

THÔNG BÁO KHOA HỌC

**SỬ DỤNG BỘT DẾ, BỘT ẤU TRÙNG RUỒI ĐEN THAY THẾ MỘT PHẦN BỘT CÁ TRONG THỨC ĂN VIÊN CỦA CÁ RÔ PHI ĐỎ (*Oreochromis sp.*)**

***EFFECTS OF USING CRICKET MEAL AND BLACK SOLDIER FLY LARVAL MEAL TO PARTLY REPLACEMENT OF FISH MEAL ON THE GROWTH PERFORMANCE OF RED TILAPIA (*Oreochromis sp.*)***

**Huỳnh Thị Diễm Khanh<sup>1</sup>, Trịnh Thị Lan<sup>1</sup>**

Ngày nhận bài: 30/6/2019; Ngày phản biện thông qua: 25/9/2019; Ngày duyệt đăng: 28/9/2019

**TÓM TẮT**

Đề tài đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung bột dế, bột ấu trùng ruồi đen lên tốc độ sinh trưởng của cá rô phi đỏ (*Oreochromis sp.*) được bố trí trên 9 bể composite theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Mỗi bể có thể tích 500 L và mật độ 20 con/ bể, cỡ cá trung bình 46,23g /con. Ba nghiệm thức bao gồm nghiệm thức đối chứng sử dụng hoàn toàn bột cá (chiếm 36,9% viên thức ăn), nghiệm thức sử dụng 20% bột dế và 20% bột ấu trùng ruồi đen thay thế bột cá trong công thức thức ăn. Kết quả cho thấy tốc độ sinh trưởng (DWG và SGR<sub>w</sub>) của cá rô phi đỏ ở các nghiệm thức có sự khác biệt nhưng không có ý nghĩa về mặt thống kê ( $P>0,05$ ), cụ thể ở NT đối chứng đạt (0,69 g/ngày và 1,11 %/ngày) NT thức ăn sử dụng 20% bột ấu trùng ruồi đen đạt (0,64 g/ngày và 1,08 %/ngày) và NT thức ăn sử dụng 20% bột dế thay thế bột cá đạt (0,52 g/ngày và 0,91 %/ngày). FCR và TLS ở NT thức ăn sử dụng 20% bột ấu trùng ruồi đen (1,68; 98,33%), NT thức ăn sử dụng 20% bột dế thay thế bột cá (2,05; 100%) và NT đối chứng là (1,73; 98,33%). Như vậy, thức ăn được thay thế 20% bột dế và bột ấu trùng ruồi đen không ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá rô phi đỏ.

Từ khóa: Tốc độ sinh trưởng, cá rô phi đỏ, bột dế, bột ấu trùng ruồi đen, bột cá.

**ABSTRACT**

The study evaluated the effect of cricket meal and black soldier fly larval meal on the growth performance of red tilapia (*Oreochromis sp.*) was arranged on nine composite tanks in a completely random designed with three treatments and three repetitions. Each tank has a volume of 500 L and density of 20 fish/tank, average fish weight was 46.23g/fish. Three treatments included control treatment using 100% fish meal (36.9% of the pellet), 20% of cricket meal and 20% black soldier fly larval meal replacing fishmeal in the diets of control treatment. The results showed that the growth rate (DWG and SGR) of red tilapia in the treatments were not statistically significant different ( $p>0.05$ ), specifically in the control treatment reached (0.69 g/day and 1.11%/day), treatment used 20% of black soldier fly larval reached (0.64 g/day and 1.08 %/day) and treatment used 20 % of cricket meal replacing fishmeal reached (0.52 g/day and 0.91%/day). Feed conversion ratio and survival rate of tilapia in treatment used 20% black soldier fly larval were 1.68 and 98.33%, in treatment used 20% cricket meal to replace fish meal were 2.05 and 100%; and in control treatment were 1.73 and 98.33%. Therefore, feed substituted 20% fishmeal by black soldier fly larval meal and cricket meal were not affect the growth performance, feed conversion ratio and survival rate of red tilapia.

Keywords: Growth rate, red tilapia, cricket meal, black soldier fly larvae meal, fishmeal

**I. GIỚI THIỆU**

Giải pháp thay thế nguồn đạm từ bột cá trong thức ăn thủy sản ngày càng trở nên cấp thiết do sự khan hiếm bột cá làm cho giá bột cá tăng, qua đó chi phí thức ăn ngày càng tăng

trong nuôi trồng thủy sản [1, 3, 5, 6]. Một trong những nguyên liệu đang được quan tâm sử dụng để thay thế bột cá đó là bột dế, bột ấu trùng ruồi đen [4, 7]. Tuy nhiên, trong nuôi trồng thủy sản những nghiên cứu về dinh dưỡng có bổ sung bột dế, ấu trùng ruồi đen còn khá ít chủ yếu

<sup>1</sup> Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh.

nghiên cứu sử dụng bột đậu nành [12, 13, 14]. Đặc biệt, đối với những loài cá có tính ăn thiên về thực vật điển hình như cá rô phi đỏ thì việc bổ sung 2 loại nguyên liệu trên sẽ có những ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn. Xuất phát từ yêu cầu trên, đề tài được thực hiện nhằm đánh giá khả năng thay thế bột cá trong khẩu phần ăn của cá rô phi đỏ.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Thời gian, địa điểm, đối tượng và vật liệu thí nghiệm

Đề tài được thực hiện tại Trại thực nghiệm



Hình 1. Đo chiều dài cá

Thức ăn được làm từ các nguyên liệu: bột cá, bột đậu nành, bột mì, bột dế, bột ấu trùng ruồi đen... Các nguyên liệu được phối trộn thật đều bằng tay trước khi được ép viên bằng

thủy sản Trường Đại học An Giang và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm của trường đại học An Giang.

Thời gian thực hiện đề tài từ tháng 3/2019-5/2019.

Rô phi đỏ được mua của công ty cổ phần Nam Việt có khối lượng trung bình là  $46,23 \pm 0,65$  g/con. Bột dế khô *Gryllus bicaculatus* được mua từ Campuchia đem về xay nhuyễn và bảo bảo trong tủ đông. Bột ấu trùng ruồi đen được mua của người dân tại Bình Phước.

Bể composite 0,5m<sup>3</sup>, máy ép viên, cân điện tử, thau nhựa, vọt...



Hình 2. Phối trộn nguyên liệu thức ăn

máy. Sau đó phơi khô và được bảo quản trong tủ lạnh. Thức ăn phối trộn có hàm lượng đạm 40% và lipid 9% [11].

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu của thức ăn thí nghiệm (%)

Nguyên liệu (%)	Nghiệm thức		
	Đối chứng	Bột dế	Ấu trùng ruồi đen
Bột cá	36,9	29,52	29,52
Bột đậu nành	34,3	34,3	34,3
Bột mì	18,9	18,9	18,9
Premix vitamin - khoáng	2	2	2
Dầu cá	5,9	5,9	5,9
CMC	2	2	2
Bột dế	0	7,38	0
Bột ấu trùng ruồi	0	0	7,38

**Bảng 2. Thành phần sinh hóa (%) có trong bột cá, bột đậu nành, bột dế, bột mì, bột ấu trùng ruồi đen**

Các chỉ tiêu	Bột cá	Bột dế	Bột đậu nành	Bột mì	Bột ấu trùng ruồi đen
Độ ẩm (%)	7,15	6,15	8,85	8,15	18,89
Protein thô (%)	61,36	57,05	47,08	10,96	44,53
Béo thô (%)	6,99	22,69	1,27	0,90	22,14
Xơ thô (%)	4,61	9,07	2,22	0,15	5,83
Tro thô (%)	17,58	5,05	6,61	0,61	11,27

**2. Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm gồm có 3 nghiệm thức bao gồm đối chứng (NTĐC), nghiệm thức có bổ sung bột dế thay thế 20% đạm bột cá (NTBD) và nghiệm thức có bổ sung bột ấu trùng ruồi đen thay thế 20% đạm bột cá (NTAT) với 3 lần lặp lại. Nước để cung cấp cho hệ thống là nước máy sinh hoạt thành phố được bơm lên bể chứa có sục khí và để 1 đến 2 ngày trước khi đến hệ thống thí nghiệm. Thời gian theo dõi thí nghiệm 1,5 tháng với mật độ thả 20 con/bể.

**3. Các chỉ tiêu theo dõi**

**3.1 Xác định sinh trưởng**

Khối lượng và chiều dài của cá sẽ được cân và đo 15 ngày 1 lần, cá sẽ được cân và đo để xác định khối lượng và đo chiều dài trước khi bố trí và khi kết thúc thí nghiệm bằng các công thức sau:

Tăng trọng (weight gain):  $WG (g) = Wc - Wđ$

Tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối (Daily Weight gain):

$$DWG (g/ngày) = (Wc - Wđ)/t [15]$$

Tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối (%/ngày) (Specific growth rate of weight):

$$SRG_w (%/ngày) = 100 * [\ln(Wc) - \ln(Wđ)]/t [10]$$

Sinh trưởng chiều dài (length gain):

$$LG (cm) = Lc - Lđ$$

Tốc độ sinh trưởng chiều dài tuyệt đối (Daily Length gain):

$$DLG (cm/ngày) = \frac{Lc - Lđ}{t} [10]$$

Tốc độ sinh trưởng chiều dài tương đối (%/ngày) (Specific growth rate of length):

$$SRG_L (%/ngày) = 100 * [\ln(Lc) - \ln(Lđ)]/t [10]$$

**3.2 Xác định tỷ lệ sống**

Tỷ lệ sống cá được xác định số cá thể còn sống khi kết thúc thí nghiệm và được tính bằng công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ sống (\%)} = \frac{\text{tổng số cá thu được}}{\text{tổng số cá thả ban đầu}} \times 100$$

**3.3 Xác định hệ số chuyển đổi thức ăn**

Lượng thức ăn (tính theo khối lượng khô) cần dùng để tăng một đơn vị khối lượng vật nuôi

Hệ số chuyển đổi thức ăn (Feed Conversion Rate):

$$FCR = \frac{\text{Thức ăn sử dụng (g)}}{\text{Khối lượng cá gia tăng (g)}} [10]$$

Trong đó:

+ Wđ: khối lượng ban đầu (g)

+ Wc: khối lượng cuối (g)

+ t: thời gian thí nghiệm (t)

+ Lđ: chiều dài ban đầu (cm)

+ Lc: chiều dài cuối (cm)

Chất béo: Phương pháp Soxhlet

**4. Phương pháp xử lý số liệu**

Sử dụng Excel để nhập số liệu và sử dụng phần mềm Minitab 16.0 để chạy thống kê so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng kiểm định Duncan.

**III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

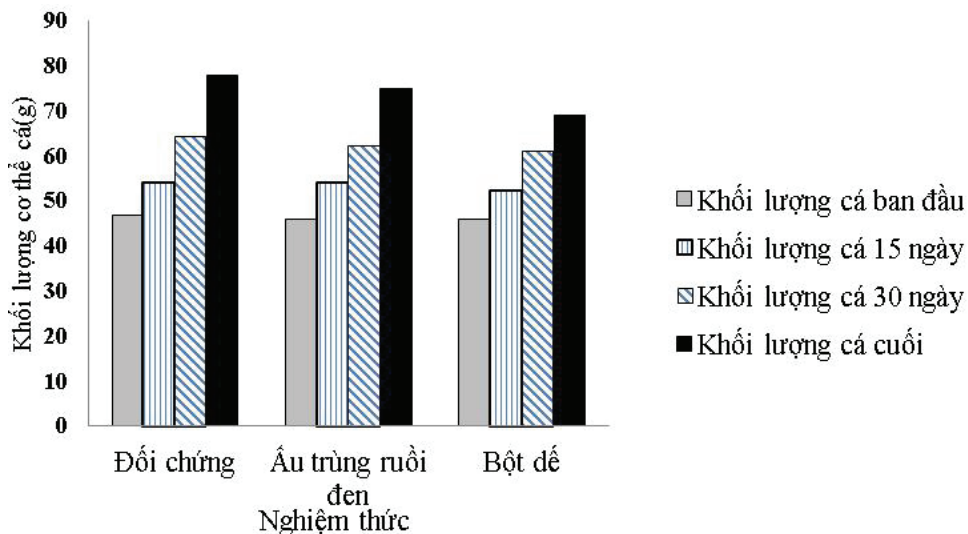
**1. Tốc độ sinh trưởng theo khối lượng**

Cá thí nghiệm được lựa chọn đồng cỡ, khỏe mạnh, không dị hình, xây xát, sạch bệnh. Khối lượng ban đầu của cá không có sự khác biệt về mặt thống kê ( $P > 0,05$ ). Sau 45 ngày nuôi khối lượng trung bình của cá rô phi đỏ ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ). Khối lượng trung bình cuối thí nghiệm ở đối chứng, ấu trùng ruồi đen và bột dế lần lượt là 77,9 g/con, 74,84 g/con và 69,03g/con. Điều này chứng tỏ việc thay thế 20% protein bột cá bằng bột ấu trùng ruồi đen và bột dế không làm ảnh hưởng đến sinh

**Bảng 3. Khối lượng trung bình cá rô phi đỏ trong các đợt thu mẫu**

Chỉ tiêu	Nghiệm thức		
	Đối chứng	Ấu trùng ruồi đen	Bột dế
$W_0$ (g/con)	46,83 <sup>a</sup> ± 0,99	46,03 <sup>a</sup> ± 0,68	45,83 <sup>a</sup> ± 0,65
$W_{15}$ (g/con)	54,27 <sup>a</sup> ± 3,49	54,27 <sup>a</sup> ± 0,49	52,47 <sup>a</sup> ± 1,45
$W_{30}$ (g/con)	64,33 <sup>a</sup> ± 2,76	62,20 <sup>a</sup> ± 2,01	61,03 <sup>a</sup> ± 1,54
$W_{45}$ (g/con)	77,90 <sup>a</sup> ± 11,27	74,84 <sup>a</sup> ± 0,54	69,03 <sup>a</sup> ± 1,05
DWG (g/ngày)	0,69 <sup>a</sup> ± 0,23	0,64 <sup>a</sup> ± 0,00	0,52 <sup>a</sup> ± 0,03
SRG <sub>w</sub> (%/ngày)	1,11 <sup>a</sup> ± 0,29	1,08 <sup>a</sup> ± 0,02	0,91 <sup>a</sup> ± 0,06

Ghi chú: các chữ cái trên cùng một hàng giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ), giá trị trong bảng thể hiện giá trị trung bình ± stdev.



**Hình 3. Khối lượng cá điều hồng cho ăn các loại thức ăn khác nhau (bột cá, bột dế và bột ấu trùng ruồi đen) trong suốt 45 ngày thí nghiệm**

trường của cá. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Phú Hòa & Nguyễn Văn Dũng (2010), khi sử dụng 20% protein bột tiền nhộng ruồi đen thay thế bột cá trong thức ăn cá lóc bông (*Chana micropeltes*) đạt sinh trưởng khối lượng cao nhất [2]. Một số kết quả nghiên cứu khác cho thấy nhộng ruồi đen có thể được sử dụng để thay thế nguồn protein trong khẩu phần thức ăn của cá rô phi [8, 9].

Tương tự khối lượng trung bình của cá cuối thí nghiệm, tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối (DWG) ở nghiệm thức đối chứng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ) với hai nghiệm thức có sử dụng 20% bột dế, bột ấu trùng ruồi đen trong công thức thức ăn. Điều này cho thấy, khi cho cá ăn thức ăn có sử dụng

20% bột dế thay thế bột cá và thức ăn có sử dụng 20% bột ấu trùng ruồi đen không làm ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối của cá rô phi đỏ.

**2. Tốc độ sinh trưởng về chiều dài**

Kết quả bảng 4 cho thấy sau khi nuôi được 45 ngày tốc độ sinh trưởng về chiều dài không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ) giữa các nghiệm thức, dao động trong khoảng 15,8 -16,81cm. Điều này chứng tỏ việc thay thế bột cá bằng bột ấu trùng ruồi đen và bột dế không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng về chiều dài của cá.

Giữa các nghiệm thức có tốc độ sinh trưởng chiều dài tuyệt đối sau 45 ngày nuôi tương đương nhau dao động trong khoảng 0,03-0,05 cm/ngày.



**Bảng 4. Chiều dài trung bình của cá trong quá trình thí nghiệm**

Chỉ tiêu	Đối chứng	Ấu trùng ruồi đen	Bột dế
$L_0$ (cm)	14,56 <sup>a</sup> ± 0,18	14,49 <sup>a</sup> ± 0,15	14,44 <sup>a</sup> ± 0,06
$L_{15}$ (cm)	15,26 <sup>a</sup> ± 0,52	15,02 <sup>a</sup> ± 0,126	14,91 <sup>a</sup> ± 0,24
$L_{30}$ (cm)	15,74 <sup>a</sup> ± 0,31	15,65 <sup>a</sup> ± 0,08	15,42 <sup>a</sup> ± 0,07
$L_{45}$ (cm)	16,81 <sup>a</sup> ± 0,64	16,24 <sup>a</sup> ± 0,55	15,8 <sup>a</sup> ± 0,71
DLG (cm/ngày)	0,05 <sup>a</sup> ± 0,011	0,04 <sup>a</sup> ± 0,01	0,03 <sup>a</sup> ± 0,02
SGR <sub>L</sub> (%/ngày)	0,32 <sup>a</sup> ± 0,06	0,25 <sup>a</sup> ± 0,05	0,2 <sup>a</sup> ± 0,09

Ghi chú: Trên cùng một hàng các số mang kí tự giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ).

### 3. Tỷ lệ sống và hệ số chuyển đổi thức ăn

**Bảng 5. Tỷ lệ sống và hệ số chuyển đổi thức ăn của cá trong quá trình thí nghiệm**

Chỉ tiêu	Đối chứng	Ấu trùng ruồi đen	Bột dế
Tỷ lệ sống (%)	98,33 <sup>a</sup> ± 2,89	98,33 <sup>a</sup> ± 2,89	100 <sup>a</sup> ± 0,00
FCR	1,73 <sup>a</sup> ± 0,86	1,68 <sup>a</sup> ± 0,18	2,05 <sup>a</sup> ± 0,18

Ghi chú: Trên cùng một hàng các số mang kí tự giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ).

Từ kết quả được trình bày ở bảng 5 cho thấy tỷ lệ sống của cá rô phi đỏ trong quá trình thí nghiệm rất cao dao động từ 98,33% - 100%. Các nghiệm thức đối chứng, bột dế và ấu trùng ruồi đen có giá trị tỷ lệ sống khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ), Như vậy, việc bổ sung 20% bột dế và bột ấu trùng ruồi đen thay thế bột cá trong khẩu phần ăn của cá rô phi đỏ không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá.

Tương tự, nghiên cứu của Nguyen và ctv (2009) trên cá cá rô phi đỏ (*Oreochromis sp.*) cho thấy cá có thể sử dụng thức ăn chế biến từ bánh dầu đậu nành hoặc bột đậu nành ly trích dầu để thay thế hoàn toàn đạm bột cá mà không làm ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống và hệ số chuyển đổi thức ăn [17].

Hệ số sử dụng thức ăn ở nghiệm thức có sử dụng 20% bột dế thay thế bột cá trong công thức thức ăn là 2,05, nghiệm thức đối chứng (1,73) và nghiệm thức có sử dụng 20% bột ấu trùng ruồi đen thay thế bột cá là 1,68. Khác biệt về hệ số chuyển đổi thức ăn không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ( $P > 0,05$ ). Kết quả này cao hơn nghiên cứu của Bondari và ctv (1987) sử dụng bột nhộng ruồi trong khẩu phần thức ăn cho cá nheo (*Channel catfish*) [8]. Bondari và ctv (1987) cho rằng có thể sử dụng 30% bột nhộng ruồi đen trong khẩu phần thức

ăn cho cá nheo mà không làm ảnh hưởng đến sinh trưởng về khối lượng cơ thể, tỉ lệ sống, hiệu quả sử dụng protein của cá [8]. St-Hilaire và ctv (2007) nghiên cứu trên cá hồi (*Rainbow trout*) và Bondari và ctv (1987) nghiên cứu trên cá nheo (*Channel catfish*) khi các tác giả này cho rằng có thể thay thế tối thiểu 25% bột cá bằng bột nhộng ruồi trong khẩu phần thức ăn cho các đối tượng trên mà không ảnh hưởng đến hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của cá [9, 18].

## IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Khối lượng và chiều dài của cá rô phi đỏ khi kết thúc thí nghiệm tăng lên rõ rệt. Tuy nhiên, sự sinh trưởng về chiều dài và khối lượng không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Tỷ lệ sống dao động từ 98,33 - 100%, FCR giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng 1,68 - 2,05.

Thức ăn của cá rô phi đỏ có thể thay thế 20% đạm bột cá bằng bột ấu trùng ruồi đen và bột dế mà không ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và tỷ lệ sống.

### 2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu thêm về khả năng thay thế bột cá bằng bột dế và bột ấu trùng ruồi đen trong khẩu phần ăn của một số đối tượng thủy sản khác.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO****Tiếng Việt**

1. Dương Trí Dũng, Nguyễn Thanh Phương, 1994. Tài liệu tập huấn: Kỹ thuật nuôi thủy sản nước ngọt.
2. Nguyễn Phú Hòa, Nguyễn Văn Dũng, 2010. Sử dụng nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trong thức ăn cho cá Lóc Bông (*Chanamicropeltes*). Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2016, tập 14, số 4: 590-597.
3. Lê Thanh Hùng, 2008. Bài giảng Dinh dưỡng và Thức ăn thủy sản. Đại học Nông Lâm TPHCM.
4. Mí Lan, 2017. Giải pháp cho thức ăn thủy sản từ ruồi lính đen. Thủy sản Việt Nam. <http://www.thuysanvietnam.com.vn/giai-phap-cho-thuc-an-thuy-san-tu-ruoi-linh-den-article-16651.tsvn>.
5. Dương Nhật Long, 2004. Kỹ thuật nuôi thủy sản nước ngọt. Khoa thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
6. Ngô Trọng Lư, Thái Bá Hồ, 2003. Kỹ thuật nuôi thủy đặc sản nước ngọt (Tập 11). Hà Nội: Nhà Xuất bản Nông nghiệp.
7. Huỳnh Như, 2017. Đạm côn trùng thay thế bột cá trong thức ăn thủy sản. <https://tepbac.com/tin-tuc/full/dam-con-trung-thay-the-bot-ca-trong-thuc-an-thuy-san-23912.html>.

**Tiếng Anh**

8. Bondari, K., Sheppard, D. C., 1981. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture*, 24: 103-109.
9. Bondari, K., Sheppard, D. C., 1987. Soldier fly *Hermetia illucens* L., as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquaculture Research*, 18(3): 209 – 220.
10. Da, C. T., Lundh, T., Lindberg, J. E. (2012). Evaluation of local feed resources as alternatives to fish meal in terms of growth performance, feed utilisation and biological indices of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Aquaculture*, 364: 150-156.
11. Elangovan, A., Shim, K. F., 2000. The influence of replacing fishmeal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). *Aquaculture*, 189 (1-2): 133-144.
12. El-Ebiary, E. H., 2005. Use of soybean meal and/or corn gluten meal as partial substitutes for fishmeal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerling diets. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 31(2): 432-442.
13. El-Sayed, A. M., Teshima, S., 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), fry. *Aquaculture*, 103(1): 55-63.
14. Hanley, F., 1987. The digestibility of foodstuffs and effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 66(2): 163-179.
15. Jhingran, V. G., 1991. Fish and Fisheries of India, 3<sup>rd</sup> ed. Hindustan Publishing Corporation, Delhi, India. p.727.
16. Newton, G. L., Sheppard, D. C., Watson, D. W., Burtle, G. J., Dove, C. R., Tomberlin, J. K., Thelen, E. E., 2005. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. . In *Symposium on the state of the science of Animal Manure and Waste Management* San Antonio, TX: 5-7.
17. Nguyen, T. N., Davis, D. A., Saoud, I. P., 2009. Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(1): 113-121.
18. St-Hilaire, S., Cranfill, K., McGuire, M. A., Mosley, E. E., Tomberlin, J. K., Newton, L., Sealey, W., Sheppard, C., Irving, S., 2007. Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(2): 309-313.