กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งแบบปิดเมื่อเปรียบเทียบกับ quinate, MS-222 และ metomidate

Weyl *et al.* (1996) กล่าวว่า การใช้ 2-phenoxyethanol ในการสลบปลาทอง (*Carassius auratus*) ขนาด 2.15 ± 0.05 กรัม และ 9.19 ± 0.17 กรัม ที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะทำให้ปลาทองเข้าสู่ระยะสลบเร็วกว่า 15 นาที และใช้ระยะเวลาฟื้นตัวน้อยกว่า 10 นาที และทำให้อัตราการตายลดลง

Hseu *et al.* (1998) ทดลองการใช้ยาสลบทั้ง 5 ชนิด (2-phenoxyethanol, MS-222, quinate, quinaldine และ benzocaine) ในการสลบปลา goldlined seabream (*Sparus sarba*) ขนาด 3.15 ± 0.15 กรัม ใช้ความเข้มข้นของ 2-Phenoxyethanol เท่ากับ 200-500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า 2-phenoxyethanol ทำให้ pH ในน้ำเค็มไม่เปลี่ยนแปลง, มีความเสถียรมากกว่ายาสลบอื่นๆ ในระหว่างการขนส่ง และมีราคาถูกกว่ายาสลบตัวอื่นๆ ในขณะที่การสลบปลาให้อยู่ในระยะ total loss equilibrium ระยะเวลาในการสลบของปลา goldlined seabream จะลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นคือจะสลบเร็วขึ้นที่ความเข้มข้นสูงขึ้นไปและมีระยะเวลาฟื้นตัวภายใน 1 นาที (ตารางที่ 3) ไม่มีอัตราการตายเกิดขึ้นระหว่างการสลบ และเมื่อนำปลามาเลี้ยงต่ออีก 24 ชั่วโมงก็ไม่พบอัตราการตายเช่นกัน

ตารางที่ 3 ระยะการสลบ และระยะเวลาฟื้นตัว(นาที) ของปลา goldlined seabream (*Sparus sarba*)

2-phenoxyethanol ($\mu\text{l/l}$)	ระยะการสลบ (นาที)	ระยะเวลาฟื้นตัว (นาที)
500	0.82 ± 0.04^a	0.51 ± 0.03^a
400	1.25 ± 0.08^b	0.51 ± 0.04^a
300	3.39 ± 0.29^c	0.55 ± 0.04^a
200	>15	-

ที่มา : Hseu *et al.* (1998)

3. ซีโอไลท์ (Zeolite)

3.1 ลักษณะและสูตรโครงสร้าง

ซีโอไลท์ (zeolite) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกแปลว่า หินเดือดเป็นสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกต (Al_2O_3 , SiO_2) ซึ่งเป็นผลึกธรรมชาติที่ได้จากธรรมชาติ จัดเป็นแร่ธาตุประเภทหนึ่งจำพวกหิน พบในบริเวณภูเขาไฟเก่า แล้วนำมาผ่านความร้อนเพื่อกระตุ้นการทำงานให้ดีขึ้น และนำมาบดให้ได้ขนาดที่ต้องการ (ดีพร้อม, 2544) มีโครงสร้างเป็น 3 มิติ เป็นผลึกของแข็งซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย อลูมิเนียม, ซิลิคอน และออกซิเจน ซีโอไลท์จะมีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ เช่น แคลเซียม, โซเดียม, แอมโมเนียมและโพแทสเซียม ซีโอไลท์มีจุดเดือดประมาณ 200 องศาเซลเซียสและมีสูตรเคมีทั่วไป คือ $M_xD_y(Al_x+2ySi_{n-(x+2y)}O_{2n}).mH_2O$ เมื่อ M คือ Na, K หรืออิลอนบวก +1 ตัวอื่นๆ D คือ Mg, Ca, Sr, Ba หรืออิลอนบวก +2 ตัวอื่น กรรณิการ์ (2543) รายงานว่า ซีโอไลท์ธรรมชาติแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ

1. natrolite, mesolite และ scoleclite
2. thomsonite และ gonhardite
3. stellerite, stilbite และ barrerite
4. heulandite และ clinoptilolite
5. philipsite และ hardmote

ซีโอไลท์ มีค่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิลอนสูง [cation – exchange capacity (CEC)] เป็นตัวกลางที่ดีมากที่สุดที่ใช้สำหรับลดปริมาณแอมโมเนียรูปที่เป็นพิษ (NH_3) โดยการแลกเปลี่ยนอิลอนทางด้านกายภาพหรือเป็นตัวกรองทางเคมี ความสามารถทางเคมีของซีโอไลท์จะลดแอมโมเนียโดยการดูดซับแอมโมเนียตามธรรมชาติ ปริมาณการใช้ซีโอไลท์ขึ้นอยู่กับ ความเป็นกรดเป็นด่าง, อุณหภูมิ และระดับของน้ำ จากความสามารถของซีโอไลท์ที่ช่วยในการลดแอมโมเนียดังนั้นจึงนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการขนส่งปลาสามารถทำให้ขนส่งได้เป็นระยะเวลาสั้นขึ้น

Jorgensen *et al.* (2003) รายงานว่า NH_4^+ , NO และ NO_2 มีความสำคัญต่อบทบาทของ selective catalytic reduction (SCR) ในการแลกเปลี่ยนอิลอน และซีโอไลท์ชนิดที่นิยมใช้ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็น clinoptilolite (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีของ clinoptilolite

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
SiO ₂	69.12
TiO ₂	0.39
Al ₂ O ₃	11.60
Fe ₂ O ₃	1.59
MnO	0.01
MgO	0.18
CaO	1.27
Na ₂ O	0.17
K ₂ O	5.50
Total H ₂ O	8.78
	98.61

ที่มา: Jorgensen (1976)

3.2 คุณสมบัติของซีโอไลท์

3.2.1 มีความจุและมีการแลกเปลี่ยนอิออนสูง

3.2.2 มีความทนต่อการสึกหรอ

3.2.3 สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3.3 ประโยชน์ของซีโอไลท์

ซีโอไลท์มีหน้าที่และประโยชน์มากมาย มีความเหมาะสมในการแลกเปลี่ยนอิออน ซีโอไลท์สามารถลดต้นทุนในการดำเนินการและเพิ่มผลผลิตซึ่งในขณะเดียวกันสามารถลดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับสิ่งแวดล้อม ได้แก่

3.3.1 การเพาะเลี้ยง ช่วยลดแอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์ในบ่อเลี้ยงเป็นผลให้สัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นสามารถเลี้ยงได้หนาแน่นขึ้น

3.3.2 การกรอง เพื่อจะทำให้น้ำบริสุทธิ์ได้ ซึ่งจะแยกเอาของแข็งและคอลลอยด์ออก

3.3.3 การทำปุ๋ยสัตว์ การเพิ่มซีโอไลท์ในอาหาร(หมู, สัตว์ปีก, วัว, ควาย) เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้อาหารซึ่งเป็นแหล่งของไนโตรเจน, ลดอัตราการตาย, เพิ่มปริมาณไข่, กำจัดกลิ่นและทำให้มูลสัตว์แห้งเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การกำจัดโลหะหนัก (ซีโอไลท์จะช่วยลด Cu และ Zn ในน้ำเสีย โดยลด Cu ได้ 95 เปอร์เซ็นต์ และ Zn ลดได้ 92 เปอร์เซ็นต์) เป็นตัวลดการแลกเปลี่ยนไอออน ทำโลหะหนักอยู่ในสภาพเดิม คือไม่มีการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Pb, Cu, Cd, Zn, Cr, Mn และ Fe)

3.3.5 การนำซีโอไลท์มาใช้ผลิตกระดาษ

3.3.6 ทางด้านเภสัชกรรม และการกำจัดกัมมันตภาพรังสี เป็นต้น (กรรณิการ์, 2343)

3.4 ผลเสียของการใช้ซีโอไลท์ปลอม

ดีพร้อม (2544) รายงานว่า เมื่อใช้ซีโอไลท์ปลอมจะไม่สามารถลดปริมาณแอมโมเนียที่เป็นพิษได้ เพราะซีโอไลท์ปลอมไม่มีรูพรุนอยู่ในเนื้อสาร โดยเฉพาะการใช้ซีโอไลท์พวกคาร์โบลิไนท์หรือคาร์โบลิน ซึ่งไม่จับแอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารพิษในน้ำ แต่จะทำหน้าที่เป็นที่ให้โปรตีนที่ละลายในน้ำยัดเกาะ เมื่อมากขึ้นก็จะจมลงสู่พื้นบ่อ มีผลทำให้กึ่งเกิดอาการเครียด ภูมิคุ้มกันลดลง กุ้งติดเชื้อได้ง่ายและตายในที่สุด

3.5 ความเป็นพิษของซีโอไลท์

ซีโอไลท์มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำในระดับที่ต่ำ (ตารางที่ 5) ส่วนความเป็นพิษต่อคนนั้นพบว่าไม่มีผลกระทบต่อผิวหนังและดวงตาเมื่อทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง กับซีโอไลท์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ผลของซีโอไลท์ที่มีต่อ สหราชอาณาจักร ครัสเตเชียน และปลา

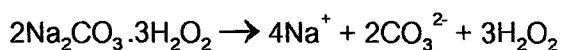
ชนิด	EC/LC50 (mg/l)	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	เอกสารอ้างอิง
<i>Selenastrum capricornutum</i>	100 - 1,000	8 ชั่วโมง	Morse et al. 1994
<i>Chlorella vulgaris</i>	70	8 ชั่วโมง	Morse et al. 1994
<i>Daphnia magna</i>	>70211 - 1,000:129 - 1,000	21 วัน	Morse et al. 1994
Fathead minnow (<i>Pimephales promelas</i>)	>680:>87	96 ชั่วโมง	Morse et al. 1994
Fathead minnow	175	30 วัน	Morse et al. 1994

ที่มา: www.e-zeolite.com (1999)

4. ออกซิเจนผง (Sodium percarbonate)

โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ส่วนใหญ่จะใช้เป็นสารเคมีในการฟอกขาวในผงซักฟอก และใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในการทำมาสะอาด สามารถละลายในน้ำได้รวดเร็วและยังสลายตัวให้ โซเดียม, คาร์บอเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันต่อปลาและสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำ แสดงออกมาเป็น LC₅₀ ซึ่งจะอยู่ที่ 4.9 – 71 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นพิษทางน้ำของ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต สามารถอธิบายได้โดยข้อมูลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, โซเดียม และคาร์บอเนต โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะไปลดของเสียทางชีววิทยาทางน้ำ, คาร์บอเนตจะถูกทำให้เป็นกลางโดยของเสียทางชีววิทยาทางน้ำโดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไบคาร์บอเนต และโซเดียมมีความเป็นพิษต่ำและจะถูกปล่อยออกมาน้อยเมื่อเทียบกับความเข้มข้นหลัก และจำนวนของโซเดียมที่ปล่อยออกมาจะไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

4.1 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี

โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต เป็นสารประกอบของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, โซเดียมคาร์บอเนต สารโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตที่บริสุทธิ์จะประกอบด้วย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมคาร์บอเนต 67.50 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต จะมีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาว (ผงแป้งสีขาว) จุดหลอมเหลว และจุดเดือดไม่สามารถบอกได้หรือกำหนดออกมาได้ เพราะ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต สลายตัวเร็วเมื่อเจอความร้อน เมื่อเกิดความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต เกิดการสลายตัวและปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมา อนุภาคของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต จะอยู่ในช่วง 300 – 900 ไมโครเมตร โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตเป็นสารที่ละลายน้ำได้เร็วค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะอยู่ที่ประมาณ 10.5 ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต

คุณสมบัติ	เอกสารอ้างอิง	
สูตรโมเลกุล	2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	
น้ำหนักโมเลกุล	314.06	
ขนาดโดยเฉลี่ย	300 - 900 ไมโครเมตร	
จุดหลอมเหลว	วัดไม่ได้ มีการสลายตัวเมื่อถูกความร้อน	
ความหนาแน่น	2.14 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	
ความจุ	900 - 1100 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	Bertseh-Frank <i>et al.</i> (1995)
ความสามารถในการละลายน้ำ	140 กรัมต่อลิตร	Bertseh-Frank <i>et al.</i> (1995)

ที่มา: Solvay (2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลาหางนกยูงเพศผู้
2. ถังพลาสติกบรรจุปลาขนาด 8 x 18 นิ้ว
3. ถังน้ำแข็งขนาด 7.5 x 12.2 เซนติเมตร
4. กล่องโฟมขนาด 45.5 x 60 x 30.5 เซนติเมตร
5. ถังออกซิเจน
6. ยางวง
7. เชือกฟาง
8. เกลือเม็ด
9. เทปที่ใช้ผนึกกล่องโฟม
10. บ่อซีเมนต์ขนาด 0.95 x 0.95 x 0.95 เมตร
11. อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์น้ำ
12. pH meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 8424
13. DO meter YSI 550
14. ยาละลาย 2-phenoxyethanol ของบริษัท SIGMA
15. ซีโอไลต์ชนิด Clinoptilolite แบบผง
16. ออกซิเจนผง
17. ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร
18. ช้อนตักปลา
19. สวิงตักปลา

วิธีการ

แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยา สลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลต์, ออกซิเจนผง) ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง วางแผนการ ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

การทดลองที่ 2 การศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยา สลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในระยะเวลา 60 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง เลี้ยงปลาหางนกยูงเพศผู้ขนาดประมาณ 3 เซนติเมตรที่ซื้อมาจากฟาร์มเพาะเลี้ยง ในบ่อซีเมนต์ขนาด 0.95 x 0.95 x 0.95 เมตร ภายในห้องปฏิบัติการเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์หลังการขนส่งเพื่อปรับสภาพปลาให้ชินกับสถานที่ทดลอง โดยให้อาหารเม็ดเล็กกลอยน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า เย็น และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ซึ่งในระหว่างเลี้ยงถ้ามีปลาตายเกิน 10 เปอร์เซ็นต์จะไม่นำปลาชุดนี้มาทำการทดลอง เนื่องจากปลาอ่อนแออาจทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ และอดอาหารปลา 2 วัน ก่อนนำมาทดลอง

1.2 การเตรียมน้ำเพื่อใช้ทดลอง พักน้ำประปาในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร ใส่เกลือ 0.1 เปอร์เซ็นต์ อย่างน้อย 2 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดลองเพื่อกำจัดคลอรีนในน้ำ

1.3 การเตรียมยาสลบที่ใช้ในการทดลอง ทำเป็น stock ตามความเข้มข้นที่ต้องการให้เท่ากับปริมาตรน้ำที่ใช้ทดลอง โดยใช้ยาสลบ 2- phenoxyethanol

1.4 การเตรียมซีโอไลท์ (clinoptilolite) ที่ใช้ทดลองโดยการชั่งซี โอไลท์ให้ได้เท่ากับปริมาณที่เราจะใช้ทดลอง

1.5 การเตรียมออกซิเจนผงที่ใช้ทดลองโดยการชั่งออกซิเจนผงให้ได้เท่ากับปริมาณที่ต้องการ

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์และออกซิเจนผง)

2.1.1 เตรียมถุงพลาสติกขนาด 8 x 18 นิ้ว ซ้อนกัน 2 ถุง บรรจุน้ำที่ผสมยาสลบ 2-phenoxyethanol ที่ความเข้มข้น 180 ไมโครลิตรต่อลิตร ร่วมกับยาปฏิชีวนะ oxytetracycline 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 400 มิลลิตร จำนวน 15 ถุง

2.1.2 การทดลองมี 5 กลุ่มการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

กลุ่มการทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่เติมซีโอไลท์ และออกซิเจนผง

กลุ่มการทดลองที่ 2 เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร

กลุ่มการทดลองที่ 3 เติมซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร

กลุ่มการทดลองที่ 4 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร

กลุ่มการทดลองที่ 5 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร

2.1.3 ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ ก่อนการบรรจุปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ทำการบรรจุปลาหางนกยูงตามความหนาแน่นที่เหมาะสมจากการทดลอง การหาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการขนส่งปลาหางนกยูง

2.1.5 เติมน้ำออกซิเจนและพื้กถูงทุกถูง

2.1.6 ทำการบรรจุถูง ลงในถูงงไฟมขนาด 45.5 x 60 x 30.5 เซนติเมตร จำนวน 3 ถูงง โดยการใส่ถูงงน้ำแข็งขนาด 7.5 x 12.2 เซนติเมตร ที่ห่อหนังสือพิมพ์ ถูงงละ 6 ถูงง จาก นั้นปิดด้านบนด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ทำการปิดฝาและพื้กถูงงด้วยกระดาษกา

2.1.7 นำถูงงไฟมทั้งสองถูงงตั้งทิ้งไว้ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 60 ชั่วโมง

2.1.8 เมื่อครบเวลา 60 ชั่วโมง นำกลุ่มการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง มา วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความ เป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ จากนั้นสุ่มปลาจากถูงงๆ ละ 10 ตัว ดูระยะพื้นตัวของปลา บันทึกผล

2.1.9 นำปลาที่ผ่านการทดลองแล้ว ไปเลี้ยงในกระชังที่แยกแต่ละกลุ่มการทดลอง เพื่อดูอัตราการรอด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยให้อาหารเม็ดเล็กถูงงน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง บันทึกผล

2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1

2.2.1 เตรียมถูงงพลาสติก 8 x 18 นิ้ว ซ้กัน 2 ถูงง บรรจุน้ำที่ผสมยาสลบ 2- phenoxyethanol ที่ความเข้มข้น 180 ไมโครลิตรต่อลิตร ร่วมกับยาปฏิชีวนะ oxytetracycline 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารปรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 จำนวน 12 ถูงง ปริมาตรถูงงละ 400 มิลลิตร

2.2.2 การทดลองมี 4 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้้า

กลุ่มการทดลองที่ 1 บรรจุปลาหางนกยูงความหนาแน่น 40 ตัวต่อถูงง

กลุ่มการทดลองที่ 2 บรรจุปลาหางนกยูงความหนาแน่น 45 ตัวต่อถูงง

กลุ่มการทดลองที่ 3 บรรจุปลาหางนกยูงความหนาแน่น 50 ตัวต่อถูงง

กลุ่มการทดลองที่ 4 บรรจุปลาหางนกยูงความหนาแน่น 55 ตัวต่อถูงง

2.2.3 ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ ก่อนการบรรจุปลาหางนกยูง

2.2.4 ทำการบรรจุปลาหางนกยูงตามความหนาแน่นที่กำหนดไว้

2.2.5 เติมน้ำออกซิเจนและพื้กถูงงทุกถูงง

2.2.6 ทำการบรรจุถูงง ลงในถูงงงไฟมขนาด 45.5 x 60 x 30.5 เซนติเมตร จำนวน 3 ถูงง โดยการใส่ถูงงงน้ำแข็งขนาด 7.5 x 12.2 เซนติเมตร ที่ห่อหนังสือพิมพ์ ถูงงละ 6 ถูงง จาก นั้นปิดด้านบนด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ทำการปิดฝาและพื้กถูงงด้วยกระดาษกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 นำกล่องโฟมทั้งสองกล่องตั้งทิ้งไว้ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 60 ชั่วโมง

2.2.8 เมื่อครบเวลา 60 ชั่วโมง นำกลุ่มการทดลองทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ จากนั้นสุ่มปลาจากทุกๆ ละ 10 ตัว ดูระยะฟื้นตัวของปลา บันทึกผล

2.2.9 นำปลาที่ผ่านการทดลองแล้ว ไปเลี้ยงในกระชังที่แยกแต่ละกลุ่มการทดลอง เพื่อดูอัตราการรอด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยให้อาหารเม็ดเล็กกลอยน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง บันทึกผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำจำนวนปลาที่รอดจากการทดลองและข้อมูลคุณภาพน้ำ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Turkey

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ตึกเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 – มีนาคม พ.ศ. 2547

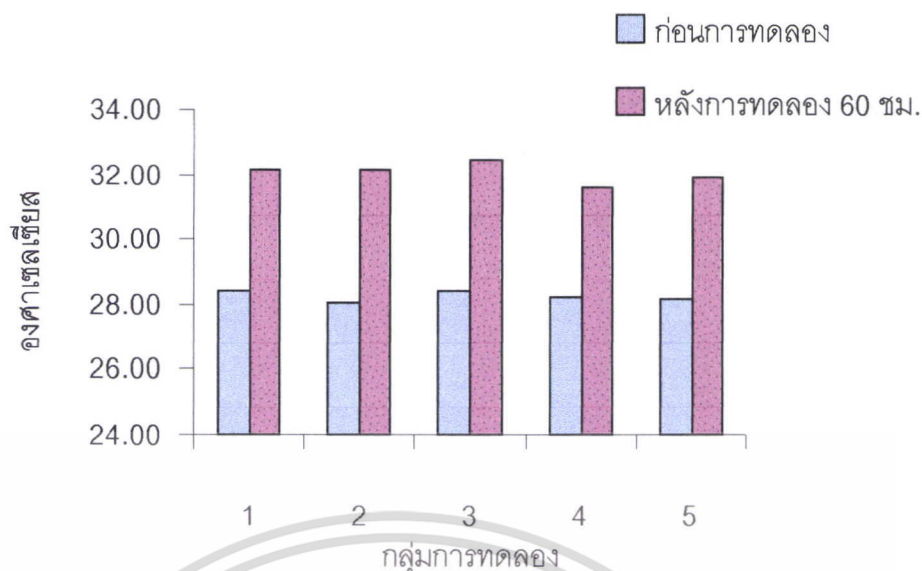
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์และออกซิเจนผง)

การศึกษากการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์และออกซิเจนผง) เป็นเวลา 60 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการตาย 100 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมื่อเติมออกซิเจนผงลงไปจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำสูงถึง 9 - 9.7 ซึ่งไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปลา แตกต่างจากกลุ่มควบคุม, กลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดที่ 60 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 96.33 ± 0.67 , 98.33 ± 1.67 และ 97.33 ± 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดเท่ากัน คือ 90.83 ± 3.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร ที่มีอัตราการรอดอยู่ที่ 98.33 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 7)

คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลอง

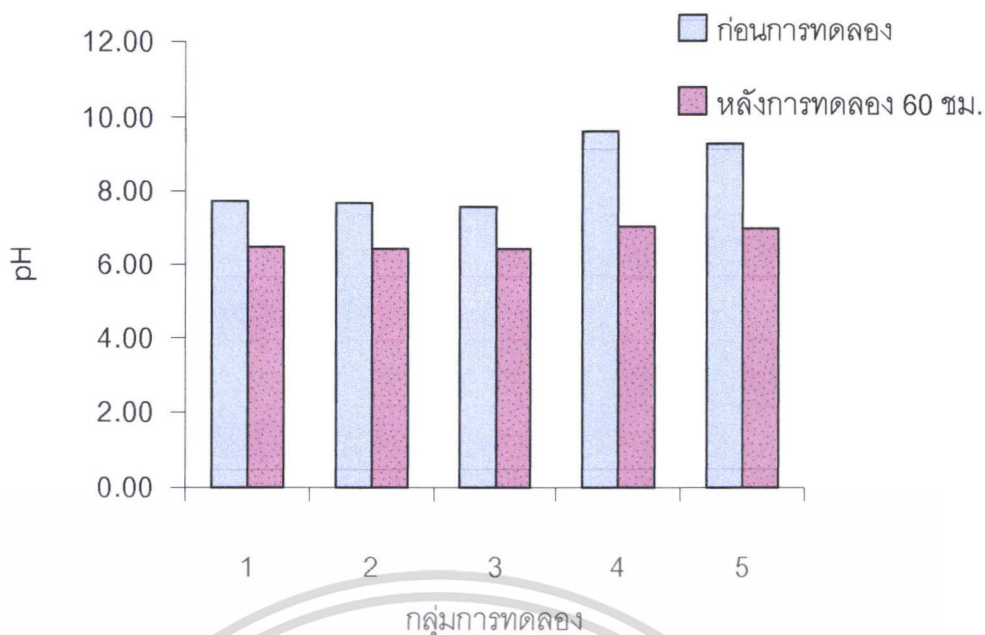
- อุณหภูมิ ก่อนการทดลองพบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 28-28.4 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่าของอุณหภูมิทุกกลุ่มการทดลองมีค่าสูงเพิ่มขึ้น เนื่องจากเครื่องปรับอากาศในห้องควบคุมอุณหภูมิเสีย (ภาพที่ 2) โดยกลุ่มการทดลองทุกกลุ่มมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 31 - 33 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 8) ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ขนส่งปลาน้ำเย็นและปลาน้ำอุ่นอยู่ในช่วง 23 - 38 องศาเซลเซียส (Swann, 2004)



ภาพที่ 2 อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 2 เติมซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 3 เติมซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 4 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่ 5 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร

- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ก่อนการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลต์ 2 กรัม และกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าอยู่ในช่วง 7.50 – 8.00 ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตรร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร ที่มีค่าอยู่ในช่วง 9.00 – 9.70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง (ภาพที่ 3) โดยกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และค่าจะอยู่ในช่วง 6.00 – 6.50 ใกล้เคียงกับ Teo *et al.* (1989) ที่ทำการทดลองการขนส่งปลาหางนกยูง 40 ตัวต่อน้ำ 400 มิลลิลิตร โดยมีการเติม 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบ 0.11 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ clinoptilolite 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อขนส่งเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ที่ 6.89 ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตรร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 6.90 – 7.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 8) ซึ่ง Swann (2004) กล่าวว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมในการขนส่งปลาควรอยู่ในช่วง 6.5 – 9.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

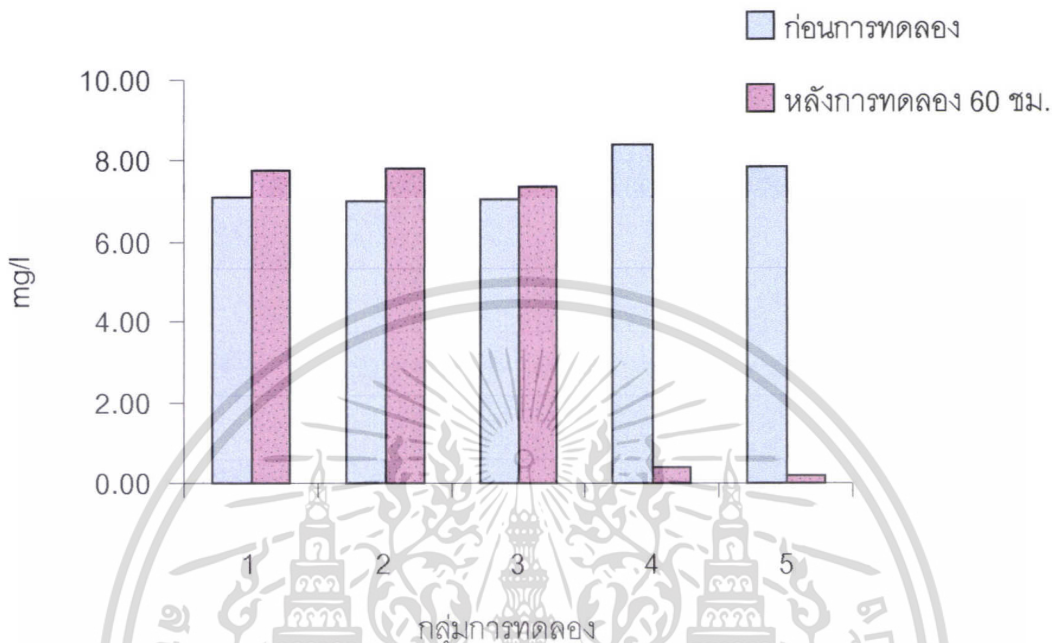


ภาพที่ 3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 2 เต็มซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 3 เต็มซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 4 เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่ 5 เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ก่อนการทดลองกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เต็มซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เต็มซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 7.15 ± 0.03 , 7.01 ± 0.04 และ 7.09 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 8.40 ± 0.08 และ 7.89 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เต็มซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เต็มซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 7.77 ± 0.00 , 7.83 ± 0.28 และ 7.39 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับที่สูงขึ้นจากก่อนการทดลองเนื่องจากการอัดออกซิเจนในถุง ทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่สูงขึ้น (ภาพที่ 4) ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เต็มออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ ซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 0.41 ± 0.12 และ 0.22 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 8) ซึ่งต่างจาก Teo *et al.* (1989) ที่ทำการทดลองการขนส่งปลาทางนกยูง 40 ตัวต่อน้ำ 400 มิลลิลิตร โดยมีการเติม 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบ 0.11 กรัมต่อลิตรร่วมกับ clinoptilolite 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 13.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากการทดลองนี้ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาการขนส่งน้อยกว่า 12 ชั่วโมง และจะเห็นได้ว่ากลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุด เนื่องมาจากมีการเน่าของปลาที่ตาย

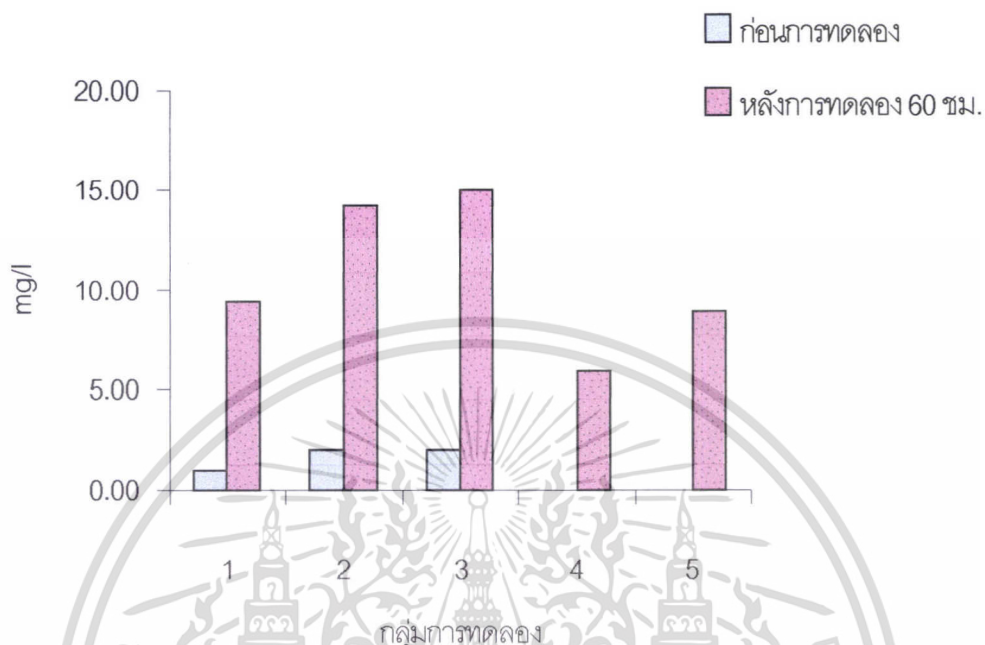


ภาพที่ 4 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 2 เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 3 เติม ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 4 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่ 5 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร

- คาร์บอนไดออกไซด์ ไม่พบคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำก่อนการทดลองในกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ขนส่ง (ภาพที่ 5) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 9.44 ± 0.00 , 5.89 ± 0.99 และ 8.89 ± 0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่เติมซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติม ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.22 ± 0.29 และ 15.00 ± 1.15 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 8) อาจเนื่องมาจากการแขวนลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

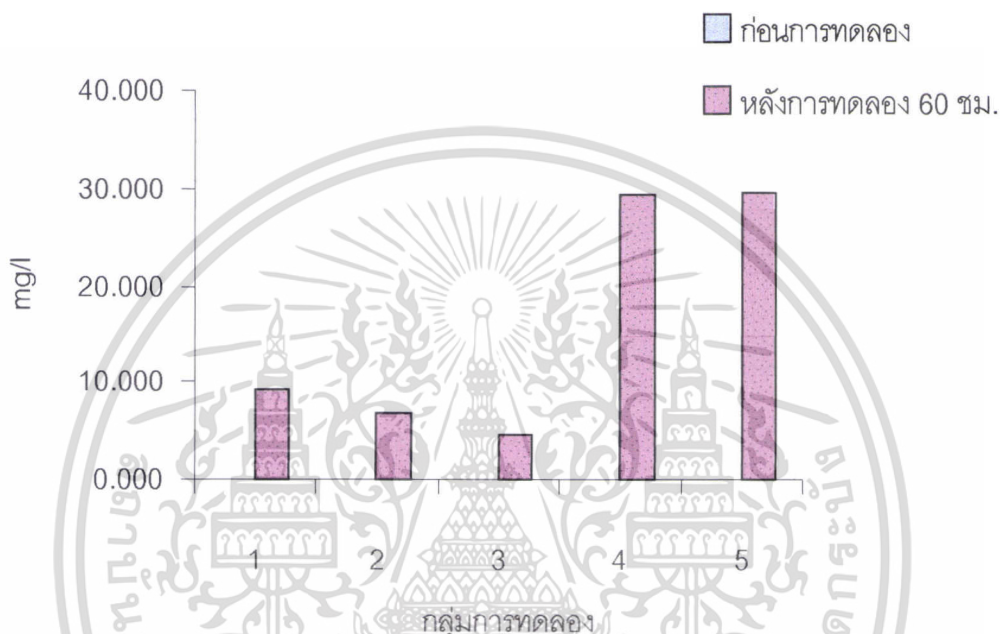
ของอนุภาคซีไอไลท์ไปขัดขวางการหายใจทำให้มีการหายใจมากกว่าปกติจึงมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามยังคงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลา ซึ่งควรมีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (Swann, 2004)



ภาพที่ 5 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 2 เติมซีไอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 3 เติม ซีไอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 4 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่ 5 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร ร่วมกับซีไอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร

- แอมโมเนีย แอมโมเนียในน้ำก่อนการทดลองพบว่าทั้งในกลุ่มควบคุมและทุกกลุ่มการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.062 – 0.081 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการขนส่ง (ภาพที่ 6) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัม ต่อลิตร ร่วมกับซีไอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีปริมาณแอมโมเนียในน้ำมากกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่เติมซีไอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมซีไอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.43 ± 0.70 และ 29.63 ± 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการเน่าของปลาที่ตายในถัง อย่างไรก็ตามกลุ่มการทดลองที่เติมซีไอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่เติมซีไอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร มีปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่าในกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.71 ± 0.34 และ 4.58 ± 0.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งต่างจาก Teo *et al.* (1989) ที่ทำการทดลองการขนส่งปลาทางนกยูง 40 ตัวต่อน้ำ 400 มิลลิตร โดยมีการเติม 2-phenoxyethanol เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นยาสลบ 0.11 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ clinoptilolite 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแอมโมเนียรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 8.71 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปอร์เซ็นต์อัตราลดลงอยู่ที่ 82.5 อาจเนื่องมาจากการทดลองนี้ มีการเติมซีโอไลต์ในปริมาณที่ต่างกัน แสดงว่ากลุ่มการทดลองที่มีการเติมซีโอไลต์สามารถที่จะดูดซับปริมาณแอมโมเนียในน้ำได้ และทำให้ปลาที่มีอัตราการรอดสูงขึ้น ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในรูปที่เป็นพิษจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.005 – 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งยังคงต่ำกว่าค่าที่เป็นอันตราย คือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (Swann, 2004)



ภาพที่ 6 ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) ของน้ำ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่ 2 เติมซีโอไลต์ 5 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 3 เติมซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร กลุ่มการทดลองที่ 4 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร และกลุ่มการทดลองที่ 5 เติมออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตรร่วมกับซีโอไลต์ 10 กรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 อัตรารอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปลาหางนกยูงหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำ	อัตราการรอดที่ 60 ชั่วโมง (%)	อัตราการรอดที่ 2 สัปดาห์ (%)
กลุ่มควบคุม	1	95	90
	2	97	90
	3	97	92.5
	เฉลี่ย	96.33 ^a	90.83 ^a
	SE	0.67	0.83
ซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร	1	100	100
	2	100	97.5
	3	95	97.5
	เฉลี่ย	98.33 ^a	98.33 ^b
	SE	1.67	0.83
ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร	1	100	85
	2	97	92.5
	3	95	95
	เฉลี่ย	97.33 ^a	90.83 ^a
	SE	1.45	3.00
ออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	เฉลี่ย	0 ^b	0 ^c
	SE	0	0
ออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร กับซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	เฉลี่ย	0 ^b	0 ^c
	SE	0	0

*อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการขนส่งปลาหางนกยูงที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำ	อุณหภูมิ (°C)		pH		DO (mg/l)		CO ₂ (mg/l)		แอมโมเนียรวม (mg/l)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กลุ่มควบคุม	1	28.4	32.6	7.75	6.56	7.15	7.96	1.00	10.00	0.059	7.553
	2	28.4	32.7	7.75	6.51	7.15	7.52	1.00	10.00	0.062	10.087
	3	28.4	31.2	7.75	6.46	7.15	7.84	1.00	8.33	0.065	9.971
	เฉลี่ย	28.4 ^a	32.17 ^a	7.75 ^a	6.51 ^a	7.15 ^a	7.77 ^a	1.00 ^a	9.44 ^a	0.062 ^a	9.204 ^a
	SE	0.00	0.00	0.48	0.00	0.03	0.00	0.13	0.00	0.56	0.83
ซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร	1	28.1	32.3	7.74	6.45	6.93	7.29	2.00	14.33	0.075	7.399
	2	28.0	32.2	7.68	6.38	7.04	7.96	2.00	13.67	0.000	6.371
	3	28.1	32.0	7.68	6.45	7.06	8.23	2.00	14.67	0.078	6.360
	เฉลี่ย	28.07 ^b	32.17 ^a	7.7 ^a	6.43 ^a	7.01 ^a	7.83 ^a	2.00 ^a	14.22 ^b	0.076 ^a	6.710 ^{ab}
	SE	0.03	0.09	0.02	0.02	0.04	0.28	0.00	0.29	0.03	0.34
ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร	1	28.4	32.1	7.60	6.42	7.10	7.71	2.00	17.00	0.069	4.913
	2	28.4	32.8	7.43	6.43	7.08	7.16	2.00	13.00	0.079	3.042
	3	28.4	32.5	7.71	6.42	7.09	7.31	2.00	15.00	0.075	5.777
	เฉลี่ย	28.4 ^a	32.47 ^a	7.58 ^a	6.42 ^a	7.09 ^a	7.39 ^a	2.00 ^a	15.00 ^b	0.074 ^a	4.577 ^b
	SE	0.00	0.20	0.08	0.00	0.01	0.16	0.00	1.15	0.00	0.81

ตารางที่ 8 (ต่อ) ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการขนส่งปลาหางนกยูงที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาผสมร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำ	อุณหภูมิ (°C)		pH		DO (mg/l)		CO ₂ (mg/l)		แอมโมเนียรวม (mg/l)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ออกซิเจนผง	1	28.2	32.0	9.86	6.92	8.52	0.24	0.00	7.33	0.019	29.080
0.6 กรัมต่อลิตร	2	28.2	31.8	9.52	7.07	8.25	0.65	0.00	4.00	0.022	30.777
	3	28.3	31.1	9.55	7.08	8.44	0.34	0.00	6.33	0.025	28.444
	เฉลี่ย	28.23 ^c	31.63 ^a	9.64 ^b	7.02 ^b	8.40 ^b	0.41 ^b	0.00 ^b	5.89 ^a	0.022 ^{ab}	29.44 ^c
	SE	0.03	0.27	0.11	0.05	0.08	0.12	0.00	0.99	0.00	0.70
ออกซิเจนผง	1	28.2	31.8	9.22	6.97	7.75	0.16	0.00	8.00	0.082	30.141
0.6 กรัมต่อลิตร	2	28.2	32.6	9.38	6.99	8.06	0.22	0.00	8.33	0.075	29.504
กับซีโอไลท์	3	28.2	31.3	9.36	7.03	7.85	0.27	0.00	10.33	0.086	29.239
10 กรัมต่อลิตร	เฉลี่ย	28.20 ^c	31.9 ^a	9.31 ^c	7.00 ^b	7.89 ^c	0.22 ^b	0.00 ^b	8.89 ^a	0.081 ^{ac}	29.628 ^c
	SE	0.00	0.38	0.05	0.02	0.09	0.03	0.00	0.73	0.00	0.27

*อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

2. การศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาทางนกยูงโดยใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1

จากการศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาทางนกยูงโดยใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบที่ความเข้มข้น 180 ไมโครลิตรต่อลิตรร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ พบว่าร่วมกับซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร ให้ผลดีที่สุดในระดับความหนาแน่น 40 ตัวต่อถุงจึงนำมาเพิ่มความหนาแน่น มีทั้งหมด 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40, 45, 50 และ 55 ตัวต่อถุง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 60 ชั่วโมง พบว่า อัตรารอดในกลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40 ตัว มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 98.33 ± 1.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 45, 50 และ 55 ตัว มีค่าเท่ากับ 97.33 ± 0.67 , 97.33 ± 0.67 และ 96.12 ± 3.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อนำมาเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า อัตรารอดในกลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40 ตัว มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 92.50 ± 1.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 50, 45 และ 55 ตัว มีค่าเท่ากับ 89.33 ± 1.76 , 88.89 ± 1.28 และ 87.88 ± 3.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตารางที่ 9) และเมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักและค่าขนส่งแล้ว การบรรจุที่ระดับความหนาแน่น 55 ตัวต่อน้ำ 400 มิลลิตร น่าจะเหมาะสมที่สุดในการลดต้นทุนการขนส่ง

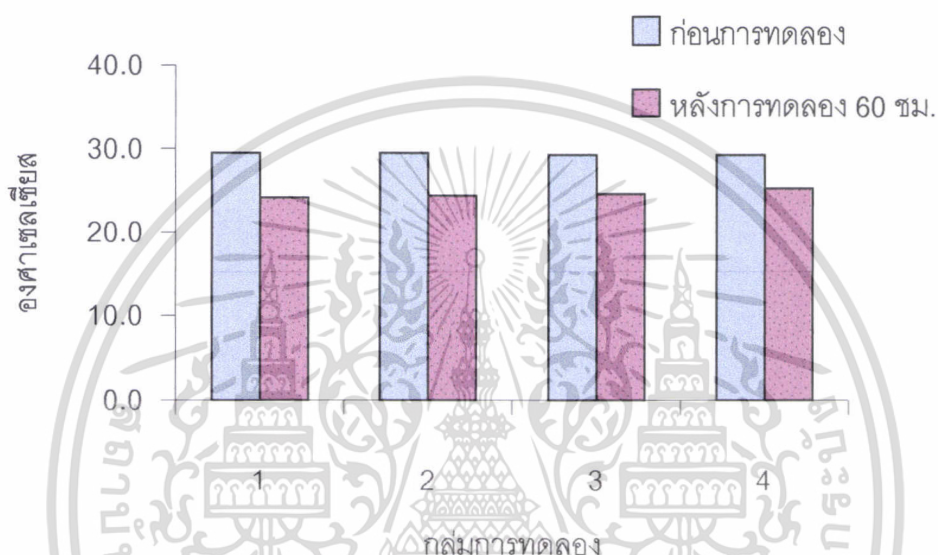
คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลอง

- อุณหภูมิ ก่อนการทดลอง พบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 29 – 30 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าของอุณหภูมิทุกกลุ่มการทดลองมีค่าต่ำกว่าจากการทดลอง (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 24 – 26 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 10)

- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ก่อนการทดลองพบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 7.40 – 7.60 เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง (ภาพที่ 8) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.60 – 6.80 (ตารางที่ 10) เนื่องมาจากการหายใจของปลา โดยปลาจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อเป็นเวลานานเข้าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะรวมกับน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นกรดไปด้วย

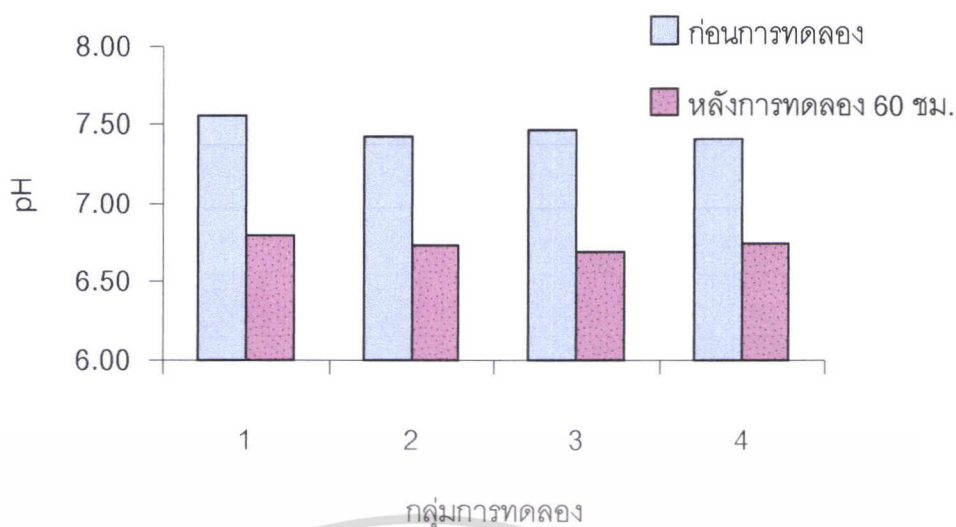
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ก่อนการทดลอง พบว่ากลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 45 และ 50 ตัว มีค่าเท่ากับ 6.85 ± 0.02 และ 6.83 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40 และ 55 ตัว มีค่าเท่ากับ 6.92 ± 0.02 และ 6.74 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ทุกกลุ่มการ

ทดลองมีปริมาณออกซิเจนสูงขึ้นเนื่องจากการอัดออกซิเจนในถุง ทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่สูงขึ้น (ภาพที่ 9) แล้วลดลงตามระดับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นคือ กลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40, 45, 50 และ 55 ตัว มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.26 ± 0.18 , 11.43 ± 0.16 , 10.35 ± 0.14 และ 8.77 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณออกซิเจนมากเพียงพอแต่ปลาก็ตาย อาจเนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึมของปลา แต่ว่ามีปริมาณออกซิเจนยังคงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาซึ่งควรมีไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Swann, 2004) ก็ตาม

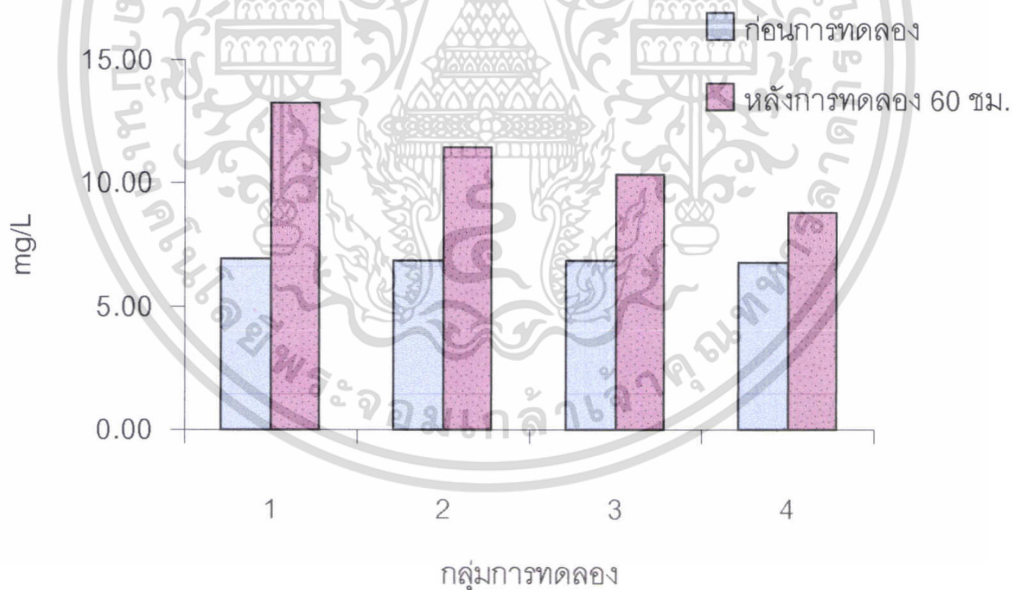


ภาพที่ 7 อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ ความหนาแน่น 40 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 45 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 50 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 55 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ ความหนาแน่น 40 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 45 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 50 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 55 ตัว

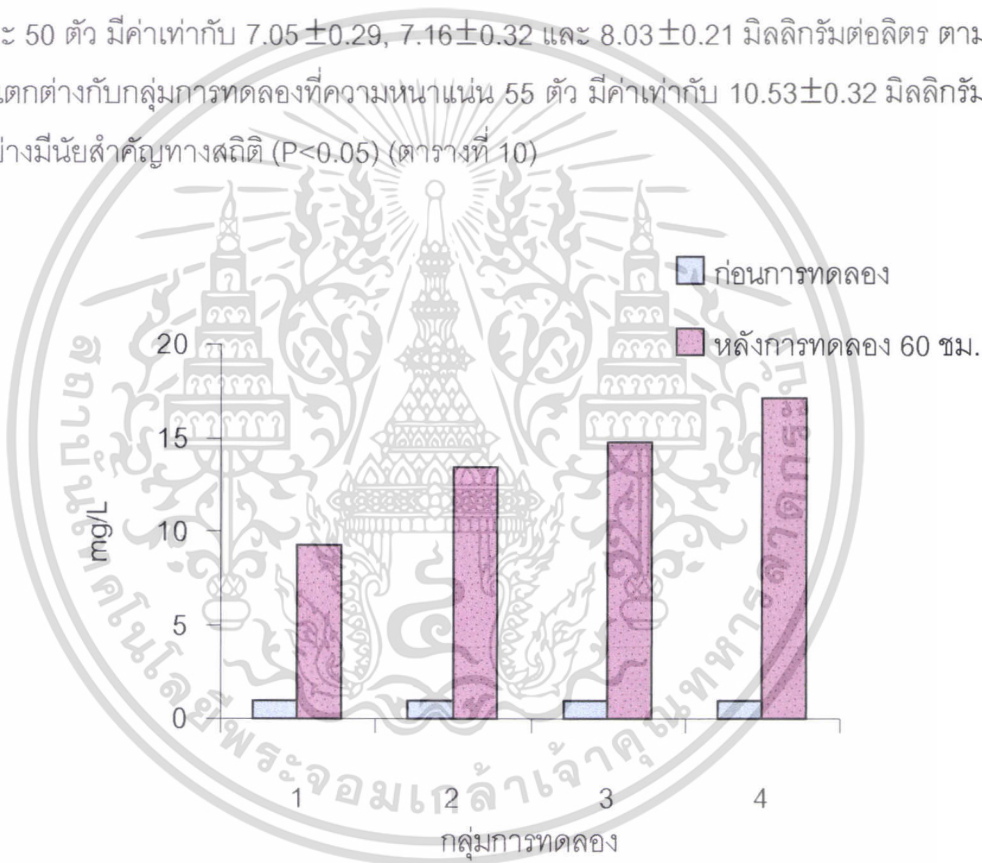


ภาพที่ 9 ปริมาณออกซิเจนในน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ ความหนาแน่น 40 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 45 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 50 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 55 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

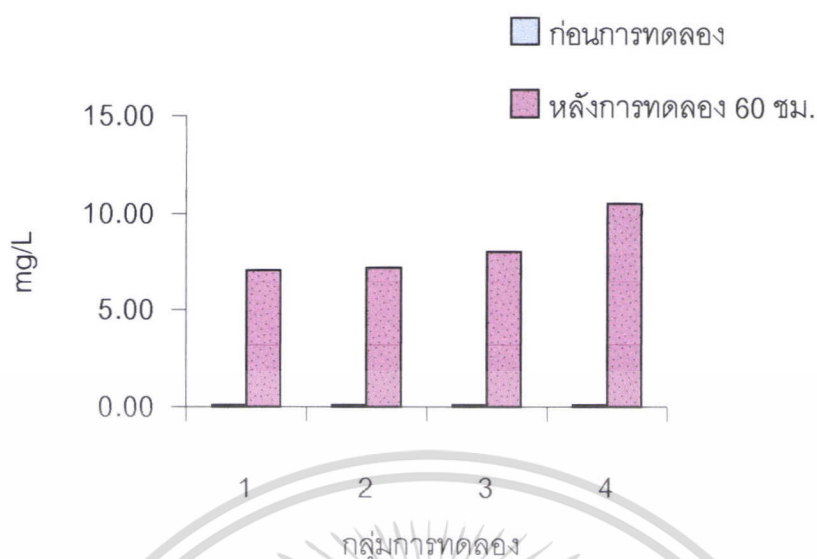
- คาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนการทดลอง พบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.00 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ขนส่งและความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 10) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 45 และ 50 ตัว มีค่าเท่ากับ 13.44 ± 0.11 และ 14.78 ± 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40 และ 55 ตัว มีค่าเท่ากับ 9.22 ± 0.45 และ 17.11 ± 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 10)

- แอมโมเนีย แอมโมเนียในน้ำก่อนการทดลอง พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.081 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการขนส่งและความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 11) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 40, 45 และ 50 ตัว มีค่าเท่ากับ 7.05 ± 0.29 , 7.16 ± 0.32 และ 8.03 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มการทดลองที่ความหนาแน่น 55 ตัว มีค่าเท่ากับ 10.53 ± 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ ความหนาแน่น 40 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 45 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 50 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 55 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) ของน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ที่ 60 ชั่วโมง โดยกลุ่มการทดลองที่ 1 คือ ความหนาแน่น 40 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 2 ความหนาแน่น 45 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 3 ความหนาแน่น 50 ตัว กลุ่มการทดลองที่ 4 ความหนาแน่น 55 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 อัตรารอดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปลาหางนกยูงหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

ความหนาแน่น (ตัว)	ซ้ำ	อัตรารอดที่ 60 ชั่วโมง (%)	อัตรารอดที่ 2 สัปดาห์ (%)
40	1	95	90
	2	100	95
	3	100	92.50
	เฉลี่ย	98.33 ^a	92.5 ^a
	SE	1.67	1.44
45	1	98	86.67
	2	96	91.11
	3	98	88.89
	เฉลี่ย	97.33 ^a	88.89 ^a
	SE	0.67	1.28
50	1	98	90
	2	96	86
	3	98	92
	เฉลี่ย	97.33 ^a	89.33 ^a
	SE	0.67	1.76
55	1	98.18	92.73
	2	90.19	81.82
	3	100	89.10
	เฉลี่ย	96.12 ^a	87.88 ^a
	SE	3.01	3.21

*อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการขนส่งปลาหางนกยูงที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ

ความหนาแน่น (ตัว)	ซ้ำ	อุณหภูมิ (°C)		pH		DO (mg/l)		CO ₂ (mg/l)		แอมโมเนียรวม (mg/l)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
40	1	29.5	24.2	7.51	6.77	6.93	13.27	1.00	8.33	0.124	6.846
	2	29.4	24	7.74	6.81	6.95	13.62	1.00	9.67	0.050	7.623
	3	29.5	24	7.42	6.8	6.89	13.88	1.00	9.67	0.070	6.689
	เฉลี่ย	29.5 ^{ab}	24.1 ^a	7.56 ^a	6.79 ^a	6.92 ^a	13.26 ^a	1.00 ^a	9.22 ^a	0.081 ^a	7.053 ^a
	SE	0.03	0.07	0.10	0.01	0.02	0.18	0.00	0.45	0.02	0.29
45	1	29.5	24.4	7.42	6.71	6.83	11.57	1.00	13.33	0.124	6.980
	2	29.5	24.3	7.46	6.74	6.88	11.12	1.00	13.67	0.050	7.792
	3	29.5	24.3	7.39	6.71	6.84	11.61	1.00	13.33	0.070	6.713
	เฉลี่ย	29.5 ^a	24.3 ^a	7.42 ^a	6.72 ^{ab}	6.85 ^b	11.43 ^b	1.00 ^a	13.44 ^b	0.081 ^a	7.162 ^a
	SE	0.00	0.03	0.02	0.01	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	0.32

*อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 10 (ต่อ) ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 60 ชั่วโมง จากการขนส่งปลาหางนกยูงที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ

ความหนาแน่น (ตัว)	ซ้ำ	อุณหภูมิ (°C)		pH		DO (mg/l)		CO ₂ (mg/l)		แอมโมเนียรวม (mg/l)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
50	1	29.4	24.6	7.48	6.71	6.83	10.43	1.00	15.33	0.124	7.780
	2	29.4	24.6	7.47	6.63	6.86	10.53	1.00	15.00	0.050	7.877
	3	29.4	24.7	7.45	6.71	6.81	10.08	1.00	14.00	0.070	8.447
	เฉลี่ย	29.4 ^b	24.6 ^b	7.47 ^a	6.68 ^b	6.83 ^b	10.35 ^c	1.00 ^a	14.78 ^b	0.081 ^a	8.035 ^a
	SE	0.00	0.03	0.01	0.03	0.01	0.14	0.00	0.40	0.02	0.21
55	1	29.4	25.1	7.44	6.76	6.75	9.14	1.00	16.33	0.124	11.091
	2	29.4	25.4	7.43	6.73	6.73	8.56	1.00	18.00	0.050	10.000
	3	29.4	25.2	7.37	6.71	6.73	8.62	1.00	17.00	0.070	10.497
	เฉลี่ย	29.4 ^b	25.2 ^c	7.41 ^a	6.73 ^{ab}	6.74 ^c	8.77 ^d	1.00 ^a	17.11 ^c	0.081 ^a	10.53 ^b
	SE	0.00	0.09	0.02	0.01	0.01	0.18	0.00	0.49	0.02	0.32

*อักษรที่ต่างกันเ็นแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

สรุป

1. การศึกษาการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์และออกซิเจนผง) ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง พบว่าการขนส่งโดยใช้ซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร ให้ผลดีที่สุดโดยมีอัตราการรอดอยู่ที่ 98.33 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์

2. การศึกษาการเพิ่มความหนาแน่นในการขนส่งปลาหางนกยูงโดยใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาสลบ ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง พบว่าความหนาแน่น 40, 45, 50 และ 55 ตัวต่อถุง ทั้งที่ 60 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 98.33 ± 1.67 , 97.33 ± 0.67 , 97.33 ± 0.67 , 96.12 ± 3.01 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 92.5 ± 1.44 , 88.89 ± 1.28 , 89.33 ± 1.76 และ 87.88 ± 3.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ให้อัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้นควรเลือกขนส่งที่ความหนาแน่นที่ 55 ตัว

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะทดลองกับปลาเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ เช่น ปลาสอด ปลาเซลฟิน ปลาทอง ปลาบอลลูน เป็นต้น
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุปลาควรทำความสะอาดและปลอดเชื้อโรคเพื่อลดความเสี่ยงในการเป็นโรคของปลาหลังการขนส่ง
3. ควรใส่ซีโอไลท์ก่อนบรรจุปลาลงไปเพื่อให้ซีโอไลท์ตกตะกอนอยู่ก้นถุงป้องกันอนุภาคของซีโอไลท์ไปขัดขวางการหายใจของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ อธิราช. 2543. การใช้แบคทีเรียและซีโอไลท์ในการลดปริมาณแอมโมเนียและไนไตร์ในบ่อกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- การส่งออกปลาสวยงาม http://business.siam2you.com/article/b_EximBank/index.asp?thread=main_exim.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2544. เลี้ยงกุ้งปลอดมลพิษ. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร 125 น.
- Anon. 2002. Safety data for 2- phenoxyethanol. <http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/PH/2-phenoxyethanol.html>.
- Anon. 1999. Using zeolite to control ammonia levels. www.e-zeolite.com.
- Brian Cole, M.S., C.S. Tamaru, C. Brown and H. Ako. 1999. Shipping Practices in the Ornamental fish Industry. <http://www.stae.org.au/publication/symposia/pro-1998p15.htm>.
- Bowser, P.R. 2001. Anesthetic option for fish. Aquatic Animal Health Program, Dept of Microbiology and Immunology. College of Veterinary Medicine University. Lthaca, New York, USA.
- Hseu J.R., S.L. Yeh, Y.T. Chu and Y.Y. Ting. 1998. Comparison of efficacy of five anesthetics in goldfish sea bream, *Sparus sarbar*. Acta Zoologica Taiwanica. 9 (1): 35-41.
- Jorgensen, S.E., and K. Barkacs. 1976. Ammonia removal By Use of Clinoptilolite. Water Research. 10 : 213 –224.
- Little, J.M. 1999-2003. General consideration in the transportation of live fish. Syndel International Inc www.syndel.com/handling/transportation_of_Live_fish.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

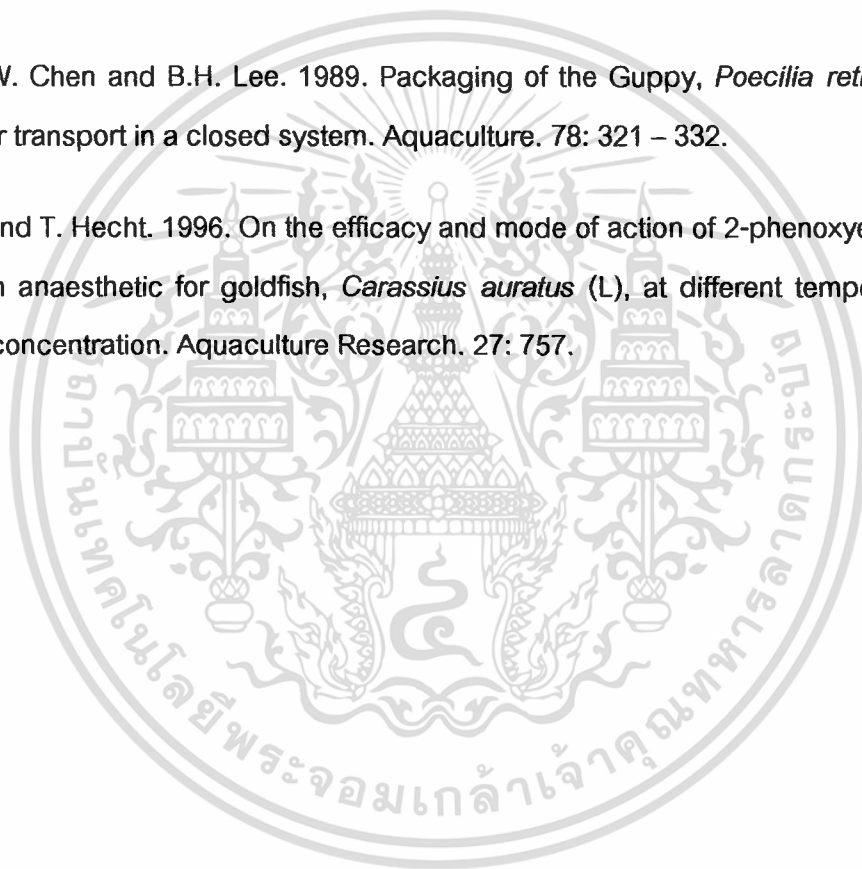
Swann L. 1993. Transportation of fish in bags. North Central Regional Aquaculture Center. www.ces.purdue.edu/extmedia/AS/AS-462.html.

Solvay S.A. 2002. Sodium percarbonate (CAS NO. 15630 – 89 – 4). Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household cleaning product. 33p. www.solvaychemicals.us/pdf/PCS-1103.pdf.

Swann L. 2004 Transportation of fish in bags. Aquaculture Extension, AS – 462W Illinois-Indiana Sea Grant Program. www.ces.purdue.edu/extmedia/AS/AS-462.html.

Teo.L.H., T.W. Chen and B.H. Lee. 1989. Packaging of the Guppy, *Poecilia reticulata*, for air transport in a closed system. *Aquaculture*. 78: 321 – 332.

Weyl, H.K. and T. Hecht. 1996. On the efficacy and mode of action of 2-phenoxyethanol as an anaesthetic for goldfish, *Carassius auratus* (L), at different temperature and concentration. *Aquaculture Research*. 27: 757.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



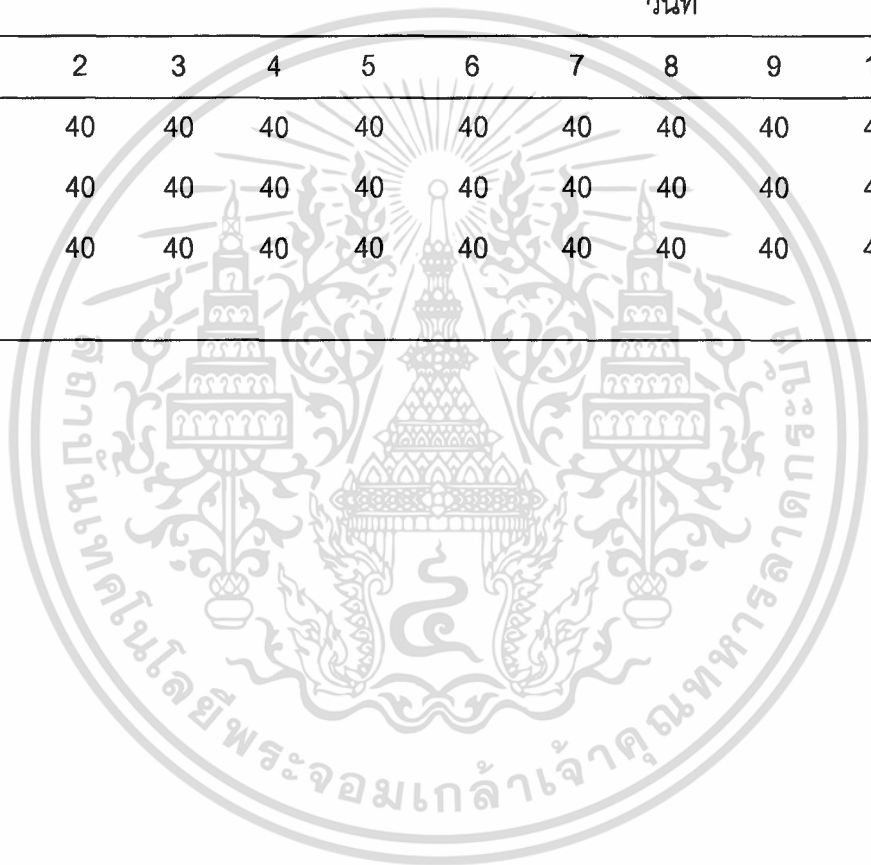
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนปลาตายสะสมที่ใช้ 2- phenoxyethanol เป็นยาผสมร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำ	วันที่														
		60 ชั่วโมง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
กลุ่มควบคุม	1	2	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4
ซีโอไลท์ 5 กรัมต่อลิตร	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
ซีโอไลท์ 10 กรัมต่อลิตร	1	0	0	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	5	6	
	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	
	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
ออกซิเจนผง 0.6 กรัมต่อลิตร	1	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	2	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	3	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) จำนวนปลาตายสะสมที่ใช้ 2-phenoxyethanol เป็นยาสลบร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำ	วันที่														
		60 ชั่วโมง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ออกซิเจนผง	1	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
0.6 กรัมต่อลิตร	2	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
กับซีโอไลท์	3	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
10 กรัมต่อลิตร																



ตารางผนวกที่ 2 จำนวนปลาตายสะสมที่ระดับความหนาแน่นต่างกันหลังจากการขนส่งที่ 60 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

ความหนาแน่น (ตัว)	ซ้ำ	วันที่														
		60 ชั่วโมง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
40	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
	2	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3
45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	6	6
	2	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	0	1	1	1	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
50	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4
	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	5
	3	1	0	0	0	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
55	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4
	2	5	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	3	0	1	2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6