การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจน อัตรารอดตาย และสมการเชิงเส้นระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำกับเวลาที่เปลี่ยนไปของการขนส่งปลากะรังลูกผสม (*Epinephelus fuscoguttatus x E. lanceolatus*) แบบบรรจุถุงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ

Comparison the Oxygen Consumption, Survival Rate and Linear Equation between Dissolved Oxygen with Time Change of Hybrid Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus x E. lanceolatus*) Transportation in High Density Polyethylene Bag by 3 Different Temperatures

สุรวัฒน์ จริงจิตร*[1] ณัฐพร รัตนพรรณ์[2] ณิศชญามณฑ์ รัตนะ[3] และ ภัทราภรณ์ กฤษณะพันธ์[3]
Surawat ChingJit[1] Natthaporn Rattanapan[2] Nitchayamon Rattana[3] and Pattraporn Kritsanaphan[3]

อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต[1]
Fishery Technology Member, Faculty of Agriculture Technology, Phuket Rajabhat University[1]
อาจารย์ ดร. สาขาวิชานวัตกรรมเกษตรเพื่อความยั่งยืน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต[2]
Sustainable Agriculture Innovation Member Dr., Faculty of Agriculture Technology, Phuket Rajabhat University[2]
อาจารย์ สาขาวิชานวัตกรรมเกษตรเพื่อความยั่งยืน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต[3]
Sustainable Agriculture Innovation Member, Faculty of Agriculture Technology, Phuket Rajabhat University[3]
*Corresponding author, e-mail: LEANG295@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของออกซิเจนต่อการขนส่งปลากะรังลูกผสมแบบบรรจุถุง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ 1) การจำลองการขนส่งในรูปแบบอยู่กับที่อุณหภูมิ 26°C 2) การจำลองการขนส่งในรูปแบบอยู่กับที่อุณหภูมิ 23°C 3) การจำลองการขนส่งในรูปแบบอยู่กับที่อุณหภูมิ 20°C เก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง จากผลการทดลอง พบว่า ที่อุณหภูมิ 20°C ในชั่วโมงที่ 6 จะมีปริมาณออกซิเจนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>.05) เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 23°C และ 26°C มีค่าเท่ากับ 1.640±0.008, 1.486±0.015 และ 1.406±0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ณ ที่อุณหภูมิ 20°C สามารถวิเคราะห์สมการเชิงเส้นระหว่างปริมาณออกซิจนละลายน้ำกับเวลาที่เปลี่ยนไป คือ $y = -0.4356x + 4.3314$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8356$ สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะรังลูกผสม พบว่า มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกชุดการทดลอง โดยสรุปได้ว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งปลากะรังลูกผสม 20°C มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากที่สุดในทุกการทดลอง

คำสำคัญ: ออกซิเจน ปลากะรังลูกผสม การบรรจุถุง

Abstract

The objective of this research was to study the relation of oxygen to hybrid grouper transportation by high density polyethylene bag. The experiment comprising 3 treatments were 1) simulation fix transportation at temperature 26°C 2) simulation fix transportation at temperature 23°C and 3) simulation fix transportation at temperature 20°C. Data were collected every hour for 6 hours. The result found that temperature 20°C at 6th hour had dissolved oxygen no statistically significance differences (P>.05) when compare with temperature 23°C and 26°C was 1.640±0.008, 1.486±0.015 and 1.406±0.011 mg/L respectively. In addition, at temperature of 20°C the linear equation analysis between dissolved oxygen with time change

was y = -0.4356x + 4.3314; R^2 = 0.8356. The survival rate of hybrid grouper was 100% for all treatments. In conclusion at the end of experiment the hybrid grouper transportation at 20°C had the highest dissolved oxygen for all experiment.

Keywords: Oxygen, Hybrid Grouper, Packing

บทนำ

การขนส่งสัตว์น้ำ (Aquatic Animal Transportation) ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญในการลำเลียงสัตว์น้ำไปสู่ผู้เลี้ยงหรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ออกซิเจนในน้ำจึงมีความจำเป็นและสำคัญต่อสัตว์น้ำซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงส่งผลทำให้เกิดความเครียดต่อสัตว์น้ำ หากระดับออกซิเจนต่ำกว่า 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง อาจส่งผลให้สัตว์น้ำบางชนิดเสียชีวิตได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมในการลำเลียงสัตว์น้ำเพื่อให้เกิดอัตรารอดสูงสุด โดยเฉพาะกับสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางการตลาดที่สูง หนึ่งในนั้นก็คือ ปลากะรังลูกผสม หรือปลาเก๋ามุกมังกร (รูปที่ 1) ที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ปลากะรังเสือ (*E. fuscoguttatus*) ซึ่งเป็นปลาที่มีความโดดเด่นในเรื่องของรสชาติ เลี้ยงได้ทั้งในกระชังและบ่อดิน ราคาดี ตลาดมีความต้องการสูง เป็นปลาที่มีความต้านทานโรคสูง ทนต่อโรคไวรัสแต่โตช้า มาผสมข้ามพันธุ์กับแม่พันธุ์ปลาหมอทะเล (*E. lanceolatus*) ซึ่งเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ทนต่อโรคแบคทีเรีย แม้จะมีราคาสูงแต่ความต้องการของตลาดไม่สูงมากนัก และยังประสบปัญหาในช่วงการเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดตามความต้องการของตลาด เนื่องจากปลามีการกินกันเองสูง (ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์, 2554) ลักษณะของปลากะรังลูกผสมที่เห็นได้ชัดเจน คือ ส่วนหัวและลำตัวคล้ายปลากะรังเสือ ส่วนหางคล้ายปลาหมอทะเล ลักษณะเนื้อของปลาเก๋ามุกมังกรคล้ายปลากะรังเสือตัวใหญ่ (ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์, 2540) เนื้อละเอียดหวานไม่เหนียวอย่างเนื้อปลาหมอทะเล ไม่มีกลิ่นคาวไขมันมากแบบปลากะรังทั่วไป ปลาเก๋ามุกมังกร ราคากิโลกรัมละ 450 บาท ราคาต่ำกว่าปลากะรังลายจุด ปลาย่ำสวาท ปลาหมอทะเล (ไชยแสง กิระชัยวนิช, 2558) นอกจากนี้ในต่างประเทศ Aazif, & Shigeharu (2011) ยังได้ผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างปลากะรังดอกแดงผสมปลาหมอทะเล ปลากะรังดอกแดงผสมปลากะรังเสือ ปลากะรังหน้างอนผสมปลากะรังอีกด้วย

ดังนั้นในการลำเลียงสัตว์น้ำจึงมีความจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการลำเลียงขนส่งตลอดเวลาซึ่งถือว่า เป็นปัจจัยจำกัดต่อการดำรงชีวิตรอดของปลาชนิดนี้ในระหว่างการขนส่ง หากได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของออกซิเจนในระหว่างการขนส่งปลากะรังลูกผสม จะทำให้เกิดประโยชน์ และป้องกันการสูญเสียสัตว์น้ำแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงเป็นอย่างยิ่ง

รูปที่ 1 ปลากะรังลูกผสม (Ch'ng, & Senoo, 2008)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของออกซิเจนโดยจำลองการขนส่งปลากะรังลูกผสมด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายของปลากะรังลูกผสมโดยจำลองการขนส่งด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน

วิธีการวิจัย

บรรจุตัวอย่างปลากะรังลูกผสมที่ใช้ศึกษาขนาด 3-4 นิ้ว ลงในถุงพอลิเอทิลีนขนาด 20 x 30 นิ้ว ถุงละ 3 ตัว ที่ความหนาแน่น 1.5 ตัวต่อลิตร เก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการรอดตาย และตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงพอลิเอทิลีนที่บรรจุสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลองด้วยอุปกรณ์ YSI Pro20 Dissolved Oxygen Meter กำหนดให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 4.5 mg/l แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง 7 หน่วยการทดลอง โดยชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ (1) การจำลองการขนส่งในรูปแบบอยู่กับที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 26°C (2) การจำลองการขนส่งรูปแบบอยู่กับที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 23°C และ (3) การจำลองการขนส่งในรูปแบบอยู่กับที่ที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 20°C ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดลองด้วยน้ำแข็ง ตรวจเช็คอุณหภูมิทุก ๆ 30 นาที จากนั้นจึงเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยแต่ละหน่วยการทดลองจะเป็นอิสระจากกัน รวมทั้งสิ้น 63 หน่วยการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณค่าเฉลี่ยของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ วิเคราะห์สมการเชิงเส้นระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำกับเวลาที่เปลี่ยนไป วิเคราะห์อัตราการรอดตาย เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

ผลการวิจัย

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงพอลิเอทิลีนที่บรรจุปลากะรังลูกผสมนั้น ตั้งแต่ชั่วโมงเริ่มต้นจนถึงชั่วโมงที่ 6 พบว่า ณ อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.443, 3.003, 1.850, 1.766, 1.560, 1.426 และ 1.406 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ณ อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.430, 3.150, 2.143, 1.830, 1.570, 1.526 และ 1.486 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.443, 3.566, 2.333, 2.316, 1.966, 1.856 และ 1.640 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย พบว่า ณ ที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ระยะเวลาแตกต่างกันนั้นจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในช่วงระยะเวลาเดียวกันแต่อุณหภูมิต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงพอลิเอทิลีนที่บรรจุปลากะรังลูกผสม ณ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน (n=63)

ชั่วโมงที่	อุณหภูมิ / ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)		
	26 องศาเซลเซียส	23 องศาเซลเซียส	20 องศาเซลเซียส
0	4.443^{a}±0.051	4.430^{a}±0.026	4.443^{a}±0.026
1	3.003^{b}±0.030	3.150^{b}±0.081	3.566^{b}±0.016
2	1.850^{c}±0.010	2.143^{c}±0.040	2.333^{c}±0.026
3	1.766^{d}±0.015	1.830^{d}±0.026	2.316^{d}±0.016
4	1.560^{e}±0.026	1.570^{e}±0.010	1.966^{e}±0.012
5	1.426^{f}±0.015	1.526^{f}±0.020	1.856^{f}±0.012
6	1.406^{g}±0.011	1.486^{g}±0.015	1.640^{g}±0.008

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงโพลีเอทิลีนที่บรรจุปลากะรังลูกผสมณ อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันนั้นสามารถวิเคราะห์สมการเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 1

สมการเชิงเส้น ณ อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงเวลามีค่าเท่ากับ

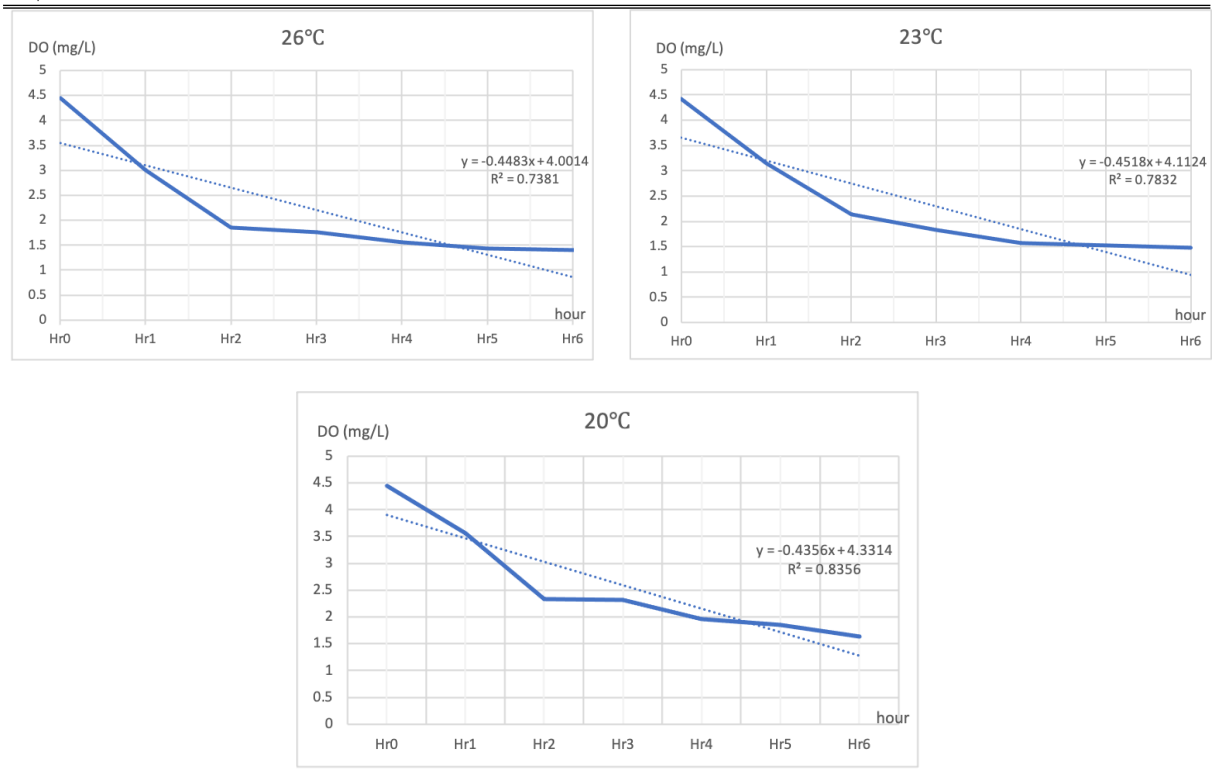
$$y = -0.4483x + 4.0014 \text{ โดยมีค่า } R^2 = 0.7381$$

สมการเชิงเส้น ณ อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงเวลามีค่าเท่ากับ

$$y = -0.4518x + 4.1124 \text{ โดยมีค่า } R^2 = 0.7832$$

สมการเชิงเส้น ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงเวลามีค่าเท่ากับ

$$y = -0.4356x + 4.3314 \text{ โดยมีค่า } R^2 = 0.8356$$



รูปที่ 2 สมการเชิงเส้นจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงพอลิเอทิลีนที่บรรจุปลากะรังลูกผสม ณ อุณหภูมิ 26, 23, 20 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองการวิเคราะห์อัตราการรอดตายของปลากะรังลูกผสมที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 6 พบว่า ณ อุณหภูมิ 26, 23 และ 20 องศาเซลเซียส ไม่พบการตายของปลากะรังลูกผสม จึงทำให้มีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ในทุกช่วงอุณหภูมิ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อัตราการรอดตายของปลากะรังลูกผสมที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน ณ อุณหภูมิที่ต่างกัน

ชั่วโมงที่	อัตราการรอดตาย (%)		
	26 องศาเซลเซียส	23 องศาเซลเซียส	20 องศาเซลเซียส
0	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
1	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
2	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
3	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
4	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
5	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000
6	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000	100 ^{a} ±0.000

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

อภิปรายผลการวิจัย

อัตราการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำจะแปรผันตามปัจจัยทางชีวภาพ และไม่ใช่ปัจจัยชีวภาพ ซึ่งมีความแตกต่างตามแต่ละชนิดของสัตว์น้ำนั้น ๆ เช่น อุณหภูมิ ไม่ถือว่าเป็นปัจจัยทางชีวภาพ โดยปกติแล้วปริมาณความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิขิงน้ำเพิ่มสูงขึ้น (Das et al., 2004) จากผลการทดลองก็แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงที่บรรจุปลากะรังลูกผสมลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นอกจากนี้จากการทดลองของ Noor, Cob, Ghaffar, & Das (2019) ยังพบว่า ปลากะรังลูกผสมวัยอ่อนในช่วงความเค็ม 15-30 ส่วนใน 1,000 ส่วน จะแปรผันตรงกับปริมาณความต้องการออกซิเจนที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความต้องการ

ออกซิเจนของสัตว์น้ำก็สามารถพยากรณ์ได้จากสมการเส้นตรง (Linear Equation) ส่วนอัตราการรอดตายของปลากะรังลูกผสมจากผลการทดลองในครั้งนี้ก็แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 20 – 26 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 6 ชั่วโมง ไม่พบว่ามีปลาตาย แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงสีภายนอกบริเวณลำตัวของตัวปลาที่จางลงตามระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 2) หรืออาจจะเรียกว่า “ถอดสี” คือ อาการตกใจหรือมีสภาวะเครียดของปลาเกิดขึ้น แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลาเขตร้อนทั่วไปอยู่ระหว่าง 25 – 32 องศาเซลเซียส ยิ่งอุณหภูมิสูงการละลายของออกซิเจนในน้ำยิ่งลดลงอาจส่งผลให้ปลาตาย รวมทั้งการแปลงสภาพของโปรตีนหรือเนื้อปลาจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง, 2555)

แม้ว่าสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิในการดำรงชีวิตที่ต่างกัน โดยเฉพาะปลากะรังลูกผสมที่มีการเลี้ยงในกระชังกลางทะเลนั้นสามารถดำรงชีวิตได้อยู่ในช่วงอุณหูมิ 22-34 องศาเซลเซียส (Cheng, Chen, & Chen, 2013) อย่างไรก็ตามหากตกอยู่ในสภาวะความเครียดก็จะมีการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย (Das et al., 2021) ในการลำเลียงขนส่งสัตว์น้ำควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 23 – 28 องศาเซลเซียส (Sun, Huang, Cao, Wang, & Tan, 2010)

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสีภายนอกบริเวณลำตัวของปลากะรังลูกผสม

สรุป

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในถุงพอลิเอทิลีนที่บรรจุปลากะรังลูกผสม ตั้งแต่ชั่วโมงเริ่มต้นจนถึงชั่วโมงที่ 6 ณ อุณหภูมิ 26, 23 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงจะส่งผลให้ปลากะรังลูกผสมที่บรรจุอยู่ในถุงพอลิเอทิลีนมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่ลดลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้จากแบบจำลองที่ทดลองการขนส่งปลากะรังลูกผสมที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าวทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นว่าในระยะ 6 ชั่วโมง นั้นจะไม่ทำให้ปลาตาย ซึ่งพบว่า มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในทุกชุดการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการลำเลียงขนส่งลูกพันธุ์ปลากะรังลูกผสมในสภาพแวดล้อมควบคุมเท่านั้น หากมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เพิ่มเติมจากการทดลองจะทำให้ผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงอาจมีผลที่แตกต่างออกไปจากการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ไชยแสง กิระชัยวนิช. (2558). *ปลาเก๋ามุกมังกร ปลาสวรรค์อันดามัน.* ค้นเมื่อ10 สิงหาคม 2560, จาก http://www.komchadluek.net/news/lifestyle/213679.

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์. (2540). *ศึกษาชีวะบางประการในปลาหมอทะเล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2540*.กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย, กรมประมง. 19 หน้า.

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์. (2554). *นักวิชาการประมงเจ๋ง ผสมพันธุ์ปลากะรังฯ สาเร็จครั้งแรกในไทย*. หนังสือพิมพ์บ้านเมือง 21 เมษายน 2554. ค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2560, จาก http://www.ryt9.com/s/bmnd/1133062.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. (2555). *คู่มือการหาสาเหตุ การสังเกตอาการ การป้องกันและการรักษาสัตว์น้ำป่วยหรือตาย (1).* กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Addin, M. A., & Senoo, S. (2011). Production of Hybrid Grouper: Spotted grouper, *Epinephelus polyphekadion* x Tiger grouper *E. fuscoguttatus* and Coral grouper, *E. corallicola* x Tiger Grouper. http://www.extra.tfrin.gov.tw/ISGC2011/images/Addin.pdf. October 1, 2017.

Ch'ng, C. L., & Senoo, S. (2008). Egg and larval development of a new hybrid grouper, tiger grouper *Epinephelus fuscoguttatus* × giant grouper *E. lanceolatus*. *Aquaculture Science*, 56(4), 505-512.

Cheng, S. Y., Chen, C. S., & Chen, J. C. (2013). Salinity and temperature tolerance of brown-marbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus*. *Fish Physiology And Biochemistry*, *39*(2), 277-286.

Das, T., Pal, A. K., Chakraborty, S. K., Manush, S. M., Chatterjee, N., & Mukherjee, S. C. (2004). Thermal tolerance and oxygen consumption of Indian Major Carps acclimated to four temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 29(3), 157-163.

Das, S. K., De, M., Ghaffar, M. A., Noor, N. M., Mazumder, S. K., & Bakar, Y. (2021). Effects of temperature on the oxygen consumption rate and gill fine structure of hybrid grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*× *E. Lanceolatus*. *Journal of King Saud University-Science*, *33*(2), 101358.

Noor, N. M., Cob, Z. C., Ghaffar, M. A., & Das, S. K. (2019). An evaluation of the effect of salinities on oxygen consumption and wellbeing in the hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*. *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci*, 19(12), 1017-1023.

Sun, B., Huang, H., Cao, W., Wang, J., & Tan, D. (2010). Studies on the oxygen consumption rate and asphyxiant point of *Megalobrama pellegrini* and *Coreius guichcnoti*. *Acta Hydrobiologica Sinica*, *34*(1), 88-93.