

อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาเล็บบี๋นาง (*Crossocheilus siamensis*)
สำหรับการลำเลียงเพื่อการส่งออกไปต่างประเทศช่วงสถานการณ์การระบาด
ของโควิด 19

Optimal Density for transportation of Algae Eater Fish (*Crossocheilus siamensis*)
for Exportation during Covid19 Pandemic Situation

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์^{1*} และบุญรัตน์ ประทุมชาติ²

Krasindh Hangsapreurke^{1*} and Boonyarath Pratoomchat²

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Sansai, Chiangmai, Thailand

²Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, Thailand

* Corresponding author: krasindh@yahoo.com

Received: 2 April 2021

Revised: 9 April 2021

Accepted: 25 June 2021

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการขนส่งปลาเล็บบี๋นาง (*Crossocheilus siamensis*)
เพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศที่ต้องใช้ระยะเวลาขนส่งยาวนาน จึงได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด
(CRD) ตามระดับความหนาแน่น 3 ระดับ (3 ชุดทดลอง) ได้แก่ 100,125 และ 150 ตัว/ลิตร โดยชุดควบคุม
ไม่ได้บรรจุปลา โดยทำการบรรจุปลาเล็บบี๋นางขนาดความยาวเฉลี่ยประมาณ 3.12 เซนติเมตร ลงใน
ถุงพลาสติกขนาด 25 เซนติเมตร x 65 เซนติเมตร ที่มีน้ำจืดสะอาด 2 ลิตร และเติมออกซิเจนลงไปในถุง จากนั้น
นำถุงที่บรรจุปลาเล็บบี๋นางแล้วบรรจุลงในกล่องโฟมขนาด 30 x 45 x 60 เซนติเมตร³ นำกล่องโฟมบรรจุลงใน
กล่องกระดาษ ลำเลียงที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง 3 ชุดต่อชุดทดลอง เก็บข้อมูลอัตราการรอด เมื่อครบ
ระยะเวลาทดสอบการขนส่ง 38 ชั่วโมง พบว่าการลำเลียงที่ระดับความหนาแน่น 100,125 และ 150 ตัว/ลิตร มี
อัตราการรอด 99.33 ± 0.29%, 98.93 ± 0.23% และ 98.73 ± 0.23% ($p > 0.05$) ตามลำดับ ข้อมูลคุณภาพน้ำ
ก่อนและหลังการทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่า DO และ pH ลดลง ($p < 0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กับ
ระดับความหนาแน่น และค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทสูงขึ้นและ pH ลดลงทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$)
อุณหภูมิ 27-29°C คุณภาพน้ำโดยรวมมีความปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าสามารถขนส่ง
ปลาเล็บบี๋นางขนาด 3.12 เซนติเมตร ที่ความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร ในถุงพลาสติกขนาด 25 เซนติเมตร x 65
เซนติเมตร ที่ปริมาตรน้ำ 2 ลิตร เติมอากาศ และบรรจุลงในกล่องโฟม ที่อุณหภูมิห้อง ได้ระยะเวลานาน 38 ชั่วโมง
คำสำคัญ: ปลาเล็บบี๋นาง, *Crossocheilus siamensis*, การขนส่งปลาสวยงาม, การขนส่งสินค้า

Abstract

To study the optimal density level of Siamese algae eater fish (*Crossocheilus siamensis*) for long period transportation of exportation. The three treatments as followed the three density levels using CRD as 100, 125 and 150 fish/L and without fish (control). The three replications were applied. The experimental fish at 3.12 cm in average total length and in total weight were put in 25 cm x 65 cm plastic bags containing 2 L of cleaned freshwater, followed by adding oxygen and packing prior to placed in 30 x 45 x 60 cm³ styrofoam box and covering with paper box at room temperature. After transportation for 38 hrs, the results found that the survival rate of fish at density levels of 100, 125 และ 150 fish/L were 99.33±0.29, 98.93±0.23 and 98.73±0.23 ($p>0.05$), respectively. Water qualities at start and at the end of experiment found that pH and DO were decreased ($p<0.05$) while NH₃-N, NO₂-N, and NO₃-N were increased ($p<0.05$) in all treatments and 27-29°C for water temperature. The water quality in overview is safety for fish. This concludes that at density of 150 fish/L in 25 cm x 65 cm plastic bags containing 2 L of medium adding oxygen and packing in styrofoam box at room temperature is an efficient transportation for Siamese algae eater fish (*C. siamensis*) during 38 hours.

Keywords: Siamese algae eater fish, *Crossocheilus siamensis*, ornamental fish transportation, shipping

บทนำ

ปลาเล็บมือนาง (*Crossocheilus siamensis*) เป็นปลาสวยงามสายพันธุ์ไทยที่มีถิ่นกำเนิดภายในประเทศ และพบได้ทั่วไปในคาบสมุทรมลายู ในธรรมชาติปลาเล็บมือนางจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำโขง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง โดยส่วนใหญ่จะพบปลาเล็บมือนางบริเวณผิวน้ำและใต้น้ำในแหล่งน้ำที่น้ำไหล ปลาเล็บมือนางเป็นปลาเป็นที่ได้รับความนิยมในการเพาะเลี้ยง เพื่อการส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากเป็นปลาสวยงามที่มีราคาประหยัด มีอุปนิสัยในการกินตะไคร่น้ำและสาหร่ายสีเขียว อีกทั้งไม่ทำร้ายสัตว์น้ำอื่นที่เลี้ยงรวมกัน จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงไว้เพื่อควบคุมปริมาณสาหร่ายในตู้เลี้ยงปลา ประเทศไทยนับว่าเป็นผู้ส่งออกปลาเล็บมือนางเป็นรายหลักของโลก จากสถิติการประมงปี 2555 – 2562 ประเทศไทยมีการส่งออกปลาเล็บมือนางเป็นมูลค่าถึง 40 ล้านบาท โดยมีปริมาณถึง 13 ล้านตัว โดยเฉพาะในปี 2561 มีการส่งปลาเล็บมือนางมากที่สุด คิดเป็นมูลค่า 5 ล้านบาท คิดเป็นปริมาณ 1 ล้านตัว จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของการส่งออกปลาเล็บมือนางเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Department of Fisheries, 2018) ในการผลิตปลาสวยงามของประเทศไทยที่มุ่งเน้นเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศนั้น นอกจากจะต้องผลิตปลาให้มีลักษณะและสุขภาพที่ดีแล้ว ผู้ผลิตและส่งออกยังต้องคำนึงถึงการรักษาคุณภาพของปลาสวยงามที่อยู่ในช่วงระหว่างการขนส่งจนถึงมือผู้ซื้อปลายทางในต่างประเทศด้วย

จากสถานการณ์โรคระบาด Covid 19 ที่มีความรุนแรง ทำให้การขนส่งปลาไปยังต่างประเทศนั้นทำได้ยากขึ้น เนื่องจากสายการบินมีกำหนดหรือลดเที่ยวบิน หรือต้องต่อเที่ยวบินเพื่อให้สินค้าส่งถึงประเทศปลายทาง และเมื่อขนส่งไปถึงประเทศปลายทางแล้ว จะต้องผ่านกระบวนการทางศุลกากร ซึ่งในแต่ละประเทศก็จะใช้เวลาแตกต่างกัน เช่นในภูมิภาคทวีปเอเชีย ประเทศสิงคโปร์ใช้เวลา 3 ชั่วโมง แต่ประเทศมาเลเซียซึ่งมีระยะทางไกลกว่าต้องใช้เวลาถึง 7 ชั่วโมง ในขณะที่การขนส่งไปยังประเทศในทวีปยุโรป เช่น ประเทศฝรั่งเศสต้องมีการต่อเที่ยวบินที่ประเทศเยอรมัน หรือ ในกรณีการส่งปลาเพื่อการส่งออกไปประเทศเยอรมันนั้นต้องใช้เวลาในการขนส่งและพิธีการทางศุลกากรถึง 24 ชั่วโมง

ดังนั้นวิธีการขนส่งปลาสวยงามที่มีคุณภาพจึงเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการทำธุรกิจปลาสวยงามเพื่อการส่งออก เพราะต้องคำนึงถึงอัตราการรอดตาย ซึ่งเกี่ยวพันโดยตรงกับคุณภาพน้ำในถุง และสภาพแวดล้อมในระหว่างการขนส่ง ที่อาจทำให้คุณภาพน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เช่น การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณของเสียที่ถูกขับถ่ายจากตัวปลาอันเนื่องมาจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานภายในร่างกาย ซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ หากมีปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ปลาตายได้ ในการบรรจุปลาลงในถุงที่ระดับความหนาแน่นสูง ถึงแม้ว่าช่วยลดต้นทุนในการขนส่งลงได้ แต่ก็เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อปลาอาจทำให้เกิดผลเสียที่ตามมาได้ ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ จึงมุ่งศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการลำเลียง ในระยะเวลาของการขนส่ง โดยใช้เวลาใกล้เคียงกับการขนส่งจริง เพื่อเป็นการลดอัตราการตาย ตลอดจนมีผลทำให้ปลาที่จัดส่งไปมีความปลอดภัยและได้รับการยอมรับของลูกค้าในประเทศปลายทาง

ในการขนส่งปลานั้นย่อมทำให้ปลาเกิดความเครียดได้ โดยปลาจะเริ่มมีความเครียดตั้งแต่ขั้นตอนการจับขึ้นมาก่อนที่จะทำการบรรจุลงในถุงเพื่อลำเลียง เมื่อสัตว์เกิดความเครียด จะถูกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของต่อมใต้สมองทำให้เกิดการเพิ่มระดับของคอร์ติซอลในพลาสมา (Plasma cortisol) (Pickering and Pottinger, 1989 ; Macel *et al.*, 2009; Ellis *et al.*, 2012; Nazarudin *et al.*, 2016) ซึ่งคอร์ติซอลนี้มักจะถูกเรียกอยู่เสมอว่าเป็นฮอร์โมนแห่งความเครียด (Chitmanat, 2010; Pankhurst, 2011; Sadoul and Geffroy, 2019) ซึ่งจะส่งผลทำให้ระดับกลูโคสและฮอร์โมนคอร์ติซอลในซีรัมสูงขึ้นด้วย (Chitra *et al.*, 2015) เนื่องจากการออกฤทธิ์ของคอร์ติซอลนั้นจะกระตุ้นการผลิตกลูโคสขึ้น โดยตับจะเพิ่มการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนให้เป็นคาร์โบไฮเดรต เป็นเหตุให้ตับมีไกลโคเจนเพิ่มขึ้น จึงเป็นแหล่งของกลูโคสในเลือดต่อไป นอกจากนี้คอร์ติซอลยังมีฤทธิ์ยับยั้งการนำกลูโคสเข้าเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ และ เซลล์ไขมัน (Adipose tissue) และยังเพิ่มการสลายไขมัน (Lipolysis) ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และ เพิ่มการสลายโปรตีน เพื่อให้ได้พลังงานไปสนับสนุนการผลิตกลูโคสจากกรดอะมิโนที่ได้จากการสลายโปรตีน และกระตุ้นให้ไตมีการขับน้ำมากขึ้น เนื่องจากไปยับยั้งการทำงานของ antidiuretic hormone (ADH) (Pongpaichan, 1995) ส่วนในปลาเมื่อเกิดความเครียดซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเค็ม หรืออยู่ในสภาพที่ความหนาแน่นสูง ยกตัวอย่างเช่นในการขนส่งปลาที่สกเทค (*Labeo rohita*) ที่ความหนาแน่นสูง จะมีระดับคอร์ติซอลและกลูโคสในซีรัมมากกว่าปลาในความหนาแน่นที่

ต่ำกว่า (Chitra et. al., 2015) ในการเพิ่มขึ้นของคอรัติซอลนี้ ยังส่งผลให้ปลาที่มีอัตราการรอดตายลดลงอีกด้วย โดยเฉพาะในลูกปลา (Ribas, 2017)

การขนส่งปลาสวยงามที่ทำให้ปลามีคุณภาพเมื่อถึงผู้รับปลายทาง นับเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการทำธุรกิจปลาสวยงาม คุณภาพน้ำ และสภาพแวดล้อมในระหว่างการขนส่ง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะคุณสมบัติของน้ำในถุงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ได้แก่ การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเสียที่ถูกขับถ่ายจากกิจกรรมที่เกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึม หรือการเผาผลาญภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรง ส่งผลทำให้ระดับแอมโมเนีย และไนไตรท์ในน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ที่เพิ่มขึ้นนี้จะเป็นอันตรายต่อปลา หากมีปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ปลาตายได้ ซึ่งปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดที่ไม่เป็นอันตรายหรือมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาต้องมีปริมาณไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัม/ลิตร ด้านอุณหภูมิในการขนส่งก็จะส่งผลโดยตรงด้วยเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิลดลงปลา ก็จะมีกิจกรรมลดลงส่งผลให้การลดอัตราการเผาผลาญพลังงานลงด้วย ทำให้ปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นเป็นพิษต่อปลาลดลงในขณะที่อยู่ในที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนค่า pH ก็เช่นกันหากเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลามากขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก pH ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแอมโมเนียอิสระซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลาเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียในน้ำจะเป็นพิษต่อปลาในทางอ้อมโดยจะส่งผลให้ปลาไม่สามารถขับถ่ายแอมโมเนียออกจากกระเพาะเลือดได้ และในขณะที่ในน้ำมีแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ซึ่งจะเปลี่ยนปริมาณแอมโมเนียในน้ำให้กลายเป็นไนไตรท์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือดปลาเกิดเป็นเมทฮีโมโกลบินทำให้เลือดปลาเป็นสีออกน้ำตาล (brown blood disease) ทำให้ปลาอ่อนแอและตายได้ (Boyd, 1990) การบรรจุปลาลงในถุงที่ระดับความหนาแน่นมากเกินไป แม้ว่าช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้ แต่อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อผลเสียที่อาจเกิดตามมาได้ ดังนั้นจึงควรหาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลำเลียง โดยคำนึงถึงสุขภาพปลา อัตราการรอดตาย และต้นทุน

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าวิธีการขนส่งปลาสวยงามเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการประกอบธุรกิจปลาสวยงามเพื่อการส่งออก ทั้งในแง่การลดต้นทุนการขนส่งและการรักษาคุณภาพของปลาในระหว่างการขนส่งไปจนถึงปลายทางในต่างประเทศ ในทางปฏิบัติการรักษาคุณภาพปลาในระหว่างการขนส่งพร้อมกับการลดต้นทุนการขนส่งเป็นสิ่งที่ยาก เนื่องจากค่าระวางในการขนส่งปลาสวยงามมีราคาสูง

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสัตว์ทดลอง

เตรียมปลาเล็บมือนางที่มีความยาวเฉลี่ย 3.12 เซนติเมตร (1.2 นิ้ว) จากโรงเพาะฟักของบริษัทอะแคควรีคอร์ป จำนวน 2,500 ตัว มาพักในบ่อขนาดความจุน้ำ 3 ลูกบาศก์เมตร 3 วัน เพื่อคัดเอาเฉพาะปลาที่มีความสมบูรณ์เท่านั้น และเพื่อให้ปลาได้มีความคุ้นชินและขับถ่ายของเสียที่ยังคงตกค้างภายในลำไส้ออกมาจนหมด ทั้งนี้เนื่องจากของเสียนี้จะทำให้แอมโมเนียในน้ำสูงขึ้นในระหว่างขนส่ง

การวางแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ระดับความหนาแน่นของปลาในถังการทดลองซึ่ง แบ่งเป็น 3 ระดับ (ชุดการทดลอง) คือ 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร (200, 250 และ 300 ตัว/ถัง) เป็นชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยแต่ละชุดการทดลองจะมี 3 ซ้ำ และมีชุดที่ไม่ได้มีการบรรจุปลาลงในถังเป็นชุดควบคุม (control)

การดำเนินการทดลอง

หลังจากทำการปรับสภาพแวดล้อมของปลา และปล่อยให้ปลาขับถ่ายของเสียที่ยังคงค้างในลำไส้เป็นเวลา 3 วันแล้ว ทำการนับจำนวนปลาบรรจุในถังพลาสติกชนิด (Polyethylene) ขนาด 25 x 65 เซนติเมตร ตามความหนาแน่นที่กำหนดไว้ บรรจุน้ำจืดสะอาดลงถังละ 2 ลิตร ทำการวัดคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง โดยตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ตรวจวัดปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท์ และไนเตรท โดยใช้ชุดตรวจภาคสนามแบบสำเร็จรูป (test kit) ยี่ห้อ Hanna C203 Multi-parameter specific ion meter (Hangsapreurke *et al.*, 2008a ; Hangsapreurke *et al.*, 2008b) ทำการตรวจวัดความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Jenway รุ่น 3510 และทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยใช้ DO meter ยี่ห้อ YSI รุ่น 85/10FT จากนั้นจึงทำการบรรจุก๊าซออกซิเจนลงไปในถังในปริมาตรประมาณ 4 ลิตร แล้วจึงปิดรัดถุงให้สนิทโดยใช้ยางสำหรับรัดถุง โดยให้ถุงมีความยืดหยุ่นพอสมควรไม่แข็งและตึงจนเกินไป เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการบรรจุ และป้องกันถุงรั่วซึมและแตกเนื่องจากความกดอากาศที่ลดลงในขณะที่ลำเลียงที่ในระดับความสูงที่ทำการบิน จากนั้นนำถุงที่บรรจุปลาเล็บมือนางแล้วบรรจุลงในกล่องโฟมขนาด 30 x 45 x 60 เซนติเมตร ปิดผนึกฝากกล่องโฟมให้สนิทด้วยเทปกาว และนำกล่องโฟมบรรจุลงในกล่องกระดาษและผนึกด้วยเทปกาวอีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบการรั่วซึมในระหว่างขนส่ง จากนั้นทิ้งกล่องที่ทำการทดลองไว้เป็นเวลา 38 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบรอยรั่วซึมของน้ำบนกล่องกระดาษ ทำการแกะกล่องกระดาษและกล่องโฟม และทำการเปิดถุง เพื่อทำการวัดอุณหภูมิ แอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท pH และ DO และทำการนับจำนวนปลาที่ตาย เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการรอดตายต่อไป

การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูล นับจำนวนปลาที่เหลือรอด นำมาคำนวณหาอัตราการรอดตายในแต่ละชุดการทดลอง และหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์หาความแปรปรวน [Analysis of Variance (ANOVA)] และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้อมูลคุณภาพของน้ำที่ทำการตรวจวัดในทุกชุดการทดลองทั้ง 3 ซ้ำ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

อัตราการรอดตาย (Survival rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยใช้เวลา 38 ชม. พบว่าอัตราการรอดตายของปลาเล็บบี๋นางในทุกชุดการทดลองมีค่าค่อนข้างสูงในทุกชุดการทดลอง โดยมีอัตราการรอดตาย $99.23 \pm 0.33\%$, $98.93 \pm 0.23\%$ และ $98.73 \pm 0.23\%$ โดยมีอัตราการการรอดตายสูงสุดในชุดการทดลองที่มีระดับความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง (Fig. 1)

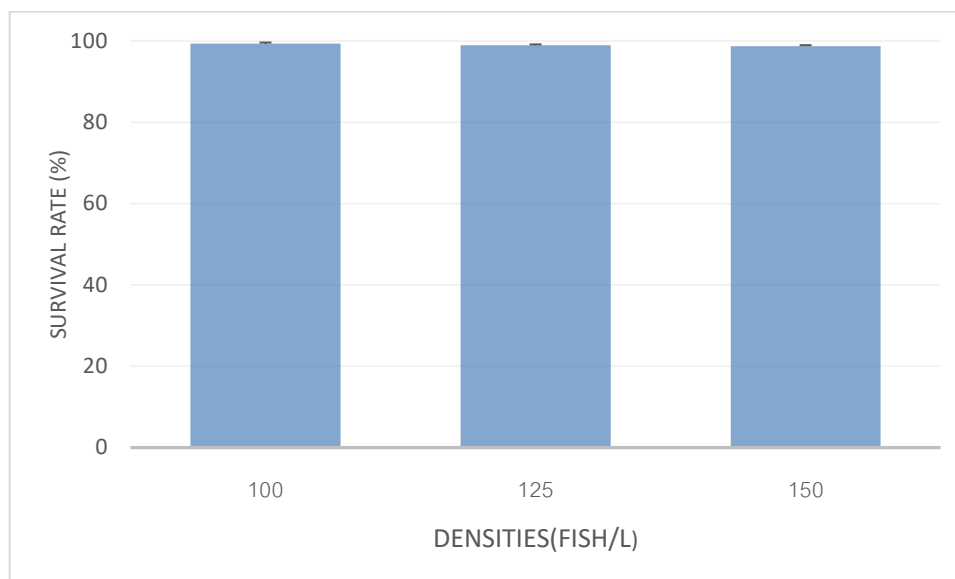


Figure.1 Survival rate of algae eater fish after transportation for 38 hrs.

คุณภาพของน้ำที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 38 ชั่วโมง พบว่า น้ำในถุงที่บรรจุปลา มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่ามีการลดลงในทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงในทุกชุดการทดลองเช่นกัน ส่วนปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) (Table 1)

Table 1 Average water qualities at 0 hr and 38 hrs of transportation period.

Parameters	Densities (Fish/L)							
	Control at 0 hr	Control at 38 hr	100 at 0 hr	100 at 38 hr	125 at 0 hr	125 at 38 hr	150 at 0 hr	150 at 38 hr
Water temp. (°C)	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b
Air temp. (°C)	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b
pH	8.0±0.0 ^a	7.5±0.0 ^b	8.3±0.3 ^a	6.5±0.0 ^b	8.2±0.3 ^a	6.3±0.3 ^b	8.3±0.3 ^a	6.0±0.0 ^b
DO (mg/l)	7.9±0.6 ^a	8.1±0.6 ^a	7.3±0.3 ^a	5.5±0.0 ^b	7.5±0.3 ^a	5.0±0.5 ^b	7.2±0.3 ^a	4.2±0.3 ^b
NH ₃ -N(mg/l)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.23±0.01 ^b	0.01±0.00 ^a	0.28±0.03 ^b	0.01±0.00 ^a	0.28±0.03 ^b
NO ₂ -N(mg/l)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.15±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a	0.20±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a	0.25±0.03 ^b
NO ₃ -N(mg/l)	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.23±0.03 ^b	0.10±0.00 ^a	0.20±0.00 ^b	0.10±0.00 ^a	0.23±0.02 ^b

Data represented as Mean±S.E. Value in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อสิ้นสุดระยะเวลา 38 ชั่วโมงของการทดลอง อัตราการรอดตายของปลาเล็บบี๋ที่บรรจุในถุงที่มีความหนาแน่น 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการรอดตายร้อยละ 99.23 ± 0.29 , 98.93 ± 0.23 และ 98.73 ± 0.23 ตามลำดับ ($p>0.05$) เมื่อเริ่มต้นทำการทดลอง น้ำมีอุณหภูมิ 27°C และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีอุณหภูมิ 29°C ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการใช้เพาะเลี้ยงปลาโดยทั่วไป $25-30^{\circ}\text{C}$ (Boyd, 1990) ในการทดลองนี้ พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการลดลงอย่างชัดเจนในทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) เนื่องจากการหายใจของปลา และการที่ปลาในชุดการทดลองที่ 3 มีความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร จะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมากที่สุด โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพียง 4.2 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าที่ Boyd (1990) ได้แนะนำไว้เล็กน้อย (5.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่ปลาที่มีความหนาแน่นมากกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ จึงต้องการใช้ออกซิเจนละลายน้ำมากขึ้น (Chitra *et al.*, 2015; Lupatsch *et al.*, 2010) ปลาที่อยู่ในที่เดียวกันในความหนาแน่นมากมายนั่นมักจะก่อให้เกิดเป็นความเครียดในปลา ซึ่งเรียกว่า crowding stress ซึ่ง Leatherland and Cho (1985) ได้รายงานว่ อัตราความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของต่อมใต้สมอง และทำให้เกิดการเพิ่มระดับของ plasma cortisol (Pickering and Pottinger, 1989 ; Macel *et al.*, 2009 ; Nazarudin *et al.*, 2016) ซึ่ง cortisol นี้มักจะถูกเรียกขานว่าเป็นฮอร์โมนแห่งความเครียด (Chitmanat, 2010 ; Pankhurst, 2011 ; Sadoul and Geffroy, 2019) เมื่อระดับของ cortisol ในเลือดสูงขึ้น จะส่งผลกระทบต่อเมตาโบลิซึมของ ปลา (Cowey and Sargent, 1979 ; Pankhurst, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Eliza *et al.* (2020) ที่ได้รายงานว่ ปลานิลลาย (*Oreochromis niloticus*) ที่มีความหนาแน่นสูงจะมีระดับกลูโคสในเลือด และ ฮอร์โมน Cortisol ในพลาสมาสูงกว่าปลาที่อยู่ในความหนาแน่นต่ำ ผลการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ Shafaq *et al.* (2018) ได้รายงานไว้ในการทดลองกับปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*) ด้วยเช่นกัน และรายงานของ Lupatsch (2010) ก็ได้รายงานในปลา European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) ว่ ปลาที่

เลี้ยงในระดับความหนาแน่นสูงจะมีระดับกลูโคส และฮอร์โมน cortisol ในซีรัมสูงกว่าปลาที่เลี้ยงในที่มีความหนาแน่นต่ำ ในด้านการขนส่งพบว่า การขนส่งปลาอีสกเทศ (*Labeo rohita*) การขนส่งปลาที่ระดับความหนาแน่นสูงก็จะทำให้ระดับกลูโคส และฮอร์โมน cortisol ในซีรัมสูงขึ้นด้วย (Chitra et. al., 2015) ในการออกฤทธิ์ของคอร์ติซอลนั้น พบว่าจะทำให้เกิดการกระตุ้นการผลิตกลูโคสขึ้นที่ตับที่ เพิ่มการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนให้เป็นคาร์โบไฮเดรต ทำให้ตับมีไกลโคเจนเพิ่มขึ้น เป็นแหล่งของกลูโคสในเลือดต่อไป นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการนำกลูโคสเข้าเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ และ เซลล์ไขมัน (Adipose tissue) เพิ่มการสลายไขมัน (Lipolysis) ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนและเพิ่มการสลายโปรตีนเพื่อให้ได้พลังงานไปสนับสนุนการผลิตกลูโคสจากกรดอะมิโนที่ได้จากการสลายโปรตีน และกระตุ้นให้ไตมีการขับน้ำมากขึ้น เนื่องจากไปยับยั้งการทำงานของ antidiuretic hormone (ADH) (Pongpaichan, 1995) จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าการที่ปลาเล็บมือนางที่อยู่ในความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตรนั้น มีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นตามไปด้วย น่าจะเป็นเหตุให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมากกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ ทำให้มีการขับถ่ายของเสีย และคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น เป็นเหตุให้ ทั้งปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรทรี และไนเตรทเพิ่มขึ้น ในขณะที่ pH ลดลง

ระยะเวลาขนส่งปลาสวยงามเพื่อการส่งออกต่างประเทศนั้น ขึ้นอยู่กับพิธีทางศุลกากร ข้อบังคับของสายการบินในแต่ละประเทศ และความต้องการของลูกค้าที่ปลายทาง หากลูกค้าต้องการรับปลาไปพักเพื่อบรรจุใหม่และทำการส่งต่อ ก็จะต้องใช้ความหนาแน่นที่ลดลง แต่หากไม่มีการส่งต่อก็สามารถบรรจุในอัตราความหนาแน่นที่สูงขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีการขนส่งปลาเล็บมือนางไปประเทศเยอรมัน หากในช่วงที่ขนส่งนั้นมีเที่ยวบิน ที่บินตรงโดยไม่มีการแวะพัก ก็จะใช้เวลาในการบินเพียง 10 ชั่วโมง และขั้นตอนในการบรรจุปลาที่ฟาร์มต้องใช้เวลาถึง 2-3 ชั่วโมง และต้องนำปลาไปถึงสนามบินก่อนเวลาทำการบินอย่างน้อย 7 ชั่วโมง เมื่อถึงสนามบินปลายทางแล้ว ใช้เวลาในการที่จะผ่านพิธีทางศุลกากรปลายทางอีก 7 ชั่วโมง และใช้เวลาไปถึงฟาร์มอีก 2-3 ชั่วโมง ซึ่งยังอยู่ในวิสัยที่สามารถลำเลียงในรูปแบบของการวิจัยนี้ทุกระดับความหนาแน่น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการส่งออกปลาเล็บมือนางไปต่างประเทศ จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้อัตราความหนาแน่นสูงสุดได้ถึง ในการบรรจุที่ 150 ตัว/ลิตร โดยอาจจะใช้ความหนาแน่นลดลงได้ถึง 100 ตัว/ลิตร ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำ ระยะเวลาลำเลียง และขนาดปลา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทอะแควรีคอร์ปเป็นอย่างสูงที่ได้เชื้อเพื่อพันธุ์ปลา อุปกรณ์การทดลอง และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. 482 p.
- Chitmanat C. 2010. Fish welfare. Naresuan University Journal 2010; 18(2): 106-111. [In Thai].
- Chitra P., Nagesha T.S., Abraham T.J., Dashb G. and Beheraa S. 2015. Stress responses in rohu, *Labeo rohita* transported at different densities. Aquaculture Report 2: 39-45.
- Cowey, C.B. and Sargent J.R. 1979. Nutrition, In: Hoar W.S., Randall D.J. and Rrett J.R. (Editors), Fish Physiology, Vol. VIII. Academic Press, New York. pp. 1-69.
- Department of Fisheries. 2018. Fisheries Statistic of Thailand. Fishery Statistics Analysis and Research Group, Fisheries Development Policy and Planning Division. 88 p [In Thai].
- Elija O., Paul O. A., Patrick O., and David O. 2020. Stocking density induced stress on plasma cortisol and whole blood glucose concentration in Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) of Lake Victoria, Kenya. International Journal of Zoology (2020); 8 pp.
- Hangsapreurke K., Thamrongnawasawat T., Powtongsook T., Tabthipwan P. and Lumubol P. 2008. Effect of salinity on embryonic development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Journal of Fisheries Technology Research. 2(1): 1-11.
- Hangsapreurke K., Thamrongnawasawat T., Powtongsook T., Tabthipwan P. and Lumubol P. 2008. Embryonic development, hatching, mineral consumption, and survival of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in artificial seawater in closed recirculating water system at different levels of salinity. Maejo International Journal of Science and Technology. 2(03): 471-482.
- Leatherland J.F. and Cho C.Y. 1985. Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma and hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biology. 27: 583-592.
- Lupatsch I., Santos G.A., Schrama J.W., and Verreth J.A.J. 2010. Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax* Aquaculture 298: 245–250.
- Marcel M.P, Luis R. M.C. and Rogelio R.E. 2009. Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress? Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 4(2): 158-178.
- Nazarudin M.F., Aliyu-Paiko M. and Shamsudin M.N. 2016. Serum cortisol concentrations change in tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* in response to water temperature and salinity stress. Iranian Journal of Fisheries Sciences 15(4): 1511-1525.

- Pankhurst N.W. 2011. The endocrinology of stress in fish: an environmental perspective. *General and Comparative Endocrinology*. 170(2): 265-75.
- Pickering, A.D. and Pottinger, T.G. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiology and Biochemistry*. 7: 253-258.
- Pongpaichan P. 1995. Pet physiology. Department of Animal Science. Faculty of Agriculture. Chiangmai University. 282 p. [In Thai]
- Ribas L., Valdivieso A., Diaz N. and Piferrer F. 2017. Appropriate rearing density in domesticated zebrafish to avoid masculinization: links with the stress response. *Journal of Experimental Biology*. 220: 1056-1064.
- Sadoul B. and Geffroy B. 2019. Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. *Journal of Fish Biology*. 94(4): 540-555.
- Shafaq F., Shadab I., Zaeema U., Farzana R., Zakia K., Ghazala J. and Asma A.I L. 2018. Effects of high Stocking density on condition factor and profile of free thyroxine and cortisol in *Catla catla* (Hamilton, 1822) and *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18: 217-221.