

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHẢN HỒI ÂM CỦA CÁ KHẾ *ALEPES DJEDDABA* (FORSSKÅL, 1775) BẰNG PHƯƠNG PHÁP *EX-SITU* Ở BIỂN VIỆT NAM

Nguyễn Việt Nghĩa

Viện Nghiên cứu Hải sản - Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn

224 Lê Lai, Ngô Quyền, Hải Phòng, Việt Nam

E-mail: nvnghia@rimf.org.vn

Ngày nhận bài: 9-1-2013

TÓM TẮT: Cá khế *Alepes djeddaba* là một loài thuộc họ cá Khế, phân bố rộng và có sản lượng khá lớn ở biển Việt Nam. Thí nghiệm được thực hiện trên bè cá tại vịnh Lan Hạ, Cát Bà nhằm xác định hệ số phản hồi âm bằng phương pháp *ex-situ* của cá Khế *Alepes djeddaba* làm cơ sở cho việc đánh giá trữ lượng nguồn lợi của các chuyến điều tra thủy âm. Thí nghiệm được thực hiện trong lồng cá thí nghiệm với kích thước $4m \times 4m \times 10m$ và bằng thiết bị thủy âm SIMRAD EK-60 ở tần số 38kHz. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được phương trình tương quan của hệ số phản hồi âm với chiều dài của cá khế: $TS=20\text{Log}L - 65,4$. Kết quả nghiên cứu cũng đã xác định được mức độ ảnh hưởng của các thông số sinh học của cá thí nghiệm đến phương trình tương quan hệ số phản hồi âm, như sau: $TS = 20\text{Log}L - 77,9 - 6,0CF + 0,5LI + 1,5GSI + 2,8SBI$. Ảnh hưởng của các thông số sinh học đến phương trình tương quan hệ số phản hồi âm được xếp theo thứ tự: hệ số điều kiện (CF) > hệ số bóng bơi (SBI) > hệ số thành thực (GSI) > hệ số gan (LI).

Từ khóa: cá khế, *Alepes djeddaba*, *ex-situ*, hệ số phản hồi âm, thủy âm.

MỞ ĐẦU

Đánh giá trữ lượng quần đàn cá nhỏ bằng phương pháp thủy âm hiện đang được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như thiết bị thủy âm, đặc trưng phản hồi âm của cá và mật độ các tuyến đường dò [18]. Độ chính xác của thiết bị thủy âm có thể kiểm soát được thông qua việc hiệu chỉnh thiết bị bằng quả cầu hiệu chỉnh thiết bị tiêu chuẩn [6]. Hệ số phản hồi âm là một trong các thông số cơ bản để đánh giá trữ lượng nguồn lợi. Ở mỗi loài, hệ số phản hồi âm phản ánh đặc trưng phản hồi âm của loài đó. Hệ số phản hồi âm của mỗi loài phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như chiều dài, khối lượng, cấu trúc giải phẫu, bóng bơi, hệ số góc bơi và các tập tính của cá. Những loài cá có bóng bơi (bao gồm cả bóng bơi khí và bóng bơi

dầu) có khả năng phản hồi âm cao hơn, hay nói cách khác hệ số phản hồi âm cao hơn. Đối với những loài cá không có bóng bơi, hệ số phản hồi âm khá thấp và đôi khi không thể áp dụng phương pháp thủy âm để đánh giá nguồn lợi [5].

Đặc trưng phản hồi âm của cá có thể được xác định bằng hai phương pháp *in-situ* và *ex-situ*. Trên thực tế, mỗi phương pháp đều có ưu điểm và hạn chế khác nhau. Những năm gần đây, hệ số phản hồi âm của cá, đặc biệt là các loài cá nhỏ, được nghiên cứu bằng cả hai phương pháp *in-situ* [12] và *ex-situ* [15, 7, 9]. Phương pháp *in-situ* là phương pháp xác định hệ số phản hồi âm ở điều kiện ngoài tự nhiên và được sử dụng nhiều trong việc ước tính trữ lượng nguồn lợi. Tuy nhiên, phương pháp này có nhiều điểm hạn chế do không xác định được góc bơi của cá, độ lựa chọn ngư cụ,... Trong nhiều trường

hợp, khi mật độ của đàn cá quá lớn dẫn đến các tín hiệu âm phản hồi của các cá thể bị chồng lên nhau. Những hạn chế này ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả tính toán hệ số phản hồi âm [16]. Phương pháp *ex-situ* được thực hiện thông qua các thí nghiệm trong điều kiện nhân tạo. Phương pháp cho phép chúng ta xác định được góc bơi của cá, tốc độ bơi, các đặc trưng sinh học của cá,... [16, 9].

Cá Khế *Alepes djeddaba* là một trong những loài cá kinh tế quan trọng ở biển Việt Nam, chiếm tỷ lệ cao trong tổng sản lượng khai thác cá biển [3]. Các chuyến điều tra nguồn lợi hải sản bằng lưới kéo đáy trong giai đoạn 1996-2005 ở biển Việt Nam cho thấy, cá Khế *Alepes djeddaba* chiếm tỷ lệ khoảng 3,4% tổng sản lượng khai thác [1]. Việc xác định hệ số phản hồi âm của loài cá này có ý nghĩa rất quan trọng, cung cấp thông tin cơ bản để đánh giá trữ lượng nguồn lợi ở biển Việt Nam của các chuyến điều tra thủy âm.

Bài viết này trình bày kết quả thí nghiệm xác định hệ số phản hồi âm của cá Khế *Alepes djeddaba* ở biển Việt Nam, được thực hiện trong năm 2005 tại vịnh Lan Hạ, Cát Bà, Hải Phòng.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

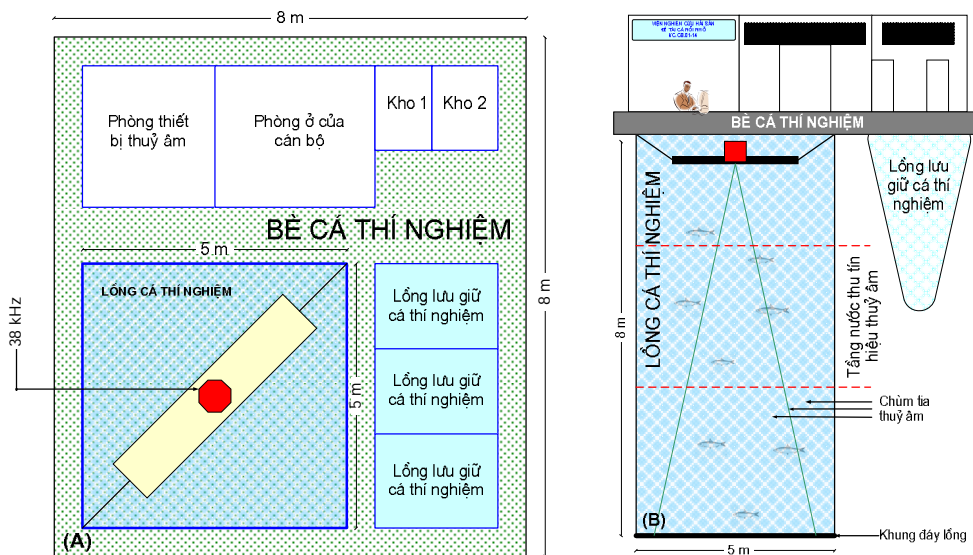
Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu trong thí nghiệm này là mẫu cá sống của cá Khế *Alepes djeddaba*, được thu thập bằng tàu lưới chụp mực tại khu vực phía Nam

quần đảo Long Châu. Cá được bắt sống bằng vợt và chuyển lên bể tròn (có dung tích khoảng 1,5m³) đặt trên tàu, có sục khí và thay nước liên tục, với mật độ khoảng 100-150 con/m³. Cá được chuyển về lưu giữ tại bể cá thí nghiệm. Thời gian lưu giữ trước khi thí nghiệm kéo dài trong khoảng 2-3 ngày, nhằm giảm thiểu các tác động trong quá trình đánh bắt, vận chuyển đồng thời thích nghi với môi trường thí nghiệm. Tổng số 83 cá thể được sử dụng trong 6 mẻ thí nghiệm.

Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm *ex-situ* được thực hiện trên bể cá thí nghiệm được neo tại vịnh Lan Hạ (Cát Bà), nơi có độ sâu 12m. Bể cá thí nghiệm được làm bằng gỗ, có kích thước rộng 7,0 × 8,0m, bao gồm phòng đặt thiết bị thủy âm, phòng ở cho cán bộ, lồng cá thí nghiệm và các lồng lưu giữ mẫu cá sống. Lồng cá thí nghiệm được làm bằng lưới ni-lon (đường kính chỉ sợi lưới là 0,35mm, kích thước mắt lưới là 2a = 10mm), với kích thước 4,0m × 4,0m × 10,0 m. Đáy lồng lưới thí nghiệm được gắn với hệ thống khung và ròng rọc, có khả năng dịch chuyển lên xuống dễ dàng dọc theo khung lồng để dễ dàng vệ sinh lưới và thu mẫu cá sau khi kết thúc thí nghiệm. Lồng lưu giữ cá thí nghiệm được làm bằng lưới ni-lon (đường kính chỉ sợi lưới là 0,60mm, kích thước mắt lưới là 2a = 10mm). Sơ đồ thiết kế bể cá thí nghiệm được trình bày chi tiết ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc bể cá sử dụng trong thí nghiệm xác định hệ số phản hồi âm (A) mặt bằng thiết kế bể cá; (B) Tiết diện theo chiều thẳng đứng

Thiết bị sử dụng trong các thí nghiệm là hệ thống thủy âm SIMRAD EK-60 với tần số 38kHz được lắp đặt trên bè cá thí nghiệm (hình 1). Đầu dò được đặt ở vị trí trung tâm của lồng cá thí nghiệm được gắn với hệ thống giá đỡ trên một thiết bị nổi. Các đầu dò được đặt ở độ sâu cách mặt nước là 0,8m. Bộ chuyển đổi tín hiệu (GPTs) được lắp đặt trong phòng thiết bị và được nối với hệ thống máy tính thông qua mạng LAN trên bè cá thí nghiệm.

Trước khi thực hiện thí nghiệm, hệ thống thiết bị thủy âm được hiệu chỉnh bằng các quả cầu hiệu chỉnh tiêu chuẩn (Cu-60) để đảm bảo thiết bị hoạt động ổn định và chính xác [(Foote, 1982; Foote & MacLennan, 1984; Foote, *et al.*, 1987)]. Tốc độ truyền dẫn âm thanh trong môi trường vùng biển thí nghiệm là 1.544,0m/s. Kết quả hiệu chỉnh được cập nhật vào hệ thống thiết bị, cụ thể được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh thiết bị thủy âm SIMRAD EK-60 sử dụng trong các đợt thí nghiệm

TT	Thông số hiệu chỉnh	Tần số 38 kHz	TT	Thông số hiệu chỉnh	Tần số 38 kHz
1	Quả cầu hiệu chỉnh	Cu-60	9	Angle Offset, Athwart	-0,05 °
2	Hệ số phản hồi âm chuẩn	-33,6 dB	10	3.dB Beamwidth, Along	11,83 °
3	TS-transducer Gain	-21,47	11	3.dB Beamwidth, Athwart	11,91 °
4	Sa Correction	-0,61	12	Pulse duration	1,024
5	2.Way Beam Angle	-15,50 °	13	Năng lượng	1,000 W
6	Angle Sensivity, Along	-12,50 °	14	Receiver Bandwidth	2,43
7	Angle Sensivity, Athwart	-12,50 °	15	Tốc độ truyền âm	1.544,0 m/s
8	Angle Offset, Along	0,28 °	16	Hệ số hấp thụ	5,82

Thu thập và phân tích số liệu

Trước khi bắt đầu mỗi thí nghiệm, mẫu cá thí nghiệm được chuyển từ lồng lưu giữ sang lồng thí nghiệm ít nhất là 2 tiếng để giảm thiểu tác động của việc vận chuyển và đảm bảo rằng cá thí nghiệm hoàn toàn thích nghi với môi trường trong lồng thí nghiệm. Mỗi mẫu thí nghiệm bao gồm 1 nhóm cá thể, khoảng 3-23 cá thể/mẫu, để giảm thiểu khả năng chồng lấn tín hiệu trong quá trình thí nghiệm [19]. Trước và sau mỗi thí nghiệm, lồng thí nghiệm được kéo lên và vệ sinh sạch sẽ để đảm bảo không bị lẫn các loài cá tạp khác trong mẫu thí nghiệm. Sau mỗi thí nghiệm, toàn bộ mẫu cá sống được thu thập và tiến hành phân tích sinh học từng cá thể. Các thông số sinh học bao gồm: chiều dài toàn thân (mm), chiều dài đến chẻ vây đuôi (mm), khối lượng cá thể toàn thân (g), khối lượng cá thể không nội quan (g), khối lượng gan và khối lượng tuyến sinh dục (g) và thể tích bóng bơi (ml).

Số liệu thủy âm được thu thập bằng phần mềm chuyên dụng ER-60. Tầng nước thu tín hiệu được đặt trong khoảng từ 2,5m đến 4,0m tính từ bề mặt đầu dò để giảm thiểu hiệu ứng “near-field” và “gray-zone” [16]. Dữ liệu của mỗi mẫu thí nghiệm được lưu trữ trong máy tính dưới dạng các biểu đồ tích phân âm (echo-gram) để tiến hành phân tích.

Các dữ liệu thủy âm được phân tích bằng phần mềm Large Scale Survey System Ver.1.3.1 là phần

mềm chuyên dụng hiện đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới [10]. Các biểu đồ tích phân âm được phân tích riêng rẽ, với ngưỡng giới hạn “*threshold*” được đặt ở mức từ -65dB đến -34dB để loại bỏ các tạp âm của biểu đồ tích phân âm. Mỗi biểu đồ âm được phân tích chi tiết cho từng tín hiệu “ping” trong tầng nước thu mẫu (ở độ sâu từ 2,5m đến 4,0m).

Việc lựa chọn các tín hiệu thu thập trong vùng “hiệu quả” của đầu dò để tiến hành lọc dữ liệu được thực hiện dựa vào giá trị góc phương vị (θ) và tiết diện âm phản hồi (σ) của mỗi tín hiệu. Giá trị θ của mỗi tín hiệu được tính toán theo công thức của Reynisson [21], trong đó α là góc phương vị tính theo chiều dọc trục âm “*angle-off alongships*” và β là góc phương vị tính theo chiều ngang trục âm “*angle-off athwardships*”:

$$\theta = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

Giá trị hệ số phản hồi âm trung bình của mỗi thí nghiệm được ước tính từ giá trị trung bình của tiết diện âm phản hồi (σ) của mỗi tín hiệu thu được trong thí nghiệm. Hệ số phản hồi âm được tính bằng công thức sau [5]:

$$TS = 10 \log (\sigma/4\pi)$$

Giá trị âm phản hồi σ của mỗi tín hiệu được tính toán theo công thức của Foote [5], trong đó TSc là hệ số phản hồi âm bảo toàn của mỗi tín hiệu:

$$\sigma = 4\pi 10^{(TSc/10)}$$

Tương quan giữa hệ số phản hồi âm và chiều dài được ước tính theo phương pháp hồi quy phi tuyến tính của hàm số $TS = a \log(L) + k$ [4, 13]. Tuy nhiên, trên thực tế McClatchie, *et al.* [14] đưa ra công thức thực nghiệm để ước tính tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài với hệ số đường cong $a = 20$. Như vậy, tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá ở đây được biểu diễn bằng hàm số thực nghiệm sau:

$$TS = 20 \log(L) + k$$

Đối với các thí nghiệm *ex-situ*, các tham số sinh học thường được phân tích và thu thập, như chiều dài, khối lượng, hệ số điều kiện (CF), hệ số gan (LI), hệ số thành thực (GSI), hệ số bóng bơi (SBI). Các đặc điểm sinh học này có thể có tác động đến hàm số tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài [6, 2]. Tuy nhiên, sự ảnh hưởng của các yếu tố này thường rất khó xác định một cách riêng rẽ. Ona và Svellingen đã đề xuất phương trình thực nghiệm để nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số sinh học đến

hàm số tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá như sau:

$$TS = 20 \log(L) + k + a.CF + b.Li + c.GSi + d.SBi$$

Mối tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá ở trên được phân tích theo phương pháp hồi quy phi tuyến tính lập bằng phần mềm STATISTICA [22].

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

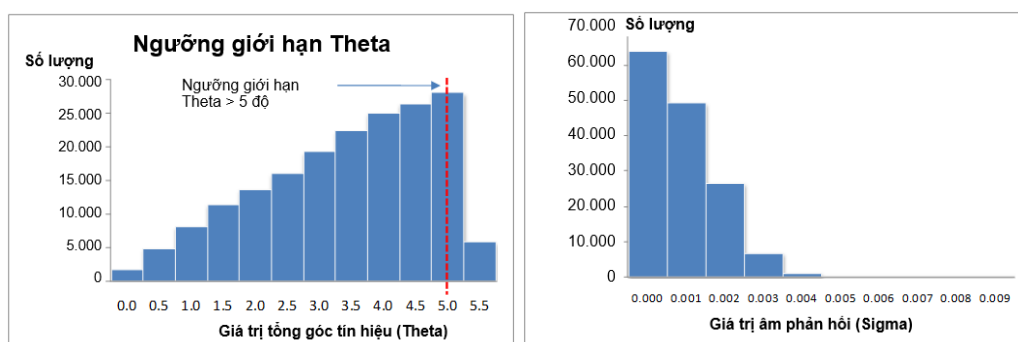
Đặc điểm sinh học mẫu cá thí nghiệm

Thí nghiệm đã sử dụng tổng số 83 cá thể cá khế trong 6 đợt thí nghiệm. Hầu hết cá thí nghiệm đều ở tình trạng tốt, không bị trầy xước và tập tính bơi ổn định. Chiều dài toàn thân trung bình của các mẫu cá Khế trong thí nghiệm là 14,8cm, dao động trong khoảng 9,5 - 19,0cm. Khối lượng trung bình là khoảng 44,8g, dao động trong khoảng 12,4 - 86,8g. Như vậy, mức độ bao phủ các nhóm kích thước của cá thí nghiệm tương đối tốt. Chi tiết các thông số sinh học của các mẫu cá Khế trong thí nghiệm được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Giá trị trung bình các thông số sinh học của các mẫu cá khế trong thí nghiệm, bao gồm: chiều dài toàn thân (TL, cm); khối lượng (W, g); hệ số điều kiện (CF=W/L³.100); hệ số gan (LI=Wl/W.100); hệ số thành thực (Wg/W.100) và hệ số bóng bơi (SBI=Vsb/L³.10000)

Mẫu số	Chiều dài toàn thân (cm)		Khối lượng (g)	Hệ số điều kiện (CF)	Hệ số gan (Li)	Hệ số thành thực (GSI)	Hệ số bóng bơi (SBI)
	Trung bình	Dao động					
1	11,4	9,5-17,0	21,5	1,4	2,1	2,2	5,6
2	15,6	10,4-18,5	51,4	1,3	1,2	1,1	6,3
3	15,9	12,8-19,0	51,5	1,2	1,1	1,0	6,5
4	16,3	14,3-18,6	56,6	1,3	1,3	1,3	6,6
5	15,4	13,4-16,9	45,7	1,2	1,2	1,2	6,8
6	16,8	14,9-18,9	58,4	1,2	1,0	1,0	5,7

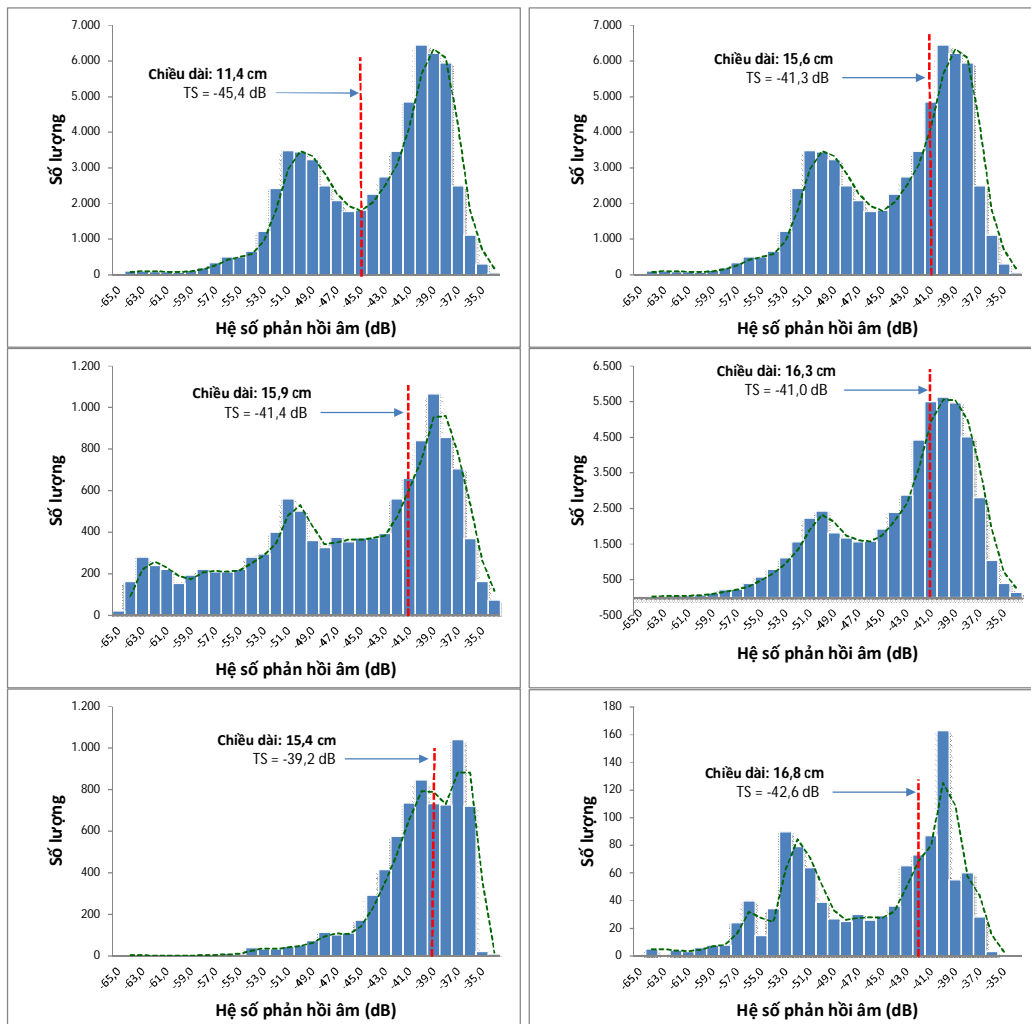
Hệ số phản hồi âm



Hình 2. Phân bố tần suất của giá trị tổng góc tín hiệu (θ) và giá trị âm phản hồi (σ) của tín hiệu thu thập được trong các thí nghiệm với tần số 38 kHz (đường gạch nối: ngưỡng lựa chọn tín hiệu)

Các tín hiệu được lựa chọn dựa vào góc phương vị (θ) và tiết diện âm phản hồi (σ) của mỗi tín hiệu. Chỉ các tín hiệu có giá trị θ nhỏ hơn $5,0^\circ$ và có giá trị σ nhỏ hơn 0,01 mới được lựa chọn. Tổng số tín hiệu được lựa chọn để tiến hành phân tích là 148.000 tín hiệu. Hình 2 trình bày phân bố tần suất của góc phương vị (θ), tiết diện âm phản hồi (σ) và các ngưỡng lựa chọn của tín hiệu thu thập được trong các thí nghiệm.

Hình 3 trình bày phân bố tần suất giá trị hệ số phản hồi âm (TS) của các tín hiệu thu thập được trong các thí nghiệm với tần số 38kHz. Nhìn chung, kết quả đo hệ số phản hồi âm thu thập được trong các thí nghiệm dao động khá lớn trong khoảng từ -65dB đến -35dB. Hệ số phản hồi âm trung bình của cá khế chung cho tất cả các đợt thí nghiệm là -41,8dB. Hệ số phản hồi âm có sự biến động khá lớn giữa các nhóm kích thước khác nhau ở các đợt thí nghiệm khác nhau.

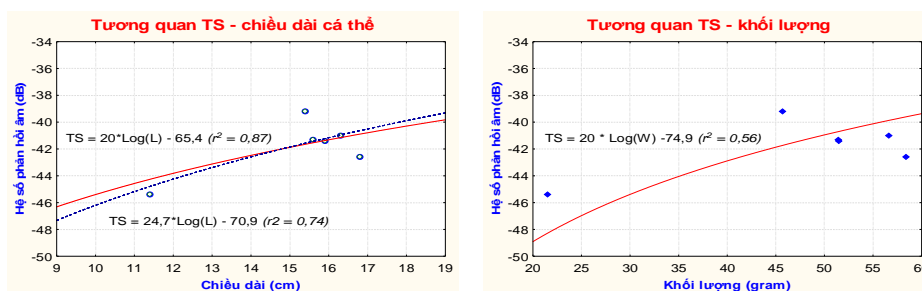


Hình 3. Phân bố tần suất tín hiệu đo hệ số phản hồi âm (TS) của cá khế thu thập được trong các thí nghiệm với tần số 38 kHz (đường gạch nổi: giá trị hệ số phản hồi âm trung bình)

Tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá Khế

Hằng số k trong hàm số tương quan giữa hệ số phản hồi âm và chiều dài $TS = 20 * \log(L) + k$ được xác định bằng phân tích hồi quy phi tuyến tính. Kết

quả ước tính phương trình tương quan giữa hệ số phản hồi âm với chiều dài như sau: $TS = 20 * \log(L) - 65,4$. Đồ thị hàm số tương quan giữa hệ số phản hồi âm và chiều dài (khối lượng) của cá khế trong các đợt thí nghiệm được trình bày chi tiết ở hình 4.



Hình 4. Đồ thị hàm số tương quan hệ số phản hồi âm (TS, dB) với chiều dài (L, cm - hình bên trái) và khối lượng (W, g - hình bên phải) của cá khế trong các thí nghiệm với tần số 38 kHz

Phương trình tương quan giữa hệ số phản hồi âm với chiều dài toàn thân và các thông số sinh học, bao gồm hệ số điều kiện (CF), hệ số gan (Li), hệ số thành thực (GSI) và hệ số bóng bơi (SBI) của cá Khế trong các thí nghiệm cụ thể như sau:

$$TS = 20 \log(L) - 77,9 - 6,0 CF + 0,5 Li + 1,5 GSi + 2,8 SBi \quad (r^2 = 0,93)$$

Như vậy, kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ ảnh hưởng của các thông số sinh học đến phương trình tương quan hệ số phản hồi âm với chiều dài của cá khế như sau: hệ số điều kiện (CF) > hệ số bóng bơi (SBI) > hệ số thành thực (GSI) > hệ số gan (Li).

THẢO LUẬN

Các mẫu cá Khế sử dụng trong mỗi đợt thí nghiệm có kích thước tương đối tương đối đồng đều nhau. Mẫu cá sống được lưu giữ trong điều kiện tốt tại bể cá ít nhất là 2 ngày trước khi chuyển sang lồng cá thí nghiệm. Mặt khác, mẫu cá được chuyển từ lồng lưu giữ sang lồng cá thí nghiệm ít nhất là 2 tiếng trước khi tiến hành thí nghiệm. Kết quả quan sát tình trạng của cá trong lồng thí nghiệm bằng máy quay video dưới nước cho thấy các cá thể hoạt động hoàn toàn bình thường. Như vậy, tác động của việc vận chuyển, lưu giữ hầu như không đáng kể.

Trong thí nghiệm xác định hệ số phản hồi âm, các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm bao gồm các đặc trưng sinh học của cá như bóng bơi, tuyến sinh dục, gan,... Foote [5] đã chỉ ra rằng, hệ số phản hồi âm của cá có sự đóng góp từ lượng âm phản hồi của bóng bơi lên tới 90% tổng số âm phản hồi. Như vậy, sự biến động về thể tích, hình dạng bóng bơi ảnh hưởng rất lớn đến hệ số phản hồi âm. Khi kích thước bóng bơi giảm, hệ số phản hồi âm của cá cũng sẽ bị giảm [8]. Trên thực tế, kích thước bóng bơi của cá phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố

sinh trưởng, điều kiện của cá như: hệ số điều kiện, độ lớn tuyến sinh dục, khối lượng gan, độ no của dạ dày, ... Kết quả thí nghiệm này cho thấy mức độ tác động của các yếu tố sinh học của cá đến phương trình tương quan hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá thí nghiệm theo thứ tự: hệ số điều kiện (CF) > hệ số bóng bơi (SBI) > hệ số thành thực (GSI) > hệ số gan (Li). Như vậy, đối với loài cá này ở biển Việt Nam, sự phát triển về khối lượng và chiều dài (hệ số điều kiện), phát triển tuyến sinh dục (hệ số gan) là các yếu tố chính đến sự biến đổi kích thước bóng bơi và qua đó gián tiếp ảnh hưởng đến hệ số phản hồi âm của cá.

Bên cạnh đó, Ona [17] cũng đã cho rằng yếu tố mùa vụ cũng có thể tác động đến kết quả thí nghiệm và cần phải được quan tâm nghiên cứu. Tuy nhiên, thí nghiệm này chưa xác định được mức độ ảnh hưởng của yếu tố mùa vụ đến kết quả đo hệ số phản hồi âm.

Trong thí nghiệm này, ảnh hưởng của độ sâu tín hiệu không ảnh hưởng lớn đến hệ số phản hồi âm của cá khế. Sở dĩ vậy là do tầng nước lựa chọn tín hiệu khá hẹp, giới hạn trong khoảng độ sâu từ 2,5m đến 4,0m tính từ đầu dò. Các nghiên cứu trước đây cũng đã chứng minh rằng hệ số phản hồi âm của cá không biến động nhiều so với sự thay đổi nhỏ của độ sâu tín hiệu trong cá thí nghiệm *ex-situ* trong lồng cá thí nghiệm [15, 23, 18].

Các kết quả nghiên cứu trước đây về đánh giá hệ số phản hồi âm của cá trong các thí nghiệm *ex-situ* cũng đã chỉ ra rằng, hệ số phản hồi âm của cá có sự biến động cùng với góc bơi của cá [11, 20]. Tuy nhiên, trong thí nghiệm này, do hạn chế về thiết bị nên việc xác định ảnh hưởng của góc bơi đến hệ số phản hồi âm không thực hiện được. Đây cũng là vấn đề cần được giải quyết trong các nghiên cứu chuyên sâu tiếp theo.

KẾT LUẬN

Phương trình tương quan giữa hệ số phản hồi âm và chiều dài của cá Khế ở tần số 38kHz ở vùng biển Việt Nam là: $TS = 20 \cdot \log(L) - 65,4$.

Phương trình tương quan giữa hệ số phản hồi âm với chiều dài và các thông số sinh học của cá Khế ở tần số 38kHz ở vùng biển Việt Nam là: $TS = 20 \log(L) - 77,9 - 6,0CF + 0,5Li + 1,5GSI + 2,8SBI$. Ảnh hưởng của các thông số sinh học đến phương trình tương quan hệ số phản hồi âm với chiều dài của cá xếp theo thứ tự: hệ số điều kiện (CF) > hệ số bóng bơi (SBI) > hệ số thành thực (GSI) > hệ số gan (Li).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *ALMRV-II, 2006*. Báo cáo tổng kết dự án “Đánh giá nguồn lợi sinh vật biển Việt Nam – Giai đoạn II”. Viện Nghiên cứu Hải sản. Hải Phòng. 232 tr.
2. *Bertrand, A. and Josse, E., 2000*. Tuna target-strength related to fish length and swimbladder volume. *ICES J. Mar. Sci.* 57(4): 1,143-1,146.
3. *Bùi Đình Chung, Chu Tiến Vinh, Nguyễn Hữu Đức, Đào Như Ý, 1991*. Hoàn thiện đánh giá trữ lượng cá biển Việt Nam. *Tuyển tập báo cáo khoa học “Hội nghị khoa học biển toàn quốc lần thứ III”*. Tr. 33-43.
4. *Foote, K. G., 1979*. On representations of length dependence of acoustic target strengths of fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 1,490-1,496.
5. *Foote, K. G., 1980*. Averaging of fish target strength functions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 67(2): 504-515.
6. *Foote, K. G., 1987*. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 82(3): 981-987
7. *Gauthier, S. and Rose, G.A., 2001*. Target Strength of encaged Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). *ICES J. Mar. Sci.* 58(3): 562-568.
8. *Jørgensen, R., and Olsen, K., 2002*. Acoustic target strength of capelin measured by single-target tracking in a controlled experiment. *ICES J. Mar. Sci.* 59: 1,081-1,085.
9. *Kang, D. and Hwang, D., 2003*. Ex situ target strength of rockfish (*Sebastes schlegeli*) and red sea bream (*Pagrus major*) in the Northwest Pacific. *ICES J. Mar. Sci.* 60(3): 538-543.
10. *Korneliussen, R. J., Ona, E., Eliassen, I., Heggelund, Y., Patel, R., Godø, O.R., Giertsen, C., Patel, D., Normes, E., Bekkvik, T., Knudsen, H. P., Lien, G., 2006*. The Large Scale Survey System - LSSS. *Proceedings of the 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics, Ustaoset 29 January - 1 February 2006*.
11. *MacLennan, D. N., and Simmonds, E. J., 1992*. *Fisheries Acoustics*. Chapman and Hall, London. 325 pp.
12. *MacLennan, D. N. and Menz, A., 1996*. Interpretation of in situ target-strength data. *ICES J. Mar. Sci.* 53(2): 233-236.
13. *McClatchie, S., Alsop, J., and Coombs, R. F. 1996*. A re-evaluation of relationships between fish size, acoustic frequency, and target strength. - *ICES Journal of Marine Science*, 53: 780-791.
14. *McClatchie, S., G. J. Macaulay, et al., 2003*. "A requiem for the use of 20 log₁₀ Length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes." *ICES J. Mar. Sci.* 60(2): 419-428.
15. *Mukai, T. and Iida, K. 1996*. Depth dependence of target strength of live kokanee salmon in accordance with Boyle's law. *ICES J. Mar. Sci.* 53(2): 245-248.
16. *Nielsen, J. R. and Lundgren, B., 1999*. Hydroacoustic ex situ target strength measurements on juvenile cod (*Gadus morhua* L.). *ICES J. Mar. Sci.* 56(5): 627-639.
17. *Ona, E., 1990*. Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70: 107-127.
18. *Ona, E., 2003*. An expanded target-strength relationship for herring. *ICES J. Mar. Sci.* 60(3): 493-499.
19. *Ona, E. and Røttingen, I., 1986*. Experience using the ES-400, split-beam echosounder, with special reference to the single-fish recognition criterion. *ICES C. M.* 1986/B, 38.
20. *Ona, E. and Svellingen, I., 2001*. Target strength analysis in high fish densities using a probing split beam transducer. *The Journal of the Acoustical Society of America* 109(5): 2,305-2,305.

21. Reynisson, P., 1999. Split beam method. In *Methodology for Target Strength Measurements*, pp. 19-27. Ed. by E. Ona. ICES Cooperative Research Report, 235.
22. StatSoft, Inc., 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
23. Zhao, X., 1996. Target strength of herring (*Clupea harengus* L.) measured by the split beam method. MSc thesis, Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Bergen, Norway.

HYDROACOUSTIC EX-SITU TARGET STRENGTH MEASUREMENTS OF SHRIMP SCAD *ALEPES DJEDDABA* (FORSSKÅL, 1775) IN VIET NAM

Nguyen Viet Nghia

Research Institute for Marine Fisheries-Ministry of Agriculture and Rural Development

ABSTRACT: *Shrimp scad Alepes djeddaba is an important small pelagic species in Viet Nam, which contributes a large part of the fisheries resources. The main objective of this study was to establish an empirical estimate of the relation between target strength and length of shrimp scad at 38kHz, which can be served for assessments of these resources using hydroacoustic surveys. The ex-situ experiments were set up in 160 m³ measurement pen, using SIMRAD EK-60 split-beam echo-sounder. Total of 83 individual of fish were monitored in six sets of experiments. The TS-to-length relationship of shrimp scad was determined as $TS=20\log(L) - 65.4$. In consideration of biological effect, the TS-to-length relationship can be revised as $TS = 20\log(L) - 77.9 - 6.0CF + 0.5Li + 1.5GSI + 2.8SBI$. The most influenced factor to the TS-to-length relation could be condition factor > swimbladder index > gonadosomatic index > liver index.*

Keywords: *acoustic, Alepes djeddaba, ex-situ, shrimp scad, target strength.*