

ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ LÊN SINH LÝ VÀ TĂNG TRƯỞNG CỦA CÁ TRA GIỐNG (*PANGASIANODON HYPOPHTHALMUS*)

Phan Vĩnh Thịnh, Nguyễn Thanh Phương¹, Đỗ Thị Thanh Hương¹ và Nguyễn Trọng Hồng Phúc²

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Sư Phạm, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/6/2014

Ngày chấp nhận: 04/8/2014

Title:

The effects of temperature on physiological parameters and growth rate of catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Từ khóa:

Nhiệt độ, stress, cá tra, cortisol, glucose, IGF-I, tăng trưởng

Keywords:

Temperature, stress, stripped catfish, cortisol, glucose, IGF-I, growth rate

ABSTRACT

The effects of temperature on physiological parameters and growth rate of catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) (25-27 g) was performed. The study included two experiments in which the fish were designed in different temperatures as 24°C, 30°C, 32°C, 34°C, 36°C, and control with 3 times replication. The first experiments was carried out to investigate the effects of temperatures on the amount of cortisol, glucose and IGF-I in blood samples of the fish observed. Particularly, fish were designed in different 300-L tanks during 14 days. After 0, 1, 4, 7, 14 days, respectively, 0,3 – 0,5 mL blood of three fish per each experiment was sampled. The second part of study was conducted to investigate effects of the different temperatures on fish growth after 56 days of culturing in 300L tanks. The survival rate, growth rate, and feed conversion ratio of the experimented fish were observed. The results showed that at 24°C and 36°C, fish were stressful and then their growth was considerably affected. For temperatures from 30°C to 34°C, the amount of cortisol, glucose, and IGF-I in experimented fish increased and higher than those of control group on the first days of experiments; however, after 14 days, the amount of those parameters decreased gradually to normal levels. The growth rate of fish observed was highest at 34°C (with $p < 0,05$) and lowest at 24°C ($p < 0,05$), whereas there were no differences in growth rate of the fish at the other temperatures ($p > 0,05$). Therefore, it can be concluded that temperature directly affected on fish health and growth. The fish growth rate was low at the low temperatures, while it was high when the temperatures increased.

TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) có khối lượng 25-27 g/con cho hai thí nghiệm sinh lý và tăng trưởng với các mức nhiệt độ 24°C, 30°C, 32°C, 34°C, 36°C và đối chứng; và mỗi nghiệm thức được lập lại 3 lần. Thí nghiệm một nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên hàm lượng cortisol, glucose và IGF-I trong huyết tương cá, được bố trí trong các bể 300 L suốt 14 ngày với các nhịp thu mẫu: 0 giờ, 24 giờ, 96 giờ, 7 ngày và 14 ngày. Mỗi lần thu ngẫu nhiên 3 cá/bể để lấy khoảng 0,3-0,5 mL máu cá. Thí nghiệm hai theo dõi nhiệt độ ảnh hưởng lên tăng trưởng cá trong thời gian 56 ngày nuôi trong bể 300 L. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở 24°C và 36°C cá bị stress và ảnh hưởng lớn đến tăng trưởng của cá. Các mức nhiệt độ từ 30°C đến 34°C, thời gian đầu cá bị ảnh hưởng nên hàm lượng cortisol, glucose và IGF-I tăng cao so với đối chứng. Sau 14 ngày, các chỉ số này giảm dần về mức bình thường. Tăng trưởng của cá đạt tốt nhất ở 34°C ($p < 0,05$) và thấp nhất ở 24°C ($p < 0,05$); và tăng trưởng không có sự khác biệt ở các mức nhiệt độ còn lại ($p > 0,05$). Như vậy, nhiệt độ có ảnh hưởng trực tiếp đến sinh lý và tăng trưởng cá tra giống. Nhiệt độ thấp, cá tăng trưởng kém còn nhiệt độ cao kích thích cá tăng trưởng cao. Tuy nhiên, khi nhiệt độ quá cao cũng gây stress cho cá và làm ức chế quá trình sinh trưởng và phát triển bình thường của cá.

1 GIỚI THIỆU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và sự nóng lên của trái đất đang là một thách thức cho sự phát triển của xã hội trên toàn thế giới, gây ảnh hưởng đến nông nghiệp, thủy sản và sự phát triển của động vật hoang dã và đang được quan tâm ở mức độ cấp bách. Đồng bằng sông Cửu Long là một trong những khu vực có khả năng bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi BĐKH toàn cầu. Theo Bộ Tài nguyên Môi trường (2008) thì BĐKH làm tăng nhiệt độ gây ảnh hưởng đến nguồn lợi thủy sản và nghề cá, làm một số đối tượng thủy sản cận nhiệt đới có giá trị kinh tế cao bị giảm hoặc mất hẳn. Cuối thế kỷ 21 thì nhiệt độ trung bình của nước ta sẽ tăng khoảng 2,3°C (Bộ Tài nguyên Môi trường, 2009) và điều này ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển bền vững của nghề nuôi cá nói chung và cá tra nói riêng do cá là loài động vật biến nhiệt và nhiệt độ là yếu tố quan trọng gây ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến đời sống của cá. Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) hiện đang được xuất khẩu sang nhiều quốc gia trên thế giới và chủ yếu có nguồn gốc từ khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (De Silva & Phương, 2011). Tổng sản lượng cá tra năm 2010 đạt 1.141.000 tấn và được xuất khẩu sang 136 quốc gia và vùng lãnh thổ với tổng kim ngạch là 1,4 tỷ USD (De Silva & Phương, 2011). Nuôi cá tra hiện nay là một ngành rất quan trọng ở Việt Nam; tuy nhiên dự đoán do tác động của biến đổi khí hậu trong điều kiện nhiệt độ tăng đang là nguy cơ tiềm năng gây ảnh hưởng lớn cho nghề cá tra Việt Nam. Nhiệt độ gây ảnh hưởng đến sự trao đổi chất ở động vật thủy sản; nhiệt độ nước tăng trong giới hạn có thể làm tăng cường hoạt động trao đổi chất và tăng tốc độ tăng trưởng của cá; trong khi nhiệt độ thấp thường làm giảm hiệu suất (Kemp, 2009). Trong quá trình tiến hóa của cá, mỗi loài chỉ hoạt động tốt nhất trong một giới hạn nhiệt độ thích hợp, với hầu hết các loài cá nhiệt đới cho thấy cá phát triển tốt nhất ở khoảng nhiệt độ từ 25-32°C (Wright & Tobin, 2011). Hiện nay, mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về dinh dưỡng, sinh hóa và sinh lý của cá tra, nhưng vẫn chưa có các nghiên cứu cụ thể về tác động của sự tăng nhiệt độ dự đoán do tác động của biến đổi khí hậu và toàn cầu ấm lên trong thế kỷ này. Tầm quan trọng của cá tra đối với sự phát triển của Đồng bằng sông Cửu Long trong bối cảnh liên quan đến biến đổi khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ rất cần tìm hiểu. Do đó, nghiên cứu “**Ảnh hưởng của nhiệt độ lên một số chỉ tiêu sinh lý và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*)**” được thực hiện.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Các thí nghiệm được tiến hành tại trại thực nghiệm và các phòng thí nghiệm tại Bộ môn Dinh dưỡng và Chế biến Thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Cá tra (25-27g/con) được mua từ các trại giống ở Cần Thơ và được thuần hóa trước khi bố trí thí nghiệm. Cá có màu sắc tươi sáng tự nhiên, hoạt động khỏe mạnh, không bị dị tật, không có dấu hiệu bệnh được chọn để thí nghiệm. Thức ăn viên công nghiệp 25°N cỡ 2 mm/viên được sử dụng để cho cá ăn trong suốt thời gian thí nghiệm.

2.1 Ảnh hưởng nhiệt độ đến các chỉ tiêu sinh lý cá

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 6 mức nhiệt độ (24°C, 30°C, 32°C, 34°C, 36°C) và đối chứng (26 - 28°C), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Mỗi bể đều có hệ thống lọc nước tuần hoàn và sục khí. Cá được thả vào bể 500 L với mật độ 45 con/300 L nước. Trong thời gian thí nghiệm, cá được cho ăn 2 lần/ngày tùy theo nhu cầu ăn của cá, thức ăn thừa được vớt ra khỏi bể sau khi cho ăn sau 30 phút. Tiến hành nâng nhiệt độ hằng ngày ở mức 2°C/ngày đến khi đạt nhiệt độ mong muốn. Ở các mức nhiệt độ cao, cá thí nghiệm được thuần nhiệt độ trước để sau thời gian thuần nhiệt độ, cả 6 nghiệm thức đều đạt đúng mức nhiệt độ mong muốn ở cùng thời điểm. Trong các bể thí nghiệm, sử dụng heater ngắt nhiệt tự động để nâng nhiệt độ lên đúng mức mong muốn và duy trì mức nhiệt độ trong suốt thời gian thí nghiệm. Nhiệt độ trong các bể được kiểm tra mỗi ngày 2 lần bằng nhiệt kế, khoảng nhiệt độ dao động so với lý thuyết là 1°C. Mẫu được thu thành 5 đợt tại các thời điểm 0 giờ, 24 giờ, 96 giờ, 7 ngày và 14 ngày sau khi đạt nhiệt độ của từng nghiệm thức. Mỗi lần 3 con/bể và thu 0,3-0,5 mL máu/mẫu để lấy huyết tương phân tích glucose theo phương pháp của Hugget and Nixon (1957) dựa vào phản ứng tạo thành hợp chất màu xanh của glucose peroxide với ABTS (2,2 Azino-di-(3-ethylbenzoline sulfonate)) ở bước sóng 463 nm; và hàm lượng cortisol, IGF-I theo bộ Kit ELISA do hãng DRG Instruments GmbH của Đức cung cấp.

2.2 Ảnh hưởng nhiệt độ đến tăng trưởng

Thí nghiệm cũng gồm 6 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần với các mức nhiệt độ như thí nghiệm sinh lý với mật độ 51 con/bể. Cách thức thuần và nâng mức nhiệt độ được tiến hành tương tự thí nghiệm 1. Cá được cho ăn 2 lần/ngày với khẩu phần 5% trọng lượng thân và thức ăn thừa được vớt ra sau khi cho ăn được 30 phút. Thu mẫu

tăng trưởng được thực hiện 3 lần trong thời gian thí nghiệm (56 ngày) để xác định khối lượng từ đó tính tăng trưởng của cá tại các thời điểm 0 giờ, 28 ngày và 56 ngày. Mỗi lần thu 3 con/bể, cân đo khối lượng và kích cỡ từng con. Các chỉ tiêu về tăng trưởng được xác định trong thí nghiệm bao gồm: tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối, tốc độ tăng trưởng tương đối và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) được tính:

$$FCR = \frac{\text{Lượng thức ăn sử dụng}}{(\text{Khối lượng cá thu} - \text{khối lượng cá ban đầu}) + \text{Khối lượng cá chết}}$$

Trong đó, lượng thức ăn sử dụng = lượng cho ăn - lượng thừa.

Ghi chú: Thức ăn viên công nghiệp có độ ẩm tối đa 11%, viên thức ăn rất chậm tan rã khi thấm nước, kích cỡ hạt khá đều nhau. Trung bình 1 g thức ăn có 189 viên. Do đó, lượng thức ăn thừa sau 30 phút được đếm số viên và quy đổi ra khối lượng. Từ đó xác định được thức ăn cá đã dùng trong ngày.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, sai số chuẩn, phân tích tương quan hay sai khác giữa các nghiệm thức bằng phép thử DUNCAN bằng phần mềm SPSS 16.0. Biểu đồ và biểu bảng được thực hiện bằng phần mềm Excel 2007.

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Nhiệt độ ảnh hưởng lên một số chỉ tiêu sinh lý

3.1.1 Ảnh hưởng lên nồng độ cortisol trong huyết tương

Cortisol là một trong những yếu tố thể hiện mức độ “stress” (căng thẳng) của cá khi môi trường sống thay đổi. Sự biến động hàm lượng cortisol trong ở các nhiệt độ khác nhau được trình bày ở Bảng 1. Bắt đầu thí nghiệm thì hàm lượng cortisol trong huyết tương của cá ở tất cả các nghiệm thức

đều cao và cao nhất ở nghiệm thức 24°C là 157 ng/mL nhưng khác không có ý nghĩa ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng cortisol tăng sau 24 giờ với nồng độ trung bình 138 ng/mL. Ở nghiệm thức 34°C thì nồng độ cortisol là 109 ng/mL, thấp hơn mức trung bình. Sau 96 giờ thí nghiệm thì đã có sự khác biệt về nồng độ cortisol ở các nghiệm thức; nghiệm thức nhiệt độ thấp (24°C) và cao (34°C) thì nồng độ cortisol cao nhất lần lượt là 194 và 161 ng/mL khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức nhiệt độ còn lại ($p < 0,05$). Ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức 30°C và 32°C thì hàm lượng cortisol có dấu hiệu giảm nhẹ và giảm nhiều nhất ở nghiệm thức đối chứng từ 117 ng/mL xuống còn 93,6 ng/mL.

Tuy nhiên, sau 4 ngày thí nghiệm thì cá đã dần quen với điều kiện sống mới nên giảm mức độ căng thẳng dẫn đến hàm lượng cortisol giảm xuống. Hàm lượng cortisol của máu cá sau 1 tuần thí nghiệm có sự tăng nhẹ ở các mức nhiệt độ khác nhau và lần lượt thể hiện thành hai nhóm; ở 2 nghiệm thức 34°C và 36°C có nồng độ cortisol rất cao lần lượt là 247 ng/mL và 236 ng/mL khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 24°C và nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Nghiệm thức đối chứng thì hàm lượng cortisol là 96,1 ng/mL thấp nhất trong các nghiệm thức và khác biệt không có ý nghĩa giữa các lần thu mẫu trong cùng nghiệm thức ($p > 0,05$). Khi so sánh nồng độ cortisol ở các nghiệm thức 24, 34 và 36°C thì nồng độ cortisol ở 30°C và 32°C khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) lần lượt là 174 ng/mL và 222 ng/mL. Sau 14 ngày thí nghiệm thì chỉ duy nhất nồng độ cortisol ở nghiệm thức đối chứng là thấp nhất (95,3 ng/mL) khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức 32°C (117 ng/mL), khác nhau có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức 34°C và 36°C thì nồng độ cortisol vẫn còn tăng cao là 276 ng/mL và 241 ng/mL và khác nhau có ý nghĩa so với nhiệt độ 24°C, 32°C và nghiệm thức đối chứng.

Bảng 1: Hàm lượng cortisol (ng/mL) trong huyết tương cá tra

| Nhiệt độ (°C) | Thời gian sau bố trí | | | | |
|---------------|----------------------|----------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 0 giờ | 24 giờ | 96 giờ | 7 ngày | 14 ngày |
| 24 | 157±13,9 | 140±99,1 | 194±60 ^a | 127±105 ^{ab} | 144±104 ^{bc} |
| Đối chứng | 79,8±44,7 | 117±58,5 | 93,6±38,9 ^b | 96,1±48,3 ^a | 95,3±9,41 ^a |
| 30 | 87,4±24,3 | 142±56,9 | 137±55,1 ^a | 174±74,5 ^{abc} | 230±117 ^{bc} |
| 32 | 124±58,9 | 153±70,4 | 143±43,1 ^b | 222±64,8 ^{bc} | 117±38,6 ^a |
| 34 | 119±57,3 | 109±45,8 | 161±63 ^b | 247±160 ^c | 276±122 ^c |
| 36 | 111±33,7 | 169±96,6 | 155±66,9 ^b | 236±108 ^c | 241±142 ^{bc} |

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các số liệu cùng nằm trong một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Theo Kiilerich and Prunet (2011) thì hàm lượng cortisol trong máu cá bình thường dao động 5-10 ng/mL và sẽ tăng 10-100 lần khi cá bị stress. Hàm lượng cortisol trong thí nghiệm cho thấy ở ngày đầu thí nghiệm thì hầu hết cá ở tất cả nghiệm thức đều bị stress. Các thời điểm thu mẫu từ 0 đến 14 ngày thì hàm lượng cortisol biến động giữa các nghiệm thức không theo quy luật. Sau 14 ngày, cá nuôi ở nghiệm thức 32°C thì hàm lượng cortisol có dấu hiệu giảm dần, cá thí nghiệm quen dần với mức nhiệt độ này và nồng độ cortisol trong huyết tương giảm còn 116 ng/mL. Khi cá bị stress thì cortisol trong cá sẽ tăng nhanh giúp bảo vệ cơ thể bằng cách huy động năng lượng và vật chất cho các quá trình sinh lý, sinh hóa bên trong cơ thể (Wendelaar Bonga, 1997). Tuy nhiên, sau thời gian stress thì hàm lượng hormone này sẽ giảm trở về mức độ bình thường nhằm tránh gây tổn thương cho các mô và cơ quan. Riêng đối với nghiệm thức 34°C và 36°C thì nồng độ cortisol vẫn tăng cao sau 14 ngày thí nghiệm lần lượt là 275 và 241 ng/mL, kết quả này phù hợp với biểu hiện bên ngoài của cá là cá hoạt động liên tục, bơi lội rất mạnh chứng tỏ cá vẫn còn stress. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Tấn Đạt (2013) là khi vận chuyển cá tra giống (15-25 g/con) trong điều kiện thực tế với mật độ 3.000-4.000 con/m³ và thời gian vận chuyển 2 giờ thì hàm lượng cortisol gia tăng từ 109 đến 136 ng/mL và 4 giờ tăng 177 ng/mL. Kết quả của Nguyễn Loan Thảo và *ctv.* (2013) thì cortisol trong máu cá tra ở môi trường nước ngọt trong tình trạng ổn định chỉ dao động 5-7 ng/mL. Kết quả thí nghiệm trên cho thấy rằng khi nhiệt độ thay đổi tăng làm hàm lượng cortisol trong máu cá tăng cao và khả năng phục hồi rất chậm; ở nghiệm thức 32°C thì sau 14 ngày cá mới bắt đầu có dấu hiệu phục hồi.

Như vậy, khi so sánh nồng độ cortisol của cá tra nuôi trong điều kiện bình thường và trong điều

kiện thí nghiệm này thì nồng độ cortisol tăng rất cao khi nhiệt độ tăng. Kết quả này cho thấy, khi biến đổi khí hậu xảy ra, nhiệt độ nước tăng lên rất dễ gây stress cho cá nuôi. Cá là động vật biến nhiệt vì vậy yếu tố nhiệt độ là một trong những yếu tố gây ảnh hưởng rất nhiều đến sinh trưởng và hoạt động của cá; nhất là khi nhiệt độ môi trường tăng cao hơn mức bình thường thì nhiệt độ là tác nhân chính gây stress cho cá.

3.1.2 Ảnh hưởng nhiệt độ lên nồng độ glucose trong huyết tương

Khi sinh vật bị stress thì tại vỏ thượng thận tiết ra cortisol, kích thích chuyển hóa glycogen trong các cơ quan thành glucose trong huyết tương (Mai Thế Trạch, 2007). Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng glucose trong huyết tương của cá tăng cao sau 14 ngày thí nghiệm (Bảng 2). Nồng độ glucose trong huyết tương của cá khi bắt đầu thí nghiệm ở tất cả các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa với hàm lượng glucose trung bình là 25,2 mg/100 mL. Cá trong các bể có nhiệt độ tăng thì hàm lượng glucose trong huyết tương tăng cao và khác nhau giữa các nghiệm thức chỉ sau 1 ngày thí nghiệm; hàm lượng glucose ở nghiệm thức đối chứng là 25,3 mg/100mL so với nồng độ glucose ở các nghiệm thức thí nghiệm dao động từ 30 đến 32,5 mg/100 mL, cao nhất ở nghiệm thức 34°C (32,5 mg/100 mL) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p>0,05$). Thời điểm 96 giờ thì nghiệm thức đối chứng tiếp tục có hàm lượng glucose thấp nhất (24,8 mg/100 mL) khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức có nhiệt độ cao hơn từ 30°C đến 36°C. Ở nghiệm thức có nhiệt độ cao nhất thì nồng độ glucose cũng đạt cao nhất là 34,7 mg/100mL so với các nghiệm thức còn lại, ngoại trừ nghiệm thức 32°C.

Bảng 2: Hàm lượng Glucose trong huyết tương cá tra qua các lần thu mẫu (đơn vị: mg/100mL)

| Nhiệt độ (°C) | Thời gian sau bố trí | | | | |
|---------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 0 giờ | 24 giờ | 96 giờ | 7 ngày | 14 ngày |
| 24 | 26,3±1,36 | 30,2±1,83 ^b | 28,5±2,47 ^{ab} | 30,7±4,94 ^b | 33,0±7,26 ^b |
| Đối chứng | 23,8±4,01 | 25,3±4,13 ^a | 24,8±2,72 ^a | 24,3±1,37 ^a | 24,9±3,97 ^a |
| 30 | 26,6±1,66 | 30±3,81 ^b | 30,4±2,78 ^{bc} | 32,7±6,82 ^b | 33,5±5,88 ^b |
| 32 | 25,3±3,22 | 30,5±5,63 ^b | 33,4±3,58 ^{cd} | 30,9±5,71 ^b | 31,6±8,98 ^{ab} |
| 34 | 24,4±3,89 | 32,5±6,20 ^b | 29,8±6,43 ^{bc} | 34,3±7,48 ^b | 30,6±7,91 ^{ab} |
| 36 | 25,1±2,43 | 29,9±2,62 ^b | 34,7±3,4 ^d | 32,6±5,11 ^b | 32,4±4,38 ^b |

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các số liệu cùng nằm trong một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

Sau 7 ngày thí nghiệm thì nồng độ glucose trong huyết tương của cá ở các nghiệm thức còn tăng cao và cao nhất ở nghiệm thức 34°C (34,3

mg/100 mL) khác biệt không có ý nghĩa ($p>0,05$) so với các nghiệm thức còn lại, ngoại trừ khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng. Hàm

lượng glucose ở nghiệm thức đối chứng là 24,3 mg/100 mL và sai khác không có ý nghĩa giữa các lần thu mẫu trong cùng một nghiệm thức đối chứng ($p>0,05$). Sau 14 ngày thí nghiệm, nồng độ glucose ở nghiệm thức đối chứng vẫn ổn định và thấp nhất; trong khi ở các nghiệm thức 24, 30 và 36°C thì nồng độ glucose đạt cao nhất lần lượt là 33, 33 và 32 mg/100 mL. Khi so sánh nồng độ glucose trong cùng nghiệm thức ở các lần thu mẫu khác nhau từ 0 giờ đến 14 ngày nhận thấy hàm lượng glucose có xu hướng giảm dần sau 14 ngày thí nghiệm. Hàm lượng glucose sau 14 ngày khác không có ý nghĩa ($p>0,05$) giữa các lần thu mẫu ở nghiệm thức đối chứng, dao động trung bình 24,6±0,58 mg/100mL. Tuy nhiên, đối với nghiệm thức 24°C thì hàm lượng glucose vẫn còn giữ ở mức cao.

Theo Pascal *et al.* (2008) thì mật độ thả có sự ảnh hưởng kết hợp với các yếu tố gây stress trên cá trê phi (*Clarias gariepinus*) giai đoạn giống; hàm lượng glucose và cortisol trong máu cá tăng so với nghiệm thức đối chứng; tác giả cũng nhận định rằng cortisol và glucose trong huyết tương tăng cao cũng gây ảnh hưởng đến sức khỏe của cá. Ngoài ra, Đỗ Đình Hồ (2010) cho thấy hàm lượng glucose trong huyết tương phụ thuộc vào nhiều yếu tố như di truyền, tình trạng dinh dưỡng, thức ăn. Vì thế, hàm lượng glucose không có giá trị nhất định cho từng cá thể. Ngược với nghiệm thức đối chứng, tất cả các nghiệm thức có tăng nhiệt độ thì nồng độ glucose đều tăng cao, hàm lượng glucose cao nhất đo được ở nghiệm thức 36°C vào ngày thứ 4 của thí nghiệm là 34,7 mg/100 mL và khác có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) với cá ở các nghiệm thức 24°C, 34°C và 30°C. Theo Nguyễn Tấn Đạt (2013) thì cá tra giống bị stress trong quá trình vận chuyển làm nồng độ glucose tăng cao nhất 110 mg/100 mL sau 4 giờ vận chuyển trong ghe và chuyển cá bằng sọt từ ghe xuống ao. Kết quả thí nghiệm cho thấy nồng độ glucose trong huyết tương của cá ở các mức nhiệt độ tăng không quá cao so với các kết quả của Nguyễn Tấn Đạt (2013) và Nguyễn Thị Kim Hà (2012) khi cá tra bị stress. Theo Martinez-Porchas

et al. (2009) thì có một số trường hợp hàm lượng glucose huyết tương chỉ tăng nhẹ hay không thay đổi khi cá bị stress. Khi nồng độ muối giữa môi trường bên trong và bên ngoài cơ thể cân bằng thì năng lượng tích lũy sẽ được dùng cho sự tăng trưởng nhiều hơn duy trì sự sống. Kết quả tương tự được tìm thấy bởi Rotllant and Tort (1992) khi nghiên cứu về sự thay đổi glucose trên cá *Pagrus pagrus* bị gây sốc về mật độ. Sau 1 tuần thí nghiệm nhận thấy cá đã dần thích nghi với môi trường sống mới, tình trạng stress giảm dần nên nồng độ glucose trong huyết tương cũng giảm đáng kể ở các nghiệm thức có tăng nhiệt với hàm lượng glucose trung bình là 32,2 mg/100mL ($p>0,05$). Heath (1995) gây sốc cá thì nhận thấy hàm lượng glucose trong huyết tương có thể tăng hoặc chỉ thay đổi đôi chút chủ yếu diễn ra vào thời gian ban đầu của quá trình thí nghiệm.

3.1.3 Ảnh hưởng nhiệt độ lên hàm lượng IGF-I trong huyết tương

Nồng độ IGF-I trong huyết tương cá tra khi bắt đầu thí nghiệm không khác nhau giữa các nghiệm thức ($p>0,05$); trung bình là 16,8 ng/mL, dao động từ 16,6 đến 17,3 ng/mL. Sau 24 giờ thí nghiệm thì nồng độ IGF-I được ghi nhận có sự tăng nhẹ ở các mức nhiệt độ và nồng độ cao nhất ở nghiệm thức 36°C là 20,6 ng/mL, tăng 4,4 ng trong một ngày; các nghiệm thức còn lại có sự tăng nhẹ từ 0,18 đến 1,07 ng/mL. Hàm lượng IGF-I sau 96 giờ ở các nghiệm thức vẫn tiếp tục khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Kết quả nghiên cứu thay đổi hàm lượng IGF-I của cá khi nuôi ở các nhiệt độ khác nhau được thể hiện trong Bảng 3. Tuy nhiên, ở 3 nghiệm thức 30, 34 và 36°C thì nồng độ IGF-I giảm nhẹ còn 17,7 ng/mL; trong khi 3 nghiệm thức còn lại thì tăng cao. Nồng độ IGF-I cao nhất được đo ở nghiệm thức 30°C là 20,2 ng/mL, kế đến là nghiệm thức 24°C với 19,8 ng/mL và nghiệm thức đối chứng là 18,1 ng/mL. Sau 4 ngày thí nghiệm, nồng độ IGF-I vẫn không dao động nhiều và không có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm.

Bảng 3: Hàm lượng IGF-I (ng/mL) trong huyết tương cá tra qua các lần thu mẫu

| Nhiệt độ (°C) | 0 giờ | 24 giờ | 96 giờ | 7 ngày | 14 ngày |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 24 | 16,6±3,07 ^a | 16,7±1,52 ^a | 19,8±8,47 ^a | 10,7±3,94 ^a | 23±12,4 ^{ab} |
| Đối chứng | 17,2±3,01 ^a | 17,8±1,19 ^a | 18,1±2,86 ^a | 17,8±15,2 ^a | 20,8±4,85 ^{ab} |
| 30 | 17±2,01 ^a | 17,1±1,34 ^a | 20,2±6,94 ^a | 11,1±1,89 ^a | 17,3±0,48 ^a |
| 32 | 16,6±4,25 ^a | 19,8±4,61 ^a | 17,9±3,29 ^a | 12,7±5,31 ^a | 26,4±7,51 ^b |
| 34 | 17,3±2,52 ^a | 18,3±1,65 ^a | 17,8±2,76 ^a | 15,7±10,6 ^a | 17±0,99 ^a |
| 36 | 16,3±1,33 ^a | 20,8±4,21 ^a | 17,7±1,6 ^a | 15,6±6,78 ^a | 19,5±3,17 ^{ab} |

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các số liệu cùng nằm trong một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

Sau 7 ngày nồng độ IGF-I giảm nhiều ở các nghiệm thức 24, 30, 32, 34 và 36°C nhưng nghiệm thức đối chứng giảm nhẹ. Hàm lượng IGF-I thấp nhất được đo ở nghiệm thức 24°C là 10,7 ng/mL, kế đến là 11,1 ng/mL ở 30°C và 12,7 ng/mL ở 32°C. So với nghiệm thức đối chứng thì hàm lượng IGF-I trung bình ở các nghiệm thức giảm từ 2 đến 7 ng/mL. Nồng độ IGF-I sau 14 ngày ở các nhiệt độ có sự tăng nhanh trở lại so với kết quả của lần thu mẫu sau 7 ngày và phân làm 3 nhóm rõ rệt; nhóm nhiệt độ 32°C có nồng độ IGF-I cao nhất là 26,4 ng/mL khác biệt có ý nghĩa so với nhóm nhiệt độ 30°C và 34°C ($p < 0,05$) và khác biệt không có ý nghĩa với nhóm nhiệt độ đối chứng và 36°C. Khi so sánh kết quả thu mẫu của lần thu mẫu 0 giờ (trước thí nghiệm) so với lần thu mẫu 14 ngày thì hàm lượng IGF-I sau 14 ngày nuôi ở các mức nhiệt độ 30, 34 và 36°C khác biệt không có ý nghĩa.

Hormon tăng trưởng (GH) có mô đích là gan, GH kích thích gan tiết somatomedin (chủ yếu là IGF-I), vì vậy nồng độ IGF-I do gan sinh ra cũng gây ảnh hưởng lên tăng trưởng của sinh vật giai đoạn phát triển thông qua thụ thể IGF-I gắn trên các cơ quan (mô-xương) của sinh vật (Nguyễn Trung Kiên, 2013). Khi bắt đầu thí nghiệm, cá tra đạt khối lượng bình quân là 20 g/con với nồng độ IGF-I trung bình là 16,8 ng/mL, khác biệt không có ý nghĩa giữa 6 nghiệm thức nhiệt độ ($p > 0,05$). Tuy nhiên, sau 1 ngày và 4 ngày sau thí nghiệm thì hàm lượng IGF-I tăng nhẹ và đều giữa các nghiệm thức nhưng vẫn khác nhau không có ý nghĩa ($p > 0,05$). Sau một ngày thí nghiệm có sự tăng nhẹ của nồng độ IGF-I đã cho thấy việc tiết IGF-I là do một phức hệ điều khiển vì thế sự thay đổi về nồng độ IGF-I cũng cần thời gian. Sau 96 giờ, khi cá đã tiếp xúc với điều kiện trong môi trường nước có mức nhiệt độ tăng cao thì cá sẽ không tránh khỏi tình trạng stress; vì thế nồng độ cortisol của cá ở các nghiệm thức nhiệt độ cao tăng nhanh đã gây ức chế sự tiết hormone GH do tuyến não thùy quyết định. GH bị ức chế sẽ dẫn đến hệ thống IGF-I được tiết từ gan cũng gây ức chế nên hàm lượng IGF-I đã giảm. Ở nghiệm thức đối chứng cũng như ở nghiệm thức 24 và 30°C thì GH vẫn chưa bị ức chế nên nồng độ IGF-I vẫn tăng cao. Theo Anthony *et al.* (2003) thì nồng độ IGF-I trong cá ngừ (*Thunnus maccoyii*) khi mới đánh bắt là 48 ng/mL, nhưng sau thời gian nuôi trữ trong lồng thì nồng độ IGF-I đã giảm chỉ còn 28 ng/mL.

Sau 7 ngày thí nghiệm, nồng độ cortisol cũng đạt cao nhất nên cá ở thời điểm này cũng bị stress nhiều nhất làm nồng độ IGF-I tại thời điểm thu mẫu 7 ngày cho giá trị thấp nhất. Hàm lượng IGF-I

giảm liên quan đến sự sụt giảm GH do tuyến não thùy tiết ra. Khi cá bị stress do điều kiện sống thay đổi đã ảnh hưởng đến tất cả các cơ quan đặc biệt là các hệ thống nội tiết. Hàm lượng cortisol tăng cao đã kích thích ức chế sự hoạt động của các cơ quan dẫn đến cá cũng cần thời gian thích ứng nhằm bảo vệ cơ thể dưới tác động môi trường biến đổi. Lúc này, nhu cầu cho tăng trưởng của cá cũng giảm dẫn đến hàm lượng GH kích thích tăng trưởng cũng bị giảm theo làm cho lượng IGF-I cũng giảm. Tuy nhiên, sau 14 ngày, cá trong các bể thí nghiệm có dấu hiệu phục hồi; mặc dù hàm lượng cortisol vẫn còn cao nhưng kết quả nồng độ IGF-I thể hiện được điều này. Nồng độ IGF-I khi kết thúc thí nghiệm ở các nghiệm thức có sự tăng nhanh, IGF-I tăng chứng tỏ GH tiết ra kích thích tăng trưởng cũng đã tăng cao. Sau khi stress thì cá cần tăng trưởng nhanh để phục hồi lại giai đoạn cá bị stress nên IGF-I đã tăng nhanh. Tuy nhiên, hàm lượng IGF-I có tăng nhanh nhưng so với nồng độ ban đầu vẫn không tăng cao cho ta thấy tăng trưởng của cá ở mỗi giai đoạn là khác nhau, tùy vào từng giai đoạn mà nồng độ các chất kích thích tăng trưởng tiết ra là khác nhau theo những giới hạn cụ thể. Nên dù hàm lượng IGF-I tăng nhanh nhưng vẫn nằm trong giới hạn cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cá ở giai đoạn hiện tại. Trong nghiên cứu của Anthony *et al.* (2003) thì cá ngừ sau thời gian đầu nuôi trong lồng bè, hàm lượng IGF-I cũng giảm và sau đó đã tăng trở lại gần với mức ban đầu là 43 ng/mL.

Nhìn chung, sau 14 ngày thí nghiệm, ảnh hưởng của nhiệt độ trực tiếp lên nồng độ IGF-I trong huyết tương của cá tra không rõ, chỉ ảnh hưởng gián tiếp khi stress gây ức chế tăng trưởng thông qua nồng độ IGF-I bị ức chế. Theo Daughaday *et al.* (1987) thì nồng độ IGF-I là tác nhân thúc đẩy tăng trưởng lớn và đóng vai trò quan trọng trong điều hòa sinh trưởng.

3.2 Ảnh hưởng nhiệt độ đến sinh trưởng của cá trong 56 ngày

Tỷ lệ sống (TLS) của cá là một trong những yếu tố đánh giá mức độ sống sót của cá khi tiếp xúc với môi trường không bình thường. Tỷ lệ sống của cá vào cuối thí nghiệm đạt trên 90%, riêng ở nghiệm thức 24°C và nghiệm thức đối chứng thì TLS chỉ đạt 70% và 73,3%, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với 4 nghiệm thức còn lại (Hình 1). Các nhiệt độ từ 30 đến 36°C cá bị stress khi bắt đầu thí nghiệm nên sau 2 ngày đầu có hao hụt về số lượng ($p < 0,05$) làm tỷ lệ sống không đạt 100%. Riêng nghiệm thức ở 32°C tỷ lệ sống chỉ đạt

88,2%, thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với cả ba nghiệm thức 30, 34 và 36°C. Hai nghiệm thức có mức nhiệt độ cao nhất là 34°C và 36°C thì

tỷ lệ sống của cá sau 56 ngày thí nghiệm đạt rất cao (>95%).

Bảng 4: Tăng trưởng của cá tra (g/con) ở các nhiệt độ sau 56 ngày thí nghiệm

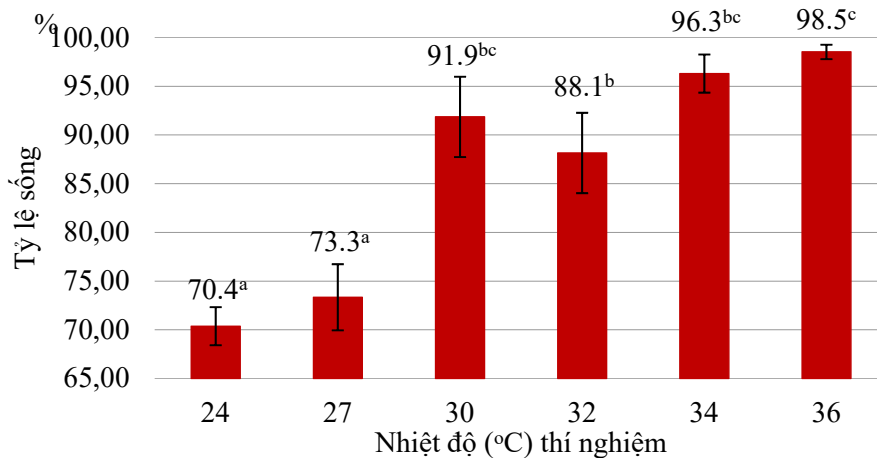
| Nhiệt độ (°C) | Ws (Khối lượng đầu) | We (Khối lượng cuối) | WG (Tăng trọng) |
|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 24 | 22±0,88 ^{ab} | 34,8±2,43 ^a | 12,8±2,36 ^a |
| Đối chứng | 21,5±0,63 ^{ab} | 47,9±3,29 ^b | 26,3±3,55 ^b |
| 30 | 20,9±2,05 ^{ab} | 60,4±8,82 ^c | 39,5±7,08 ^c |
| 32 | 24,2±0,39 ^b | 73,1±7,54 ^d | 48,9±7,35 ^{cd} |
| 34 | 20,4±3,24 ^{ab} | 86,1±6,27 ^e | 65,7±8,3 ^e |
| 36 | 19,3±3,98 ^a | 70,7±1,93 ^d | 51,4±5,13 ^d |

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các số liệu cùng nằm trong một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện thời tiết mát với nhiệt độ không khí dao động từ 26-29°C nên nhiệt độ của nghiệm thức đối chứng cũng thấp. Cá ở nghiệm thức đối chứng (25 - 26°C) và nghiệm thức 24°C tỷ lệ sống không cao do cá trong bể bị nhiễm vi nấm ký sinh bên ngoài và chết. Theo Phạm Minh Đức và ctv. (2013), khoảng nhiệt độ phù hợp cho sự phát triển của các loại nấm gây bệnh trên cá tra là từ 26°C đến 28°C đặc biệt là nấm *Fusarium*. Ngoài nhiệt độ, ánh sáng trong bể nuôi cũng có ảnh hưởng đến sức khỏe cá; các bể cá được bố trí trong khu vực có mái che, không có ánh nắng trực tiếp cũng góp phần làm cho nấm dễ phát triển gây bệnh trên cá và gây hao hụt. Tuy nhiên, thời gian cá bị bệnh và chết do sóc cũng xảy ra giai đoạn đầu, sau đó cá dần phục hồi và đến cuối thí nghiệm thì cá không chết nữa. Ngược với sự phát triển của vi nấm, thì vi khuẩn trên cá tra

thường phát triển tốt ở khoảng nhiệt độ 30-32°C (Tư Thanh Dung, 2005) nên cá nuôi ở nhiệt độ 32°C trong thời gian đầu của thí nghiệm có những biểu hiện xuất huyết, phù đầu, một số cá thể trong nội quan xuất hiện các đốm trắng trên gan, thận và tỳ tạng. Vì vậy, khi nuôi cá ở các mức nhiệt độ cao không tránh khỏi tình trạng một số ít cá chết do sóc với điều kiện sống thay đổi và làm tỷ lệ sống của cá ở các nhiệt độ cao không đạt 100%.

Kết quả về tỷ lệ sống của cá sau 56 ngày nuôi thì TLS của cá đạt thấp nhất là trong điều kiện nhiệt độ 24-26°C; trong khi ở nhiệt độ môi trường phù hợp cho cá từ 28-32°C thì cá phát triển tốt. Nhìn chung, trong thời gian đầu thí nghiệm, tỷ lệ chết cao và giảm dần ở giai đoạn cuối và sau 14 ngày nuôi thì cá đã quen với môi trường sống mới nên tỷ lệ hao hụt giảm.



Hình 1: Tỷ lệ sống của cá tra sau 56 ngày thí nghiệm

Khối lượng trung bình của cá khi bắt đầu thí nghiệm là 20±1,73 g/con và không khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Sau 56 ngày thí nghiệm,

khối lượng cá ở các nghiệm thức sai khác giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$, bảng 4)). Tăng trọng (WG) của cá ở nghiệm thức 34°C và 36°C là cao nhất;

Tốc độ tăng trưởng ngày ở nghiệm thức 34°C đạt cao nhất là 1,17 g/ngày và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Ở nghiệm thức 30, 32 và 36°C tăng trưởng ngày lần lượt tăng dần từ 0,71 g/ngày, 0,87 g/ngày và 0,96 g/ngày và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) trong 3 mức nhiệt độ này nhưng có ý nghĩa ($p < 0,05$) đối với các nghiệm thức còn lại. Ở nhiệt độ 24°C thì

tăng trưởng ngày của cá thấp nhất chỉ đạt 0,23 g/ngày khác biệt có ý nghĩa thống kê với các mức nhiệt độ cao hơn ($p < 0,05$). Các chỉ tiêu tăng trưởng tuyệt đối cho thấy khi nhiệt độ càng tăng khả năng tăng trưởng của cá cũng tăng theo nhưng khi nhiệt độ quá cao (36°C) thì tốc độ tăng trưởng của cá giảm.

Bảng 5: Tăng trưởng ngày (DWG), tăng trưởng tương đối (SGR), lượng thức ăn trên cá và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)

| Nhiệt độ (°C) | DWG (g/ngày) | SGR (%/ngày) | g thức ăn/cá/ngày | FCR |
|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 24 | 0,23±0,04 ^a | 0,82±0,13 ^a | 0,54±0,04 ^a | 2,4±0,49 ^a |
| Đối chứng | 0,47±0,06 ^b | 1,42±0,15 ^b | 0,81±0,05 ^b | 1,74±0,2 ^b |
| 30 | 0,71±0,13 ^c | 1,89±0,14 ^c | 1,05±0,27 ^b | 1,47±0,13 ^b |
| 32 | 0,87±0,13 ^{cd} | 1,97±0,17 ^c | 1,32±0,10 ^c | 1,53±0,2 ^b |
| 34 | 1,17±0,15 ^e | 2,59±0,38 ^d | 1,74±0,20 ^d | 1,49±0,16 ^b |
| 36 | 0,92±0,09 ^d | 2,34±0,39 ^c | 1,37±0,08 ^c | 1,5±0,07 ^b |

Giá trị thể hiện là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các số liệu cùng nằm trong một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Theo NRC (1993) thì trong giới hạn nhiệt độ từ 27-32°C phù hợp cho cá da trơn sinh trưởng. Tuy nhiên, theo thí nghiệm thì tăng trưởng của cá tỷ lệ thuận với nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì tốc độ tăng trưởng càng lớn. Ngoài ra, theo tổng kết của Killen (2011), tăng trưởng của cá cũng nhưng khả năng bắt mồi và tiêu hóa của cá cũng sẽ tăng khi nhiệt độ môi trường tăng lên và khoảng nhiệt độ tối ưu cho cá loài sẽ khác nhau. Tại nhiệt độ 24°C, nhiệt độ thấp, các enzyme tiêu hóa dễ bất hoạt, cá ít hoạt động và nhu cầu thức ăn của cá rất thấp nên WG chỉ là 12,8 g, thấp hơn có ý nghĩa so với các nhiệt độ khác ($p < 0,05$). Một lý do khác, độ tiêu hóa của cá da trơn sẽ giảm xuống còn 70% khi nhiệt độ giảm xuống 23°C (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009). Ở nhiệt độ 30, 32 và 36°C thì tốc độ tăng trưởng không có sự khác biệt ($p > 0,05$). Nghiệm thức đối chứng thì giai đoạn đầu thí nghiệm do cá bị nấm ký sinh nên tăng trưởng cá bị ảnh hưởng.

Bảng 5 cho thấy tốc độ tăng trưởng tương đối của cá tra cao. Khi bắt đầu thí nghiệm cá có khối lượng trung bình 20-22 g sau 56 ngày thí nghiệm ở hầu hết các nghiệm thức thì khối lượng cá đã tăng đáng kể, với khối lượng cá cuối thí nghiệm đạt từ 40-86 g/con tốc độ tăng trưởng tương đối cao nhất là 2,59%/ngày ở nghiệm thức 34°C khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với tất cả các nghiệm thức khác. Thấp nhất là nghiệm thức 24°C với 0,82%/ngày. Các mức nhiệt độ 30, 32 và 36°C thì tốc độ tăng trưởng tương đối lần lượt là 1,89%, 1,97% và 2,34% và khác nhau không có ý nghĩa

thống kê ($p > 0,05$). Nếu không tính nghiệm thức 24°C thì nghiệm thức đối chứng có tốc độ tăng trưởng tương đối thấp nhất chỉ 1,42% khác nhau có ý nghĩa thống kê so với các mức nhiệt độ cao hơn. Như đã trình bày thí nghiệm bố trí trong khoảng thời gian nhiệt độ thấp nên nhiệt độ trong bể đối chứng cũng dao động từ 26-28°C vì thế khả năng sử dụng thức ăn của cá cũng yếu. Ở 36°C dù khả năng bắt mồi của cá là khá nhanh nhưng tăng trưởng tương đối chỉ đạt 2,34%, vì Killen (2011) đã khẳng định khi nghiên cứu trên nhiều đối tượng thủy sản, khi nhiệt độ vượt quá ngưỡng tối ưu cho cá, tăng trưởng cũng như khả năng tiêu hóa của cá sẽ giảm nhanh chóng.

Kết quả cho thấy FCR cao nhất ở nghiệm thức 24°C và khác biệt có ý nghĩa với tất cả nghiệm thức nhiệt độ còn lại. Tất cả các mức nhiệt độ khác thì hệ số chuyển hóa thức ăn khác không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). FCR thấp nhất ở nghiệm thức 30°C là 1,47 không khác biệt so với các nghiệm thức khác ($p > 0,05$) và khác biệt với nghiệm thức 24°C. Trên phương diện toán học, mặc dù khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$) nhưng trong nghề nuôi cá tra thì hệ số FCR chênh lệch dù nhỏ vẫn mang ý nghĩa thực tiễn. Khi hệ số FCR giảm, đồng nghĩa với giảm chi phí cho thức ăn. Vì vậy, ở nghiệm thức 34°C mặc dù tăng trưởng ngày là cao nhất 1,17 g/ngày khác biệt có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức 30°C nhưng FCR ở 34°C là 1,49 con hơn nghiệm thức 30°C là 0,02, xét trên hiệu quả kinh tế khi nuôi giữa 2 mức nhiệt độ 30°C và 34°C thì nuôi ở 34°C sẽ tối ưu lợi nhuận cao

cho người nuôi. Mặc dù, hệ số FCR của các nghiệm thức nhiệt độ cao (từ đối chứng (25 - 27°C) đến 36°C), khác biệt không có ý nghĩa, nhưng các giá trị về tăng trưởng như DWG, SGR lại có sự khác biệt giữa các nghiệm thức trên, cụ thể nghiệm thức 34°C, tăng trưởng của cá đạt cao nhất trong khi hệ số FCR lại không khác biệt với các nghiệm thức ($p>0,05$). Từ đó cho thấy, cùng lượng thức ăn, cá nuôi ở 34°C sẽ cho tăng trưởng tốt hơn các mức nhiệt độ còn lại, nhiệt độ phù hợp cho quá trình tiêu hóa, phát triển và tăng trưởng của cá. Ở hai nghiệm thức 27°C và 32°C, dù nằm trong khoảng nhiệt độ phù hợp cho tăng trưởng nhưng FCR lần lượt là 1,74 và 1,53 vẫn cao hơn 36°C (Hình 4.4). Theo báo cáo của Nguyễn Thị Kim Hà (2010) cho thấy cá tra có khối lượng 17,8 g/con nuôi trên bể trong 60 ngày thì FCR là 1,58 và ghi nhận của Dương Hải Toàn (2011), Nguyễn Chí Lâm (2010) thì FCR của cá tra lần lượt là 1,84 và 1,78. Qua đó cho thấy ở điều kiện nuôi trên bể thức ăn và các yếu tố môi trường được kiểm soát nhưng hệ số FCR của cá dao động khá lớn do còn tùy thuộc rất nhiều vào thời điểm thí nghiệm, nguồn cá.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Nhiệt độ tăng cao làm tăng nồng độ cortisol và glucose trong huyết tương của cá; sau 14 ngày thí nghiệm ở nhiệt độ 34°C và 36°C nồng độ cortisol lần lượt là 236 và 247 ng/mL; và nồng độ glucose cao nhất là 32,6 và 34,3 mg/100 mL.

Hàm lượng IGF-I trong huyết tương cá giữa các mức nhiệt độ khác biệt không có ý nghĩa thống kê trong 7 ngày đầu nhưng đến ngày thứ 14 thì nồng độ IGF-I cao nhất ở nghiệm thức 32°C và khác biệt có ý nghĩa với các mức nhiệt độ khác. IGF-I không chịu sự tác động trực tiếp của nhiệt độ và hàm lượng IGF-I trên cá tùy thuộc vào từng cá thể.

Nhiệt độ có ảnh hưởng đến tăng trưởng và hệ số chuyển hóa thức ăn của cá; cá tra nuôi ở 34°C tăng trưởng tương đối cao nhất (2,59%/ngày) và tăng trưởng ngày (1,17 g/ngày) cao hơn các mức nhiệt độ khác.

4.2 Đề xuất

Tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên một số loài cá có giá trị kinh tế ở Đồng bằng sông Cửu Long như cá lóc, cá thát lát, cá rô...

Kết hợp nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ với các yếu tố môi trường khác như độ mặn, nồng độ oxy hòa tan, nitrite gây ảnh hưởng lên cá tra.

LỜI CẢM ƠN

Cảm ơn dự án iAQUA (Project number: DFC 12-014AU) đã hỗ trợ điều kiện và một phần kinh phí thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anthony R. D., Zee U., David S., Philip M. T., Kathleen L. S., Naomi H., Kirsty Q., and John F. C., (2003). Development and validation of a radioimmunoassay for fish insulin-like growth factor I (IGF-I) and the effect of aquaculture related stressors on circulating IGF-I levels. *General and Comparative Endocrinology* 135: 268-275.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008. Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. 65 trang.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. 34 trang.
4. Daughaday W. H., Hall K., Salmon J. L., Van Wyk J. J., 1987. On the nomenclature of the somatomedins and insulin-like growth factors. *Endocrinol Metab vol* 65: 1075-1076.
5. De Silva, S. S., & Phuong, N. T. (2011). Striped catfish farming in the Mekong Delta, Vietnam: a tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture*, 3(2): 45-73.
6. Dương Hải Toàn, 2010. Ảnh hưởng của phương pháp cho ăn đến tăng trưởng của cá tra (*Pagasianodon hypophthalmus*) giai đoạn giống. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
7. Đỗ Đình Hồ, 2003. Sinh lý y học. Trường Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh. Nhà xuất bản Y học.
8. Huỳnh Trường Giang, Vũ Ngọc Út, Nguyễn Thanh Phương, 2008. Biến động các yếu tố môi trường ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh ở An Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Quyển 1:1-9
9. Kemp, J. O. G. (2009). Effects of temperature and salinity on resting metabolism in two South African rock pool fish: the resident gobiid *Caffrogobius caffer* and the transient sparid *Diplodus sargus*

- capensis*. [Article]. *African Zoology*, 44(2), 151-158.
10. Killen S. (2011). Energetics of Foraging Decision and Prey Handling. *Encyclopedia Of Fish Physiology: From Genome to Environment*, vol Energetics, Interaction With The Environment, Lifestyles, And Applications. Academic Press.
 11. Kiilerich, P., & Prunet, P. (2011). Corticosteroids. In A. P. Farrell (ed.), *Fish Physiology: from genome to environment* (vol. Gas exchange, internal homeostatis, and Food Uptake, pp. 1474-1482): Academic Press.
 12. Mai Thế Trạch và Nguyễn Thy Khuê, 2007. Nội tiết học đại cương, Nhà xuất bản Y học. 685 trang.
 13. Marcel Martínez-Porchas, Luis Rafael Martínez-Córdova & Rogelio Ramos-Enriquez. Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress? *Panamjas. Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (2009), 4 (2): 158-178.
 14. NRC, 1993. Nutrient Requirements of Fish. Committee on Animal Nutrition. Board on Agriculture. National Research Council.
 15. Nguyễn Chí Lâm, 2010. Nghiên cứu sự thích ứng và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống ở các độ mặn khác nhau. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
 16. Nguyễn Loan Thảo, Võ Minh Khỏe, Hồ Văn Tỏa, Nguyễn Hồng Ngân, Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thanh Phương và Nguyễn Trọng Hồng Phúc. Ảnh hưởng của độ mặn lên sự sinh trưởng và hàm lượng cortisol của cá tra nuôi (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, số 25, 1-10.
 17. Nguyễn Tấn Đạt, 2013. Ảnh hưởng của vận chuyển đến mức độ stress của cá tra (*Pagasianodon hypophthalmus*) giai đoạn giống và biện pháp hạn chế. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
 18. Nguyễn Thị Kim Hà, Đoàn Minh Hiếu, Lê Thị Trúc Mơ, Nguyễn Văn Toàn, Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Thanh Phương, 2012. Ảnh hưởng của oxy hòa tan lên tăng trưởng và tiêu hóa của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. Quyển 22a: 154-164.
 19. Nguyễn Thị Kim Hà, Quách Chí Tâm, Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Thanh Phương, 2010. Ảnh hưởng của việc sử dụng Dipterex lên một số chỉ tiêu huyết học và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*).
 20. Nguyễn Trung Kiên, 2013. Giáo trình sinh lý học, Trường Đại học Y dược Cần Thơ.
 21. Pascal G. van de Nieuwegiessen, Annette, S. B., Johan, A.J. V. And Johan, W. S., 2008. Assessing the effects of achronic stressor, stocking density on welfare indicators of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *Applied Animal Behaviour Science*. Volume 115, Issue 3, pp: 233-243.
 22. Phạm Minh Đức, Nguyễn Hoàng Nhật Uyên, Ngô Thị Mộng Trinh, 2013. Phân lập nấm *Fusarium sp.* trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ*. Bản tin kỹ thuật: <http://uv-vietnam.com.vn/NewsDetail.aspx?newsId=2232.html> (truy cập ngày 12/10/2013).
 23. Phuong N.T and D.T.H. Oanh (2010). Striped Catfish Aquaculture in Vietnam: A Decade of Unprecedented Development. In: Sena S. De Silva and F. Brian Davy (Editors). *Success Stories in Asian Aquaculture*. Springer, pp: 131-147.
 24. Rotllant, J. and Tort, L., 1997. Cortisol and glucose responses after acute stress by net handling to the sparod red porgy previously subjected to crowding stress. *Journal of fish Biology*, 51: 21 – 28.
 25. Từ Thanh Dung, 2005. Bài giảng bệnh cá. *Khoa Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ*. 162 trang.
 26. Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 191 trang.
 27. Wright, P. J., & Tobin, D. (2011). Temperature effects on female maturation in a temperate marine fish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 403(1-2), 9-13.