

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑/๒๕๖๔



Technical Paper No. 1/2021

ศึกษาการอนุบาลลูกปลิงทะเลชนิด *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 ระยะ
doliolaria จนถึงระยะ juvenile ด้วยอาหารต่างชนิดกัน
Study on nursing of sandfish *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 from
doliolaria stage to juvenile stage with different diets

ศุภกานต์ ชัยโชติรานนท์

Supakant Chaichotranunt

สุนิตา เลี่ยมใหม่

Sunita Liammai

วาสนา พรมราช

Wasana Promrach

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

Coastal Aquaculture Research and Development

Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperative



ศึกษาการอนุบาลลูกปลิงทะเลชนิด *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 ระยะ
doliolaria จนถึงระยะ juvenile ด้วยอาหารต่างชนิดกัน
Study on nursing of sandfish *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 from
doliolaria stage to juvenile stage with different diets

ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์
สุนิตา เลี่ยมใหม่
วาสนา พรมราช

Supakant Chaichotranunt
Sunita Liammai
Wasana Promrach

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ประจวบคีรีขันธ์
กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

Prachuap Khiri Khan Coastal Aquaculture Research
and Development Center
Coastal Aquaculture Research and Development
Division

กรมประมง
๒๕๖๔

Department of Fisheries
2021

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. การเตรียมลูกพันธุ์ปลิงทะเล	4
3. การเตรียมถังอนุบาล	5
4. การขยายพันธุ์ไดอะตอมในถังอนุบาลช่วงเริ่มต้น	7
5. การเตรียมอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเล	7
6. การดำเนินการทดลอง	9
7. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาล	10
8. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล	10
ผลการศึกษา	11
1. การเจริญเติบโต	11
2. อัตรารอดตาย	11
3. คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาลลูกปลิงทะเล	12
4. ต้นทุนการผลิตลูกพันธุ์ปลิงทะเล	12
สรุปและวิจารณ์ผล	13
คำขอบคุณ	15
เอกสารอ้างอิง	15

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตเฉลี่ยลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 2 และ 3 เดือน	11
2	อัตราการตายเฉลี่ยลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 2 และ 3 เดือน	11
3	คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาลลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน	12
4	ต้นทุนการผลิตลูกพันธุ์ปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน	13

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria	5
2	ถังสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria	6
3	พวงพลาสติกสำหรับให้ไดอะตอมและลูกปลิงทะเลยึดเกาะ	6
4	ถังอนุบาลที่เติมน้ำทะเลพร้อมสำหรับการขยายพันธุ์ไดอะตอมก่อนนำลูกปลิงทะเลลงอนุบาล	6
5	ถังอนุบาลที่ไดอะตอมขยายพันธุ์เคลือบบนพวงพลาสติกและผนังของถังอนุบาล	7
6	การขยี้เลนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร	8
7	สำหรับแยกกาดทะเลแห้งผ่านการปั่นจนละเอียดร่อนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 100 ไมครอน	8
8	อาหารสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเล	8
9	ลูกปลิงทะเลระยะ pentactula	9

ศึกษาการอนุบาลลูกปลิงทะเลชนิด *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 ระยะ doliolaria จนถึงระยะ juvenile ด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์* สุนิตา เลี่ยมใหม่ และ วาสนา พรมราช
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์

บทคัดย่อ

ศึกษาการอนุบาลลูกปลิงทะเล *Holothuria scabra* จากระยะ doliolaria จนถึงระยะ juvenile โดยใช้อาหารแตกต่างกัน แบ่งการศึกษาเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายสีไปฐ์ไลน่อง และชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผง อนุบาลลูกปลิงทะเลในถังอนุบาลทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 39x58x30 ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุน้ำ 60 ลิตร ภายในถังอนุบาลใส่พวงพลาสติกสำหรับให้ไดอะตอมและลูกปลิงทะเลยึดเกาะจำนวน 3 พวง/ถัง โดยมีพื้นที่ผิวในถังอนุบาลตามระดับน้ำในถังทั้งหมด 29,008.82 ตารางเซนติเมตร นำลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria ลงอนุบาลที่ความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเซนติเมตร ในชุดการทดลองที่ 1 เติมหิวเชื้อ *Amphora* sp. ปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในถังอนุบาล ในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เติมหิวเชื้อแต่ละสูตรปริมาณ 5 กรัม/ถัง ทุกชุดการทดลองเติมหิวเชื้อทุกวันเว้นวันเริ่มตั้งแต่นำลูกปลิงทะเลลงอนุบาลในวันแรก ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 3 เดือน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตราการตายเมื่ออนุบาลได้ 2 และ 3 เดือน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ผลการอนุบาลเป็นเวลา 2 เดือน ลูกปลิงทะเลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตายเฉลี่ยมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีความยาวเฉลี่ย 6.30 ± 0.63 และ 6.03 ± 0.36 มิลลิเมตร อัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ย 0.097 ± 0.011 และ 0.092 ± 0.006 มิลลิเมตร/ตัว/วัน อัตราการตายเฉลี่ย 6.17 ± 0.46 และ 5.84 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ ผลการอนุบาลเป็นเวลา 3 เดือน ปลิงทะเลในชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดคือ ความยาวเฉลี่ย 20.98 ± 0.56 มิลลิเมตร และอัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ย 0.227 ± 0.006 มิลลิเมตร/ตัว/วัน แตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตราการตายเฉลี่ยในชุดการทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุด 3.54 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับต้นทุนการผลิตลูกปลิงทะเลต่อตัวชุดการทดลองที่ 3 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดคือ 6.70 บาท/ตัว

จากผลการอนุบาลลูกปลิงทะเลในเดือนที่ 2 ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) สำหรับในเดือนที่ 3 ชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดแต่มีอัตราการตายต่ำกว่าชุดการทดลองที่ 3 เมื่อพิจารณาจากความคุ้มทุนในการอนุบาล ชุดการทดลองที่ 3 มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด จึงสรุปได้ว่า การอนุบาลลูกปลิงทะเลจากระยะ doliolaria ถึงระยะ juvenile ด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผงให้ผลผลิตสูงและมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด

คำสำคัญ : ปลิงทะเล, อาหารต่างชนิด, การอนุบาล, สาหร่ายผักกาดทะเล

*ผู้รับผิดชอบ : ๔๔๘ หมู่ ๑ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ๗๗๐๐๐

โทร ๐-๓๒๖๖-๑๑๓๓ e-mail : supakant.ch@gmail.com

Study on nursing of sandfish *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 from doliolaria stage to juvenile stage with different diets

Supakant Chaichotranunt*, Sunita Liammai and Wasana Promrach

Prachuap Khiri Khan Coastal Aquaculture Research and Development Center

Abstract

Study on the effect of 3 different diets on growth performance and survival rate was conducted in sandfish *Holothuria scabra* from doliolaria stage to juvenile stage. There were 3 treatments (T1, T2 and T3) each with 3 replication as followed; T1- nursing of sandfish by using diatom *Amphora* sp. (feeding sandfish with diatom at 1%V/V of culture water), T2- nursing of sandfish by using diatom *Amphora* sp. and fine mud mixed with *Spirulina* sp. powder (feeding sandfish with diatom and supplemented with 5 grams of mud - *Spirulina* sp. powder mixture) and T3- nursing of sandfish by using diatom *Amphora* sp. and fine mud mixed with sea lettuce powder. (feeding sandfish with diatom and supplemented with 5 grams of mud - sea lettuce powder mixture). The sandfishes were randomly distributed into 9 rectangular plastic tanks (39x58x30 cm³ with total surface area of 29,008.82 cm², water volume of 60 liters) at initial stocking density of 1 individual/cm². The 3 bunches of plastic sheets were placed in the tanks as substrates for diatom and sandfish settlement. The experimental diets were filled in the nursing tanks every 2 days. Sandfishes growth and survival rate were measured at 2 and 3 month of nursing period.

After nursing period of 2 month, the growth performance and survival rate of the sandfish showed no significant differences ($P > 0.05$) between T2 and T3. However, T2 and T3 were significantly different from T1 ($P < 0.05$). T2 and T3 the sandfish had the average body length of 6.30 ± 0.63 and 6.03 ± 0.36 mm., rate of average body length increase as 0.097 ± 0.011 and 0.092 ± 0.006 mm./individual/day., average survival rate of 6.17 ± 0.46 and $5.84 \pm 0.57\%$. At the end of nursing period of 3 months, The growth performance of the sandfish showed that T2 had the highest average body length and rate of average body length increase of 20.98 ± 0.56 mm. and 0.227 ± 0.006 mm./individual/day which was significantly higher than both T1 and T3 ($P < 0.05$). However, the sandfish in T3 had a survival rate of $3.54 \pm 0.18\%$, which was significantly higher than both T1 and T2 ($P < 0.05$). The production cost of sandfish in the T3 was lowest cost calculated as 6.70 baht/individual.

From the results of nursing sandfish at 2 month the growth performance and survival rate of the sandfish showed no significant differences ($P > 0.05$) between T2 and T3. At the end of nursing period of 3 months T2 had the highest growth performance and T 3 had the highest survival rate. When the considered the cost of nursing T3 had a lowest production cost. Therefore concluded that nursing of sandfish from doliolaria stage to juvenile stage by using diatom and fine mud mixed with sea lettuce powder had the highest productivity and lowest production cost.

Key words: sandfish *Holothuria scabra*, different diets, nursing, sea lettuce *Ulva rigida*

*Corresponding author: 448 Moo 1 Klongwan, Muang District, Prachuap Khiri Khan 77000.
Tel.0-3266-1133 e-mail: supakant.ch@gmail.com

คำนำ

ปลิงทะเลเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอาศัยอยู่บริเวณหน้าดินตามแนวชายฝั่งทะเล มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลโดยทำหน้าที่ช่วยลดสารอินทรีย์ในระบบห่วงโซ่อาหาร ปลิงทะเลจะใช้หนวดจับตะกอนดินที่มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารและดูดซับสารอินทรีย์เอาไว้ หลังจากนั้นจึงขับถ่ายออกมาเป็นตะกอนดินที่สะอาด (จารุภัทร, 2550; Aqudo 2006; Tehranifard and Rahimibashar, 2012) นอกจากนี้ความสำคัญทางระบบนิเวศแล้วปลิงทะเลยังเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกด้วย มีการนำปลิงทะเลขึ้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคเนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยาและอาหารเสริมสำหรับในประเทศไทยมีการจับปลิงทะเลขึ้นมาใช้ประโยชน์ในปริมาณมาก ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ (Munprasit, 2008) โดยเฉพาะปลิงทะเลชนิด *Holothuria scabra* ที่มีความต้องการของตลาดสูง ราคาขายปลิงทะเลสดจากชาวประมงน้ำหนัก 400-500 กรัม/ตัว ราคา 500 บาท/กิโลกรัม ปลิงทะเลตากแห้ง ราคา 3,000-7,000 บาท/กิโลกรัม จากการที่เป็นสัตว์น้ำมีมูลค่าสูง ทำให้ถูกจับขึ้นมาจำนวนมากจนไม่สามารถเกิดทดแทนตามธรรมชาติได้ทัน ดังนั้นในบางพื้นที่ที่มีการกำหนดมาตรการภายในชุมชน เช่น จัดสรรโควตาการจับปลิงทะเลได้ครัวเรือนละไม่เกิน 10 ตัว/วัน และการรับซื้อปลิงทะเลที่มีน้ำหนักมากกว่า 300 กรัม เป็นต้น เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณการประมงปลิงทะเลในพื้นที่

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ กรมประมง ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ และอนุบาลปลิงทะเลชนิด *H. scabra* มาตั้งแต่ พ.ศ. 2551 มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ มาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มอัตราการรอดตาย และเพิ่มปริมาณผลผลิตในการปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ อีกทั้งมีการทดลองเลี้ยงในบ่อดินเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดใหม่ แต่จากการศึกษาพบว่าการอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ *doliolaria* จนถึงระยะ *juvenile* ซึ่งเป็นระยะที่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการดำรงชีวิตจากการล่องลอยในมวลน้ำมาลงเกาะพื้นผิววัสดุ มีการพัฒนาหนวด (*tantacle*) ขึ้นมาเพื่อจับกินไดอะตอมและสารอินทรีย์ที่ปกคลุมอยู่บนผิววัสดุที่ลูกปลิงทะเลลงเกาะ ในช่วงระยะนี้ปลิงทะเลยังมีอัตราการรอดตายต่ำมาก อาจเนื่องจากไดอะตอมที่เตรียมไว้สำหรับเป็นอาหารของลูกปลิงทะเลมีปริมาณไม่เพียงพอต่อปริมาณการกินของลูกปลิง จึงมีการศึกษาการใช้อาหารผสมร่วมด้วย โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ *pentactula* จนถึงระยะ *juvenile* ขนาด 1 เซนติเมตร โดยใช้อาหารผสมประกอบด้วยเลนละเอียด อาหารกุ้งทะเล และสาหร่ายสไปรูลิน่า ในอัตรา 70:15:15 กรัม มาทดแทนการอนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียวพบว่าการอนุบาลด้วยอาหารผสม มีอัตราการรอดตาย 3.84 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการอนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียว (ธเนศและคณะ, 2560) การศึกษาของ Xia *et al.* , (2012) พบว่าการอนุบาลลูกปลิงทะเลชนิด *Apostichopus japonicas* โดยใช้สาหร่ายทะเลแตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ *Sargassum thunbergii*, *Sargassum polycystum*, *Zostera marina*, *Ulva lactuca*, *Laminaria japonica* และ *Laminaria japonica* แบบต้มสุก โดยการนำสาหร่ายทะเลแต่ละชนิดไปอบแห้งและบดเป็นผง ผสมกับเลนละเอียดในอัตราส่วน สาหร่าย:เลน เท่ากับ 30:70 กรัม ให้อาหารลูกปลิงทะเลวันละ 1 มื้อ เมื่ออนุบาลลูกปลิงทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วย *Ulva lactuca* มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 0.80 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์/วัน และเมื่อนำอาหารไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบโปรตีน 3.42 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 76.30 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการอนุบาลลูกปลิงทะเลโดยการใช้ไดอะตอมเพียงอย่างเดียว มักประสบปัญหาไดอะตอมไม่เพียงพอต่อการกินของลูกปลิงทะเลโดยเฉพาะในช่วงฤดูมรสุมท้องฟ้าปิดแสงแดดไม่เพียงพอต่อการแบ่งเซลล์ของไดอะตอมในบ่ออนุบาลลูกปลิงทะเลส่งผลให้อัตราการรอดตายของลูกปลิงทะเลต่ำ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในการอนุบาล ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้อาหารที่มีส่วนผสมของเลนละเอียดกับสาหร่าย

ทะเลผง เพื่อนำมาใช้อนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ *doliolaria* จนถึงระยะ *juvenile* โดยสาหร่ายทะเลที่เลือกใช้ คือ สาหร่ายสไปรูลีนาแบบผง ที่มีปริมาณโปรตีนสูงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถหาซื้อได้ง่าย และสาหร่ายผักกาดทะเล *Ulva rigida* ที่สามารถเพาะเลี้ยงเองได้ในบ่อดินหรือบ่อคอนกรีต และเป็นสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีน 10.37-22.41 เปอร์เซ็นต์ (มนทกานติ และคณะ, 2559) สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบผลอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของลูกปลิงทะเลชนิด *H. scabra* ระยะ *doliolaria* จนถึงระยะ *juvenile* ที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp.

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายสไปรูลีนาผง

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลิงทะเลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผง

ดำเนินการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

2. การเตรียมลูกพันธุ์ปลิงทะเล

การเตรียมลูกพันธุ์ปลิงทะเลเริ่มจากการนำพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลชนิด *H. scabra* ที่รวบรวมได้จากธรรมชาติ น้ำหนักมากกว่า 250 กรัม/ตัว นำมากระตุ้นให้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วยการแช่ในสาหร่ายสไปรูลีนาเข้มข้น 0.75 กรัม/น้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 60 นาที เมื่อพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลปล่อยน้ำเชื้อและไข่ออกมา เก็บรวบรวมและนำมาผสมกันในอัตราส่วน ไข่:น้ำเชื้อ 1:15 แล้วนำลงถังพักในอัตราความหนาแน่น 1 ฟอง/มิลลิลิตร เมื่อไข่พัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะ *auricularia* อนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสที่อัตราความหนาแน่น 1 ตัว/มิลลิลิตร (ธนศ และคณะ, 2560) เปลี่ยนถ่ายน้ำในถังอนุบาล 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกวันเว้นวัน ให้อาหารเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวชนิด *Isochrysis* sp. ผสม *Chaetoceros* sp. ปริมาณความหนาแน่นเซลล์รวมกัน 10,000-15,000 เซลล์/มิลลิลิตร อนุบาลเป็นเวลา 12-15 วัน ลูกปลิงทะเลจะเริ่มพัฒนาเข้าสู่ระยะ *doliolaria* (ภาพที่ 1) โดยยังมีลูกปลิงทะเลระยะ *auricularia* บนอยู่ คัดแยกลูกปลิงทะเลระยะ *doliolaria* ผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 600 ไมครอน รวบรวมลูกปลิงทะเลที่คัดแยกได้มาสูบน้ำจำนวนเพื่อทำการทดลองต่อไป



ภาพที่ 1 ลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria

3. การเตรียมถังอนุบาล

ถังสำหรับใช้ออนุบาลเป็นถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 39x58x30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความจุน้ำทั้งหมดประมาณ 68 ลิตร บริเวณปากถังติดตั้งท่อพีวีซีขนาด 1/2 นิ้วพร้อมวาล์วน้ำสำหรับนำน้ำทะเลลงถังอนุบาล และบริเวณท้ายถังอนุบาลติดตั้งท่อพีวีซีขนาด 1/2 นิ้ว สำหรับเป็นท่อน้ำล้นออกจากถังอนุบาล (ภาพที่ 2) ก่อนนำลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria ลงอนุบาลในถังทดลอง 5 วัน นำฟวงพลาสติกสำหรับให้ไดอะตอมและลูกปลิงทะเลยึดเกาะที่ทำจากถุงพลาสติกใช้แล้วมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 20x30 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 3) จำนวน 6 แผ่น/ฟวง มัดมุมด้านใดด้านหนึ่งเข้าด้วยกันเป็นช่องว่างด้วยตุ้มปูนเพื่อไม่ให้ฟวงพลาสติกลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำ ใส่ฟวงพลาสติกลงในถังจำนวน 3 ฟวง/ถัง เปิดน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยกระบอกกรองน้ำขนาดตากรอง 10 ไมครอน ลงในถังอนุบาลจนได้ปริมาตร 60 ลิตร ใส่หัวทรายสำหรับให้อากาศในถังอนุบาลถังละ 1 หัว (ภาพที่ 4) สำหรับพื้นที่ผิวในถังทดลองโดยวัดความสูงของถังอนุบาลตามระดับน้ำที่เติมลงในถังรวมกับพื้นที่ผิวฟวงพลาสติกมีพื้นที่รวมทั้งหมด 29,008.82 ตารางเซนติเมตร โดยคำนวณพื้นที่ผิวในถังอนุบาลได้ดังนี้

1. พื้นที่ผิวในถังอนุบาลตามระดับน้ำที่เติมในถัง 60 ลิตร (39x58x26.53 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

- พื้นที่ผิวถังอนุบาลด้านยาว 2 ด้าน

$$\text{ขนาด } 58 \text{ เซนติเมตร} \times 26.53 \text{ เซนติเมตร} \times 2 \text{ ด้าน} = 3,077.48 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

- พื้นที่ผิวถังอนุบาลด้านกว้าง 2 ด้าน

$$\text{ขนาด } 39 \text{ เซนติเมตร} \times 26.53 \text{ เซนติเมตร} \times 2 \text{ ด้าน} = 2,069.34 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

- พื้นก้นถังอนุบาล

$$\text{ขนาด } 39 \text{ เซนติเมตร} \times 58 \text{ เซนติเมตร} = 2,262 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\text{รวมพื้นที่ผิวของถังอนุบาลเท่ากับ } 7,408.82 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

2. พื้นที่ผิวฟวงพลาสติกจำนวน 3 ฟวง/ถัง (แผ่นพลาสติก 18 แผ่น/ถัง)

$$\text{ขนาด } 20 \text{ เซนติเมตร} \times 30 \text{ เซนติเมตร} \times 2 \text{ ด้าน} \times 18 \text{ แผ่น/ถัง} = 21,600 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\text{รวมพื้นที่ผิวในถังอนุบาลทั้งหมด } 7,408.82 + 21,600 = 29,008.82 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



ภาพที่ 2 ถังสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria



ภาพที่ 3 พวงพลาสติกสำหรับให้ไดอะตอมและลูกปลิงทะเลยึดเกาะ



ภาพที่ 4 ถังอนุบาลที่เติมน้ำทะเลพร้อมสำหรับการขยายพันธุ์ไดอะตอมก่อนนำลูกปลิงทะเลลงอนุบาล

4. การขยายพันธุ์ไดอะตอมในถังอนุบาลช่วงเริ่มต้น

เมื่อเตรียมน้ำทะเลและพวงพลาสติกในถังอนุบาลทุกชุดการทดลองแล้วเติมปุ๋ยชนิด Na_2SiO_3 ความเข้มข้น 1 ppm, NaH_2PO_4 ความเข้มข้น 10 ppm, FeCl_3 ความเข้มข้น 3 ppm, KNO_3 ความเข้มข้น 100 ppm และเติมหัวเชื้อไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. ปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในถังอนุบาล ลูกปลิงทะเล (600 มิลลิลิตร/60 ลิตร) ระหว่างการใส่หัวเชื้อไดอะตอมปิดอากาศภายในถังเป็นเวลา 20-30 นาที เพื่อให้หัวเชื้อ ไดอะตอมลงไปเกาะบนพวงพลาสติกหรือบริเวณผนังของถังอนุบาล ปล่อยังถังอนุบาลให้ได้รับแสงแดดเป็นเวลา 5 วัน หรือเมื่อสังเกตเห็นไดอะตอมเกิดขึ้นเป็นฟิล์มสีน้ำตาลเคลือบอยู่ที่ผนังถังและบนพวงพลาสติก (ภาพที่ 5) ก็สามารถนำลูกปลิงทะเลระยะ *doliolaria* ลงอนุบาลได้



ภาพที่ 5 ถังอนุบาลที่ไดอะตอมขยายพันธุ์เคลือบบนพวงพลาสติกและผนังของถังอนุบาล

5. การเตรียมอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเล

อาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของเลนละเอียดและสาหร่ายทะเลผงโดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

การเตรียมเลน นำเลนที่ได้จากทะเลมาแยกวัสดุขนาดใหญ่ออกโดยขยี้เลนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6) นำเลนที่แยกวัสดุขนาดใหญ่ออกแล้วไปตากแดดให้แห้งสนิทแล้วนำมาร้อนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 100 ไมครอน (Xia *et al.*, 2012) ซึ่งเลนหลังผ่านการร้อนแล้วมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 15 ไมครอน และวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ด้วยวิธี Walkley-Black มีปริมาณ 9.56 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสาหร่ายทะเลผง

สาหร่ายผักกาดทะเลผง นำสาหร่ายผักกาดทะเลสดจากการเพาะเลี้ยงในบ่อคอนกรีตสำหรับขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเล (ในบ่อขุนเลี้ยงประกอบด้วยพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลและปลาสด) โดยสาหร่ายได้รับสารอาหารที่เกิดจากเศษอาหารเหลือและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำในบ่อขุนเลี้ยง เลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลเป็นเวลา 35-40 วัน เก็บรวบรวมสาหร่ายมาล้างทำความสะอาดและนำมาตากแดดประมาณ 1-2 วัน นำสาหร่ายผักกาดทะเลแห้งปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารเอนกประสงค์ แล้วร้อนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 100 ไมครอน (ภาพที่ 7) สาหร่ายผักกาดทะเลผงหลังผ่านการร้อนแล้วมีขนาด 10-90 ไมครอน ส่งตัวอย่างสาหร่ายทะเลแห้งตรวจวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด (มีความชื้น 13.36 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 16.09 เปอร์เซ็นต์)

สำหรับสายโปรไลน่าผง ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำระดับโปรตีน 55 เปอร์เซ็นต์ ขนาด 10-15 ไมครอน (ข้อมูลที่ระบุบนบรรจุภัณฑ์)

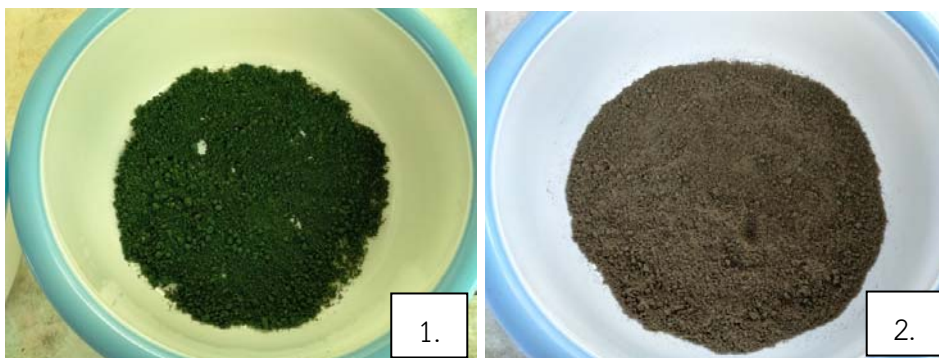
การผสมอาหาร นำเลนที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 100 ไมครอน มาผสมกับสายทะเลตามชุดการทดลองที่กำหนด ในอัตราส่วน เลน:สายทะเล 70:30 กรัม (Xia *et al.*, 2012) คลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 6 การขี้เลนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร



ภาพที่ 7 สายทรายผักกาดทะเลแห้งผ่านการปั่นจนละเอียดร่อนผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 100 ไมครอน



ภาพที่ 8 อาหารสำหรับอนุบาลลูกปลิงทะเล

1. เลนผสมสายโปรไลน่าผง
2. เลนผสมสายผักกาดทะเลแห้ง

6. การดำเนินการทดลอง

6.1 การอนุบาลลูกปลิงทะเล

ดำเนินการทดลองโดยนำลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria ความยาว 0.5 มิลลิเมตร ลงอนุบาลในถังที่ขยายพันธุ์ไดอะตอมเตรียมไว้สำหรับลูกปลิงทะเลเรียบร้อยแล้ว โดยใส่ลูกปลิงทะเลลงในถังอนุบาลอัตราความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเซนติเมตร (29,000 ตัว/ถัง) (ธเนศ และคณะ, 2560) ลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria เป็นระยะที่ไม่กินอาหาร (non-feeding stage) แต่ในการอนุบาลจะเตรียมใส่อาหารไว้ในถังอนุบาลตั้งแต่วันแรกที่น่าปลิงทะเลลงอนุบาลเนื่องจากลูกปลิงทะเลบางส่วนจะทยอยพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ลงเกาะพื้นใช้หนวดจับอาหารเข้าปาก ในช่วงอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria 1-10 วัน ทำการสูบลูกปลิงทะเลมาประเมินจำนวนและสภาพความสมบูรณ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การลงเกาะ เมื่อลูกปลิงทะเลลงเกาะพื้นผิวถังอนุบาลและแผ่นพลาสติกจนหมด จึงเปิดน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยกระบอกกรองขนาดตากรอง 10 ไมครอน ให้ไหลผ่านถังอนุบาลในช่วง 1 เดือนแรก ปริมาตร 0.25 ลิตร/นาที่ และในช่วงเดือนที่ 2 ปรับเป็นปริมาตร 0.5 ลิตร/นาที่



ภาพที่ 9 ลูกปลิงทะเลระยะ pentactula

6.2 การจัดการระหว่างการทดลอง

ในช่วงการอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria 1-10 วัน ยังไม่เปิดน้ำทะเลไหลผ่านถังอนุบาล ทำการดูดตะกอนก้นถังอนุบาลโดยให้น้ำที่ดูดออกมาไหลผ่านตะแกรงกรองขนาดช่องตา 200 ไมครอน เพื่อให้ลูกปลิงทะเลที่ติดออกมากับน้ำซึ่งมีขนาด 400-600 ไมครอน ค้างอยู่บนตะแกรงกรองหลังจากดูดตะกอนเสร็จก็นำลูกปลิงทะเลไปตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นนำกลับลงถังอนุบาลและเติมน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยกระบอกกรองขนาดตากรอง 10 ไมครอน ตามปริมาตรน้ำที่ถูกดูดออกมามีดำเนินการทุกวันเว้นวัน

เมื่อลูกปลิงทะเลพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula จนหมดแล้วเปิดน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยกระบอกกรองขนาดตากรอง 10 ไมครอน ให้ไหลผ่านถังอนุบาลปริมาตร 0.25 ลิตร/นาที่ ทำการดูดตะกอนสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยใช้ตะแกรงกรองขนาดช่องตา 200 ไมครอน รongรับปลิงทะเลที่ติดออกมากับน้ำ นำลูกปลิงทะเลไปตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์หลังจากนั้นนำลูกปลิงทะเลกลับลงถังอนุบาล

การให้อาหารลูกปลิงทะเล ทุกชุดการทดลองก่อนนำลูกปลิงทะเลลงอนุบาลดำเนินการขยายพันธุ์ ไตอะตอมให้เคลื่อนบนพื้นผิวของถังอนุบาลและพวงพลาสติก หลังจากนั้นนำลูกปลิงทะเลระยะ doliolaria ลงอนุบาล ดำเนินการให้อาหารแต่ละชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เติมหิวเชื้อไตอะตอมปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในถังทุกวันเว้นวัน

ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ให้อาหารสูตรเลนผสมสาหร่ายสไปรูไลน่าผาง และเลนผสมสาหร่าย ผักกาดทะเลผง ตามชุดการทดลองที่กำหนด ปริมาณ 5 กรัม/ถัง ตั้งแต่วันแรกที่นำปลิงทะเลระยะ doliolaria ลงอนุบาลในถังและดำเนินการทุกวันเว้นวัน เนื่องจากต้องการให้ลูกปลิงทะเลที่พัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ได้รับอาหารแต่ละสูตรพร้อมไตอะตอมตั้งแต่วันแรกที่พัฒนาลงเกาะพื้น โดยก่อนให้นำอาหาร แต่ละชุดการทดลองมาละลายในน้ำทะเล อาหารหลังจากละลายน้ำแล้วมีลักษณะเป็นผงตะกอนขนาดเล็ก ก่อนใส่อาหารลงถังอนุบาลปิดลมในถังอนุบาลเพื่อให้อาหารตกลงไปเคลือบกับพื้นผิวถังอนุบาลและแผ่น พลาสติก หลังจากนั้นประมาณ 10 นาที จึงเปิดลมในถังอนุบาล

7. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาล

7.1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังอนุบาล ได้แก่

- อุณหภูมิ (Temperature) วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ดำเนินการทุกวัน
- ความเค็ม (Salinity) วัดด้วย Salinometer ยี่ห้อ ATAGO ดำเนินการทุกวัน
- ความเป็นกรด-ด่าง หรือพีเอช (pH) วัดด้วย pH meter รุ่น LAB 860 ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- ความเป็นด่าง (Alkalinity) ตามวิธี Potentiometric titration method (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, 2551) ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- แอมโมเนียรวม (Total Ammonia) ตามวิธี Indophenol blue method (Strickland and Parsons, 1972) ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- ไนไตรท์ (Nitrite) ตามวิธี Diazotization method (Strickland and Parsons, 1972) ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

7.2 วัดความเข้มแสง (Light intensity) ด้วย lux meter ดำเนินการทุกวันวันละ 3 ครั้ง เวลา 9.00, 13.00 และ 16.00 น.

8. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 เมื่ออนุบาลลูกปลิงทะเลเป็นเวลา 2 เดือน เก็บรวบรวมลูกปลิงทะเลในถังอนุบาลทั้งหมดโดยใช้ฟุ้งกันปิดลูกปลิงออกจากพวงพลาสติกและผนังของถังอนุบาล นับจำนวนลูกปลิงทะเลทั้งหมดและสุ่มลูกปลิงทะเล จำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ของลูกปลิงทะเลในแต่ละซ้ำเพื่อวัดความยาว หลังจากนั้นนำลูกปลิงทะเลอนุบาลต่อในแต่ละชุดการทดลองจนครบ 3 เดือน จึงเก็บรวบรวมปลิงทะเลทั้งหมดภายในถังมานับจำนวนเพื่อหาอัตราการรอดตายและสุ่มวัดความยาวเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต

8.2 นำข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายแต่ละชุดการทดลอง โดยวิธี Tukey's HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

8.3 ดำเนินการรวบรวมข้อมูลค่าวัสดุอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายตลอดระยะเวลาการอนุบาลลูกปลิงทะเล มาคำนวณต้นทุนการผลิตลูกปลิงทะเลต่อตัวในแต่ละชุดการทดลอง

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโต

เมื่ออนุบาลลูกปลิงทะเลจากระยะ doliolaria เป็นเวลา 2 และ 3 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกันของความยาวเฉลี่ยและอัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในเดือนที่ 2 ลูกปลิงทะเลในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ทั้ง 2 ชุดการทดลองแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับในเดือนที่ 3 ชุดการทดลองที่ 2 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 3 และชุดการทดลองที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตเฉลี่ยลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 2 และ 3 เดือน

การเจริญเติบโต	ชุดการทดลอง		
	1	2	3
ความยาวเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	0.51±0.02 ^a	0.51±0.02 ^a	0.51±0.02 ^a
ความยาวเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 2 เดือน (มิลลิเมตร)	4.10±0.39 ^b	6.30±0.63 ^a	6.03±0.36 ^a
อัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 2 เดือน (มิลลิเมตร/ตัว/วัน)	0.060±0.006 ^b	0.097±0.011 ^a	0.092±0.006 ^a
ความยาวเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 3 เดือน (มิลลิเมตร)	15.65±0.46 ^c	20.98±0.56 ^a	17.59±1.07 ^b
อัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 3 เดือน (มิลลิเมตร/ตัว/วัน)	0.168±0.005 ^c	0.227±0.006 ^a	0.190±0.012 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

อัตราการตาย

เมื่ออนุบาลลูกปลิงทะเลจากระยะ doliolaria เป็นเวลา 2 และ 3 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกันของจำนวนปลิงทะเลเฉลี่ยและอัตราการตายเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในเดือนที่ 2 ลูกปลิงทะเลในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ทั้ง 2 ชุดการทดลองแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับในเดือนที่ 3 ชุดการทดลองที่ 3 มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อัตราการตายเฉลี่ยลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 2 และ 3 เดือน

อัตราการตาย	ชุดการทดลอง		
	1	2	3
จำนวนเริ่มต้น (ตัว)	29,000	29,000	29,000
จำนวนเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 2 เดือน (ตัว)	435.00±82.02 ^b	1,790.00±134.35 ^a	1,695.50±166.17 ^a
อัตราการตายเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 2 เดือน (เปอร์เซ็นต์)	1.50±0.28 ^b	6.17±0.46 ^a	5.84±0.57 ^a
จำนวนเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 3 เดือน (ตัว)	394.50±14.21 ^b	531.50±72.83 ^b	1,026.5±51.61 ^a
อัตราการตายเฉลี่ยเมื่ออนุบาล 3 เดือน (เปอร์เซ็นต์)	1.36±0.04 ^b	1.83±0.25 ^b	3.54±0.18 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาลลูกปลิงทะเล

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในถังอนุบาลลูกปลิงทะเลทั้ง 3 ชุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์พบว่า พารามิเตอร์ส่วนใหญ่ในทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2560) ยกเว้นค่าแอมโมเนียในชุดการทดลองที่ 2 ในบางช่วงของการทดลองมีค่าสูงถึง 0.935 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับปริมาณแสงบริเวณถังอนุบาลเฉลี่ยในรอบวันทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำและสภาพแวดล้อมในถังอนุบาลลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง								
	1			2			3		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD.	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD.	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD.
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27	30.5	29.41 ±0.79 ^a	27	30.5	29.40 ±0.80 ^a	27	30.5	29.40 ±0.78 ^a
ความเค็ม (ppt)	32	32	32.00 ±0.00 ^a	32	32	32.00 ±0.00 ^a	32	32	32.00 ±0.00 ^a
pH	7.75	7.85	7.82 ±0.04 ^a	7.65	7.87	7.80 ±0.08 ^a	7.54	7.84	7.77 ±0.11 ^a
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	102	121.5	113.41 ±6.70 ^a	101	130	116.41 ±9.08 ^a	104	127	116.41 ±8.58 ^a
แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.030	0.516	0.152 ±0.183 ^a	0.085	0.935	0.488 ±0.414 ^a	0.042	0.663	0.174 ±0.242 ^a
ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.004	0.300	0.095 ±0.108 ^a	0.006	0.351	0.094 ±0.036 ^a	0.003	0.384	0.096 ±0.159 ^a
ปริมาณแสง (ลักซ์)	100	490	300.69 ±146.28 ^a	100	495	300.24 ±146.51 ^a	100	495	300.64 ±146.28 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ต้นทุนการผลิตลูกพันธุ์ปลิงทะเล

จากการศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตลูกพันธุ์ปลิงทะเลจากระยะ doliolaria จนถึงระยะ juvenile ขนาด 2 เซนติเมตร ใช้ระยะเวลา 3 เดือน พบว่าในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีต้นทุนค่าอาหารตลอดรอบการผลิต 500, 347 และ 190 บาท ตามลำดับ และมีต้นทุนการผลิตรวมค่าใช้จ่ายทุกประเภทโดยคิดเป็นต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว 18.27, 13.25 และ 6.70 บาท/ตัว ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3 มีต้นทุนค่าอาหารและต้นทุนการผลิตต่อตัวน้อยที่สุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ต้นทุนการผลิตลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ชุดการทดลอง	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ผลผลิตเฉลี่ย/ถัง (ตัว)	ต้นทุนคงที่ (บาท)	ต้นทุนผันแปร (บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)	ราคาต้นทุนการผลิต/ตัว (บาท/ตัว)
1	1.36±0.04	394.50±14.21	2,524.42	4,674.40	7,198.82	18.27
2	1.83±0.25	531.50±72.83	2,524.42	4,518.75	7,043.17	13.25
3	3.54±0.18	1,026.5±51.61	2,524.42	4,363.10	6,887.52	6.70

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ *doliolaria* ถึงระยะ *juvenile* ด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าอาหารแต่ละชนิดที่ใช้อนุบาลลูกปลิงทะเลส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย โดยในการศึกษาครั้งนี้เลือกช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายเป็น 2 ช่วง คือช่วงหลังจากนำลูกปลิงทะเลลงอนุบาลในถังสำหรับลงเกาะเป็นเวลา 2 และ 3 เดือน เนื่องจากช่วงเวลา 2 เดือนลูกปลิงทะเลมีการเจริญเติบโตจนสังเกตเห็นตัวลูกปลิงทะเลด้วยตาเปล่าและสามารถใช้ฟุ้งกันปิดลูกปลิงทะเลออกจากพื้นผิววัสดุได้ง่ายสะดวกต่อการเก็บข้อมูลและลดความสูญเสียลูกปลิงทะเลจากกระบวนการเก็บข้อมูล และเมื่ออนุบาลลูกปลิงทะเลเป็นเวลา 3 เดือน ปลิงทะเลมีความยาว 1.5-2.0 เซนติเมตร เป็นช่วงที่มีจำนวนลูกปลิงทะเลลงไปอาศัยอยู่ที่พื้นถึงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ต้องเปลี่ยนรูปแบบการอนุบาลโดยนำไปอนุบาลในบ่อที่ปูพื้นด้วยทรายและเริ่มให้อาหารสำเร็จรูป

การศึกษาในช่วงเวลา 2 เดือน พบว่าลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมและเลนผสมสาหร่ายสไปรูไลน่า และลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมและเลนผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผสม มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกัน และให้ผลดีกว่าการอนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาจากขนาดของอาหารที่ใช้อนุบาล พบว่าขนาดของอาหารผสมจะมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดปากของลูกปลิงทะเล โดยขนาดปากของลูกปลิงทะเลหลังลงเกาะพื้น 7 วัน มีขนาดปากระหว่าง 19-23 ไมครอน (ธนศ และคณะ, 2563) ซึ่งขนาดของอาหารทดลองครั้งนี้พบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่ามีขนาด 10-15 ไมครอน สาหร่ายผักกาดทะเลผสมมีขนาด 10-90 ไมครอน และเลนมีขนาดเล็กกว่า 15 ไมครอน เป็นไปได้ว่าปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมร่วมกับเลนละเอียดผสมสาหร่ายทะเลผสมทั้ง 2 ชนิด มีส่วนผสมของอาหารที่มีขนาดเหมาะสมกับปากของปลิงทะเลในปริมาณที่มากกว่าในถังที่อนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียว รวมถึงเลนที่ใช้ผสมอาหารมีปริมาณสารอินทรีย์ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลิงทะเล ซึ่งในธรรมชาติปลิงทะเลใช้หนวดจับตะกอน ทราย เลน และสาหร่ายเซลล์เดียวเข้าปากแล้วกรองสารอินทรีย์ที่อยู่ในตะกอนเข้าสู่ร่างกาย (Aquado, 2006) สำหรับในช่วงเดือนที่ 3 ลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมและเลนผสมสาหร่ายสไปรูไลน่ามีอัตราการรอดตายต่ำ แต่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด เป็นผลจากสาหร่ายสไปรูไลน่าที่มีน้ำหนักเบาเมื่อใส่ลงไปถังอนุบาลเกิดฟุ้งกระจายทำให้ลูกปลิงทะเลจับอาหารกินได้ยากและมีอาหารบางส่วนตกลงไปตามซอกหรือรอยพับของพวงพลาสติกเกิดการเน่าเสียกลายเป็นก๊าซแอมโมเนียในถังอนุบาล ซึ่งพบมีค่าแอมโมเนียสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ในบางช่วงของการอนุบาล ส่งผลให้อัตราการรอดตายของลูกปลิงทะเลต่ำ สอดคล้องกับการรายงานของ Purcell *et al.* (2006) ที่เลี้ยงปลิงทะเล *H. scabra* ร่วมกับกุ้งทะเลชนิด *Litopenaeus styliostris* พบปริมาณแอมโมเนียในถังเลี้ยงสูงถึง 0.95 มิลลิกรัม/ลิตร ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายที่ต่ำกว่าปลิงทะเลที่เลี้ยงเชิงเดี่ยว ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้ปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมและเลนผสมสาหร่ายสไปรูไลน่า

มีอัตราการตายต่ำจำนวนปลิงทะเลในถังอนุบาลเหลือน้อยทำให้มีอาหารและพื้นที่อาศัยเหลืออยู่ค่อนข้างมาก ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

สำหรับสาหร่ายผักกาดทะเลผงเมื่อใส่ลงถังอนุบาลแล้วไม่ฟุ้งกระจายในน้ำ ปลิงทะเลสามารถจับกินได้ง่าย ทำให้อาหารเหลือน้อย มีของเสียภายในถังอนุบาลน้อยกว่า ปลิงทะเลจึงมีอัตราการรอดที่ดี ดังนั้นเมื่อความหนาแน่นในถังอนุบาลมากปริมาณอาหารอาจไม่เพียงพอทำให้ปลิงทะเลมีขนาดเล็กกว่าการอนุบาลด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสไปรูไลน่า สำหรับสาหร่ายผักกาดทะเลหรือสาหร่ายชนิดอื่นๆ ในสกุลเดียวกันสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบอาหารสำหรับอนุบาลปลิงทะเล Xia *et al.* (2012) รายงานว่าการใช้ *Ulva lactuca* ผงผสมกับเลนในอัตราส่วน สาหร่าย:เลน 30:70 กรัม สามารถใช้อุบลลูกปลิงทะเลชนิด *Apostichopus japonicas* ซึ่งมีพฤติกรรมการกินอาหารคล้ายกับปลิงทะเลชนิด *H. scabra* ให้มีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด 0.80 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์/วัน โดยใน *U. lactuca* มีองค์ประกอบของโปรตีน 3.42 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 76.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง *U. rigida* ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณโปรตีน 16.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการศึกษาของ Xia *et al.* (2012)

ลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตและอัตราการตายต่ำที่สุด เป็นผลจากการได้รับอาหารที่ไม่หลากหลายและปริมาณไดอะตอมที่ไม่เพียงพอต่อการกินของลูกปลิงทะเล เนื่องจากไดอะตอมในถังอนุบาลต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ และระยะเวลาเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์แต่เมื่อเติมไดอะตอมลงในถังอนุบาลก็จะถูกปลิงทะเลจับกินจนหมดหรือเหลือปริมาณน้อยจนไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้ทัน และขนาดของไดอะตอมบางเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าปากของปลิงทะเล การใช้ไดอะตอมเพียงอย่างเดียวจึงไม่เหมาะสมกับการอนุบาลลูกปลิงทะเล จำเป็นต้องใช้อาหารชนิดอื่นๆ ร่วมกับ ศุภกานต์ และคณะ (2558) รายงานว่าการอนุบาลลูกปลิงทะเลชนิด *H. scabra* ขนาด 2-3 เซนติเมตร ด้วยไดอะตอมร่วมกับอาหารกึ่งบดละเอียดลูกปลิงทะเลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายสูงกว่าการอนุบาลด้วยไดอะตอมเพียงอย่างเดียว โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.04 ± 0.34 กรัม ความยาวเฉลี่ย 3.09 ± 0.37 เซนติเมตร และอัตราการตายเฉลี่ย 68.66 ± 9.16 เปอร์เซ็นต์ และ Mazlan, 2015 รายงานว่าก่อนนำลูกปลิงทะเล *H. scabra* ระยะ doliolaria ลงอนุบาลในถังลงเกาะต้องเตรียมสาหร่ายสไปรูไลน่าผง, สาหร่ายทะเลผง, ไดอะตอม และหญ้าทะเลปั่น ใส่ลงในถังอนุบาลให้เคลือบบนแผ่นพลาสติกสำหรับเป็นอาหารลูกปลิงทะเล

ความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลิงทะเลทุกชุดการทดลองเท่ากับ 32 ppt เป็นความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะ juvenile ซึ่ง Sembiring *et al.* (2019) รายงานว่าความเค็ม น้ำทะเล 24-34 ppt เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกปลิงทะเลจนถึงระยะ juvenile ส่งผลให้ลูกปลิงทะเลมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายสูง

ต้นทุนการผลิตลูกพันธุ์ปลิงทะเลในชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผง มีต้นทุนการผลิตต่อตัวน้อยที่สุดเนื่องจากในชุดการทดลองนี้ให้ผลผลิตลูกปลิงทะเลต่อถังสูงที่สุดและมีค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารสำหรับการอนุบาลลูกปลิงทะเลต่ำที่สุด โดยสาหร่ายผักกาดทะเลที่นำมาใช้ทำอาหารสามารถเพาะเลี้ยงได้ภายในบ่อพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลหรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ และสามารถบริหารจัดการการใช้สาหร่ายโดยเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์ 70-80% ส่วนที่เหลือใช้เป็นต้นพันธุ์โดยใช้เวลา 35-40 วันสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อีกครั้ง ซึ่งช่วยลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตอาหารสำหรับการอนุบาลปลิงทะเลได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าการอนุบาลลูกปลิงทะเลจากระยะ doliolaria จนถึงระยะ juvenile ลูกปลิงทะเลที่อนุบาลด้วยไดอะตอมชนิด *Amphora* sp. และเลนละเอียดผสมสาหร่ายผักกาดทะเลผงมีอัตราการตายสูงที่สุด ต้นทุนในการผลิตต่ำ ระหว่างการอนุบาลมีคุณภาพน้ำที่ดี แต่การอนุบาลในช่วงเดือนที่ 2-3 ต้องพิจารณาจัดการลดความหนาแน่นและปรับปริมาณอาหารให้เพียงพอและเหมาะสม

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานผลิตพันธุ์สัตว์น้ำ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ทุกท่านที่ช่วยเหลือการปฏิบัติงานวิจัยเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ และคณะกรรมการวิชาการกองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งช่วยกรุณาตรวจแก้ไข และให้คำแนะนำในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- จารุภัทร วงศ์จักร. 2550. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกินอาหารของปลิงทะเลชนิด *Holothuria leucospilota*: ชนิดตะกอนดิน. โครงการครุวิจัย-วิทยาศาสตร์ทางทะเล. โรงเรียนสวนบุญโญภิรมย์, ลำพูน. 31 หน้า.
- ธเนศ พุ่มทอง, สุนิตา เลี่ยมใหม่, ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์, กัญจน์ พรหมจินดา, ประเสริฐ โคภณ, ยศวินต์ ตินิกุล, รัชก ตินิกุล และ จารุวรรณ ผลเจริญ. 2560. การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงปลิงทะเล (*Holothuria scabra*, jaeger 1833) และการเพิ่มผลผลิตในการเพาะเลี้ยงโดยใช้ฮอร์โมนควบคุมการพัฒนาต่อมเพศ และการผลิตเซลล์สืบพันธุ์. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.). 238 หน้า.
- ธเนศ พุ่มทอง, ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์, วาสนา พรมราช และ สุนิตา เลี่ยมใหม่. 2563. การพัฒนาต่อมยอดการเพาะเลี้ยงปลิงทะเล *Holothuria scabra* เชิงพาณิชย์. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.). 57 หน้า.
- มนทกานติ ท้ามตัน, ชัชวาลี ชัยศรี, ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์, จีรรัตน์ เกื้อแก้ว และ นฎา ไส้ทองคำ. 2559. คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) และการประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931). เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2559. กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 25 หน้า.
- ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์, ธเนศ พุ่มทอง และ นพดล ภูพานิช. 2558. การเปรียบเทียบผลผลิตลูกปลิงทะเล (*Holothuria scabra* Jaeger, 1833) ที่อนุบาลด้วยอาหารธรรมชาติกับอาหารเสริม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2558. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.
- สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. 2551. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 233 หน้า.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2560. เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล 2560 ประกาศ ณ วันที่ 6 กันยายน 2560. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 134 ตอนพิเศษ 288 ง ลงวันที่ 23 พฤศจิกายน 2560. 28-37.
- Aquado, N. 2006. Hatchery sea cucumber technique. Austrarian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), The Secretariat of the Pacific Community (SPC) and the World Fish Center, Australia. 43 p.
- Mazlan N. 2015. Spawning induction and larval rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Malaysia. *SPC Beche-de-mer Information Biletin* 35 : 32-36.
- Munprasit, R. 2008. Sea cucumbers Fisheries, Utilization, and trade in Thailand. In: Southeast Asian Fisheries Development Center. Report of the study on Sea Cucumber Fisheries, Utilization and Trade in Southeast Asia 2007-2008. Bangkok, Thailand. p. 95-112.

- Purcell, S. W., J. Patrois and N. Fraisse. 2006. Experimental evaluation of co-culture of juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra* (Jaeger), with juvenile blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *Aquaculture Research* 37(5) : 515-522.
- Sembiring S.B.M, G.S. Wibawa, J.H. Hutapea and I.N.A. Giri. 2019. The effect of salinity on survival, growth and immunity rate of sea cucumber (*Holothuria scabra*) juveniles. *Biotropia* 26(3) : 163-171.
- Strickland J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 167, Ottawa. 310 pp.
- Tehranifard A. and M.R. Rahimibashar. 2012. Description a Sea Cucumber Species *Holothuria atra* Jaeger, 1833 from Kish Island Iran (Echinodermata : Holothuroidea). *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 2(12): 12660-12664.
- Xia S., Hongsheng Y., Yong L., Shilin L., Yi Z. and Lili Z. 2012. Effect of different seaweed diets on growth, digestibility and ammonia-nitrogen production of the sea cucumber *Apostichopus japonicas* (Selenka). *Aquaculture* 338-341 : 304-308.

