

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๕๘



Technical Paper No. 2/2015

การอนุบาลม้าน้ำหนาม *Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913
ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

Nursing of Hedgehog Seahorse (*Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913)
with Different Live Feeds

สามารถ เดชสถิตย์
อรกัญญา เม่งหยู

Samart Detsathit
Ornkanya Mengyu

กองวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๕๘



Technical Paper No. 2/2015

การอนุบาลม้าน้ำหนาม *Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913
ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

Nursing of Hedgehog Seahorse (*Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913)
with Different Live Feeds

สามารถ เดชสถิตย์
อรกัญญา เม่งหยู

Samart Detsathit
Ornkanya Mengyu

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่
กองวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
๒๕๕๘

Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center
Coastal Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
2015

รหัสทะเบียนวิจัย 56-0345-56075

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	5
วิธีดำเนินการ	5
ผลการศึกษา	9
วิจารณ์ผล	13
เอกสารอ้างอิง	16

การอนุบาลม้าน้ำหนาม *Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913 ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

สามารถ เดชสถิตย์* และ อรกัญญา เม่งหญ
ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกม้าน้ำหนาม *Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913 ระยะแรกเกิดถึงอายุ 14 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดมี 3 ชุดการทดลองและ 4 ซ้ำ ทำการทดลองในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร ใส่ลูกม้าน้ำหนามแรกเกิด (ความสูง 0.55 ± 0.03 เซนติเมตร น้ำหนัก 3.3 ± 0.3 มิลลิกรัม) 25 ตัว/ตู้ อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิตที่แตกต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ โคฟีพอด (ความหนาแน่น 2 ตัว/มิลลิลิตร) อาร์ทีเมีย (ความหนาแน่น 2 ตัว/มิลลิลิตร) และโรติเฟอร์ (ความหนาแน่น 10 ตัว/มิลลิลิตร) ผลการทดลองพบว่าลูกม้าน้ำหนามที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ตายหมดเมื่ออายุ 5 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีอัตราการรอด $73 \pm 9\%$ ความสูง 2.36 ± 0.23 เซนติเมตร และน้ำหนัก 70.7 ± 16.7 มิลลิกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียซึ่งมีอัตราการรอด 1% โดยมีลูกม้าน้ำหนามรอดตายเพียง 1 ตัวจาก 4 ซ้ำ ตัวที่รอดตายมีความสูง 1.07 เซนติเมตร และน้ำหนัก 9.4 มิลลิกรัม จากการศึกษาการเลือกกินอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหารเมื่อให้อาหารพร้อมกันทั้ง 3 ชนิด และศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารพบว่า ลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหารชอบกินโคฟีพอดมากที่สุด จากการทดลองสรุปได้ว่า โคฟีพอดเป็นอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกม้าน้ำหนามแรกเกิดถึงอายุ 14 วัน เมื่อเทียบกับอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์

คำสำคัญ: ม้าน้ำหนาม อาหารมีชีวิต โคฟีพอด อาร์ทีเมีย โรติเฟอร์

*ผู้รับผิดชอบ : ๑๔๑ ม.๖ ต.ไสไทย อ.เมือง จ.กระบี่ ๘๑๐๐๐ โทร. ๐ ๗๕๖๖ ๒๐๖๐

e-mail : detsathit@hotmail.com

Nursing of Hedgehog Seahorse (*Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913) with Different Live Feeds

Samart Detsathit* and Ornkanya Mengyu

Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

Abstract

The aim of this study was to determine suitable live feeds for the rearing of juvenile hedgehog seahorse (*Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913) from birth to 14 days. It was completely randomized designed and conducted in 45x90x45 cm glass boxes. After birth, the juveniles (height=0.55±0.03 cm, body weight=3.3±0.3 mg) were randomly divided into 3 experimental groups and 4 replications as follows: group A fed copepod, *Oithona* spp., with density 2 copepod/ml; group B fed enriched-artemia nauplii with density 2 artemia/ml and group C fed rotifer with density 10 rotifer/ml. At the final, the survival rate, height and body weight of juvenile fed copepod were 73±9%, 2.36±0.23 cm and 70.7±16.7 mg, respectively. Only one juvenile (survival rate 1%) with 1.07 cm height and 9.4 mg body weight survived from group B and no survival from group C. Survival rate, height and body weight of juvenile fed copepod were significantly higher than other groups. Moreover, feed preference of juveniles when reared with a mixed diet containing rotifer, copepod and artemia was studied and evaluated through gut content analysis. It indicated that newborn hedgehog seahorse preferred to feed on copepod in first feeding period. In conclusion, copepod may be considered a suitable live prey for nursing juvenile hedgehog seahorse compared to enriched-artemia nauplii and rotifer.

Key words: Hedgehog seahorse, *Hippocampus spinosissimus*, live feed, copepod, artemia, rotifer

* Corresponding author: 141 Moo 6 Saithai, Muang, Krabi 81000 Tel. 0 7566 2060
e-mail : detsathit@hotmail.com

คำนำ

ม้าน้ำหนามหรือ Hedgehog seahorse (*Hippocampus spinosissimus* Weber, 1913) แพร่กระจายทั่วไปตามแนวชายฝั่งของไทย โดยทั่วไปอาศัยอยู่ที่ระดับความลึกมากกว่า 8 เมตร มักเกาะอยู่กับปะการังอ่อน กัลปังหา สาหร่ายทะเล หรือหญ้าทะเลตามพื้นทรายใกล้ ๆ กับแนวปะการัง ขนาดใหญ่สุดมีความสูง 17.2 เซนติเมตร ระยะเริ่มสืบพันธุ์มีความสูง 10.4 เซนติเมตรหรือมีอายุ 6-12 เดือน วางไข่สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปีแต่ช่วงที่พบมากคือเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จำนวนลูกที่เกิดต่อครั้งมากที่สุดเท่าที่มีรายงาน 683 ตัว (เสาวภา, 2548; Lourie *et al.*, 2004) ม้าน้ำเป็นผู้ล่าประเภทดักซุ่ม กินอาหารที่มีชีวิตและมีการเคลื่อนไหว ขนาดอาหารต้องเหมาะสมกับขนาดปาก อาหารทั่วไปได้แก่ สัตว์กลุ่มครัสเตเชียขนาดเล็ก ลูกปลาวัยอ่อน และสัตว์ขนาดเล็กอื่น ๆ (Foster and Vincent, 2004)

ม้าน้ำถูกจับมาใช้ประโยชน์ทั้งในลักษณะที่มีชีวิตและม้าน้ำตากแห้ง ม้าน้ำมีชีวิตถูกนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม ส่วนม้าน้ำตากแห้งนำไปทำเป็นส่วนผสมในยาแผนโบราณ (Koldewey and Martin-Smith, 2010) ส่วนผสมในเครื่องดื่มบำรุงกำลัง หรือทำเป็นสินค้าของที่ระลึก (วรเทพ, 2547) ม้าน้ำตากแห้งส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากการทำประมงประเภทต่าง ๆ เช่น อวนรุน อวนลาก ส่วนการทำประมงม้าน้ำมีชีวิตมักส่งขายเป็นปลาสวยงามเนื่องจากมีราคาสูงกว่า ในปี 2545 มีการประมาณการว่าในแต่ละปีทั่วโลกมีการค้าขายม้าน้ำตากแห้งประมาณ 24.5 ล้านตัว หรือ ประมาณ 70 ตัน และมีการค้าขายม้าน้ำมีชีวิตอีกประมาณ 460,000 ตัว (วรเทพ, 2547) ประเทศที่นำเข้าม้าน้ำมาก 5 อันดับแรกได้แก่ จีน(และฮ่องกง) ไต้หวัน สิงคโปร์ เกาหลี และญี่ปุ่น ส่วนประเทศผู้ส่งออกหลักได้แก่ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย เวียดนาม และอินเดีย จากการสำรวจล่าสุด Perry *et al.* (2010) รายงานว่าประเทศมาเลเซียและไทยเป็นผู้ส่งออกม้าน้ำรายใหญ่ของโลก มีการส่งออกจากไทยปีละประมาณ 10,500 กิโลกรัม ผลผลิตมาจากการจับภายในประเทศประมาณ 6,600 กิโลกรัม ส่วนที่เหลือเป็นการนำเข้าจากประเทศอื่นเพื่อส่งออก

จำนวนม้าน้ำในธรรมชาติลดลงอย่างมากจนถึงระดับเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์หากมีการจัดการไม่เหมาะสม มันจึงถูกจัดเข้าไปเป็นสัตว์คุ้มครองตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ หรือ ซีเตส (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) บัญชี 2 (Appendix II) ในปี พ.ศ. 2545 และมีผลบังคับใช้เมื่อปี พ.ศ. 2547 (วรเทพ, 2547; Vincent and Koldewey, 2006) การทำการค้าต้องอยู่ในความควบคุมหรือจำกัดปริมาณเพื่อไม่ให้มีผลเสียหายหรือจำนวนประชากรลดลงอย่างรวดเร็วจนใกล้สูญพันธุ์

ม้าน้ำหนามเป็น 1 ใน 9 ชนิดของม้าน้ำที่ถูกจับจากธรรมชาติเป็นปริมาณมากเพื่อนำมาขายในตลาด เป็นชนิดที่ยังไม่มีการเพาะพันธุ์เพื่อการค้า (Vincent and Koldewey, 2006; Koldewey and Martin-Smith, 2010) หากเพาะพันธุ์ม้าน้ำชนิดนี้ได้จะเกิดประโยชน์ทั้งด้านการอนุรักษ์และด้านเศรษฐกิจ เพราะนอกจากทำให้ม้าน้ำไม่ต้องเสี่ยงกับการสูญพันธุ์แล้วยังทำให้เกิดอาชีพและธุรกิจเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงม้าน้ำแบบยั่งยืนได้ในอนาคต ในระดับโลกการเพาะเลี้ยงม้าน้ำยังอยู่ในระยะแรกของการพัฒนา (Vincent and Koldewey, 2006) สำหรับการเพาะเลี้ยงม้าน้ำในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาการเพาะพันธุ์ม้าน้ำดำ หรือ *H. kuda* (สุรพล, 2544) ซึ่งในปัจจุบันสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในระดับหนึ่งแต่ยังมีอัตราการรอดที่ไม่สูงเพียงพอที่จะนำมาใช้สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงม้าน้ำในเชิงพาณิชย์ได้ (เสาวภา, 2548) เอกสารวิชาการเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ม้าน้ำหนามยังไม่มีกรณีตีพิมพ์ แต่ในส่วนของกรมประมงโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ประสบความสำเร็จเบื้องต้นในการอนุบาลม้าน้ำหนามตั้งแต่ พ.ศ. 2547 (สามารถ, 2551 ก,ข) แต่ไม่ได้ตีพิมพ์เป็นเอกสารทางวิชาการ ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2552 เว็บไซต์ Look at Vietnam รายงานข่าวว่า Nha Trang Oceanography Institute ประเทศเวียดนามสามารถอนุบาลม้าน้ำหนามได้สำเร็จ มี

จำนวนมากกว่า 1,000 ตัว อัตรารอด 50% ซึ่ง Ho Thi Hoa ตำแหน่ง engineer ของสถาบันดังกล่าวให้สัมภาษณ์ว่าอัตราการรอดระดับนี้ถือว่าสูงเนื่องจากม้าน้ำชนิดนี้อนุบาลยากเมื่อเทียบกับม้าน้ำชนิดอื่น อย่างไรก็ตามในเนื้อข่าวไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีอนุบาล (Look at Vietnam, 2009)

ความยากและความท้าทายในการอนุบาลม้าน้ำอยู่ที่ระยะเริ่มกินอาหาร (First feeding) ลูกม้าน้ำแรกเกิดมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับปลาอีกหลาย ๆ ชนิดซึ่งน่าจะอนุบาลได้ง่าย แต่กลับพบว่าอัตราการรอดต่ำมากในช่วงแรกของการอนุบาล ทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาการเลี้ยงม้าน้ำเชิงพาณิชย์ (Palma *et al.*, 2011) ลูกม้าน้ำเป็นนักล่าตั้งแต่กำเนิด ไม่ยอมรับอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารที่ไม่มีชีวิต แต่เลือกกินอาหารมีชีวิตเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้น ลูกม้าน้ำต้องการอาหารที่มีคุณภาพ และสัดส่วนสารอาหารที่เหมาะสมโดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) อาหารมีชีวิตที่นิยมใช้ในการอนุบาลลูกม้าน้ำระยะเริ่มกินอาหารได้แก่ โคพีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ (Job *et al.*, 2002; Vincent and Koldewey, 2006; Koldewey and Martin-Smith, 2010; Willadino *et al.*, 2012; Souza-Santos *et al.*, 2013)

โคพีพอดเป็นอาหารตามธรรมชาติของปลาทะเลรวมถึงม้าน้ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงแต่เพาะเลี้ยงได้ยาก (Payne and Rippingale, 2000) สามารถรวบรวมจากธรรมชาติหรือจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ จากการทดลองอนุบาลม้าน้ำระยะเริ่มกินอาหารด้วยโคพีพอดทั้งการให้แบบอาหารชนิดเดียวหรือให้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นพบว่าส่วนใหญ่ทำให้ม้าน้ำมีอัตราการรอดดี (Job *et al.*, 2002; Murugan *et al.*, 2009; Willadino *et al.*, 2012)

อาร์ทีเมียเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่ยอมใช้ในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำหลาย ๆ ชนิด เนื่องจากง่ายต่อการจัดการ แต่เป็นที่ทราบกันว่าอาร์ทีเมียมีสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) ที่ไม่ตรงหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกม้าน้ำ จึงมีการเสริมกรดไขมันที่จำเป็นให้กับอาร์ทีเมื่อก่อนนำไปใช้และพบว่าทำให้อัตรารอดของม้าน้ำบางชนิดดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เสริมกรดไขมัน อย่างไรก็ตามการใช้อาร์ทีเมียแรกฝึกในการอนุบาลลูกม้าน้ำชนิดต่างๆ ในระยะเริ่มกินอาหารมีทั้งที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ (Payne and Rippingale, 2000; Palma *et al.*, 2011; Weiss, 2012)

โรติเฟอร์เป็นอาหารมีชีวิตที่นิยมมากที่สุดในการอนุบาลปลาทะเลทั่วไป เนื่องจากเพาะเลี้ยงได้ง่าย ขนาดเล็ก เหมาะสมสำหรับระยะเริ่มกินอาหารของปลาหลาย ๆ ชนิด จากรายงานการอนุบาลม้าน้ำด้วยโรติเฟอร์ที่ผ่านมามีพบว่าบางชนิดไม่ประสบความสำเร็จ ยกเว้นในม้าน้ำ *H. trimaculatus* มีอัตราการรอด 29% ที่อายุ 6 วัน (Murugan *et al.*, 2009) และในม้าน้ำ *H. ingens* มีอัตราการรอด 21.5% ที่อายุ 35 วัน เมื่ออนุบาลด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว (Ortega-Salas and Reyes-Bustamante, 2006)

จากการศึกษาที่ผ่านมาสรุปได้ว่า การใช้โคพีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ในการอนุบาลม้าน้ำแต่ละชนิดในระยะเริ่มกินอาหารได้ผลแตกต่างกันไป แสดงว่าม้าน้ำแต่ละชนิดมีการยอมรับอาหารในระยะเริ่มกินอาหารที่ต่างกัน การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกอาหาร 3 ชนิดนี้มาทดลองอนุบาลลูกม้าน้ำหนามในระยะเริ่มกินอาหารเพื่อศึกษาชนิดของอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกม้าน้ำหนาม โดยพิจารณาจากอัตราการรอดและการเติบโต รวมถึงศึกษาการเลือกกินอาหารของลูกม้าน้ำหนามเมื่อให้อาหารพร้อมกันทั้ง 3 ชนิด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอัตราการรอดและการเติบโตของม้าน้ำหนามระยะแรกเกิดถึงอายุ 14 วันเมื่ออนุบาลด้วยอาหารมีชีวิต 3 ชนิด ได้แก่ โคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์
2. ศึกษาการเลือกกินอาหารของม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหารเมื่อให้อาหารมีชีวิตพร้อมกัน 3 ชนิด ได้แก่ โคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์

วิธีดำเนินการ

1. การศึกษาอัตราการรอดและการเติบโต

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) มี 3 ชุดการทดลอง และ 4 ซ้ำ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลด้วยโคฟีพอด
- ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย
- ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลด้วยโรติเฟอร์

1.2 วิธีการทดลอง

1.2.1 การเตรียมลูกม้าน้ำ

เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ม้าน้ำหนามขนาดความสูง 10-15 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) ในบ่อคอนกรีตขนาดความจุ 4 ลูกบาศก์เมตร มีระบบกรองทรายภายในบ่อ ให้กุ้งเคยมีชีวิตเป็นอาหารอย่างเพียงพอ เมื่อม้าน้ำผสมพันธุ์วางไข่ ตัวผู้เก็บรักษาไข่ที่ผสมแล้วไว้ในถุงหน้าห้อง ประมาณ 2 สัปดาห์หลังการผสมถุงหน้าห้องพ่อแม่จะอูมเป่ง ย้ายพ่อแม่ไปไว้ในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร เป็นตู้โล่ง ไม่มีระบบกรอง มีเฉพาะการให้อากาศผ่านหัวทราย 1 หัว เมื่อพ่อแม่ม้าน้ำคลอดลูกหมดแล้ว จึงนำพ่อแม่กลับบ่อพ่อแม่พันธุ์ จากนั้นสุ่มแบ่งลูกม้าน้ำเพื่อใช้ในการทดลอง

1.2.2 การเตรียมอาหารมีชีวิตชนิดต่างๆ

- โคฟีพอด รวบรวมจากบ่อดินสำหรับเลี้ยงปลาทะเลภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ ซ้อนรวบรวมด้วยสวิงที่ทำจากผ้ากรองขนาดตา 120 ไมครอน กรองเศษขยะออกด้วยสวิงขนาดตา 400 ไมครอน จากการจำแนกชนิดพบว่ามากกว่า 99% เป็นโคฟีพอดชนิด *Oithona* spp. (ภาพที่ 1) โคฟีพอดที่รวบรวมได้เป็นระยะวัยรุ่นและตัวเต็มวัยมีความยาว 315-753 ไมครอน เฉลี่ย 585 ± 113 ไมครอน และความกว้าง 110-241 ไมครอน เฉลี่ย 168 ± 27 ไมครอน (ตารางที่ 1)

- อาร์ทีเมีย ได้จากการฟักไข่อาร์ทีเมียเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แยกตัวอ่อนออกจากเปลือกไข่และเสริมกรดไขมันโดยใช้กรดไขมันสำเร็จรูป Easy DHA Selco[®] ที่ระดับความเข้มข้น 50 ส่วนในล้าน เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ความหนาแน่นอาร์ทีเมียไม่เกิน 100 ตัว/มิลลิลิตร เสร็จแล้วล้างอาร์ทีเมียให้สะอาดและนำไปอนุบาลลูกม้าน้ำหนาม อาร์ทีเมียที่ใช้มีความยาว 512-613 ไมครอน เฉลี่ย 561 ± 27 ไมครอน และความกว้าง 184-218 ไมครอน เฉลี่ย 201 ± 11 ไมครอน

- โรติเฟอร์ ได้จากการเพาะเลี้ยงด้วยระบบดั้งเดิมโดยใช้คลอเรลลาเป็นอาหาร โรติเฟอร์ที่ใช้มีความยาว 101-207 ไมครอน เฉลี่ย 149 ± 23 ไมครอน และความกว้าง 71-141 ไมครอน เฉลี่ย 108 ± 18 ไมครอน

1.2.3 การเตรียมตู้ทดลองและการจัดการ

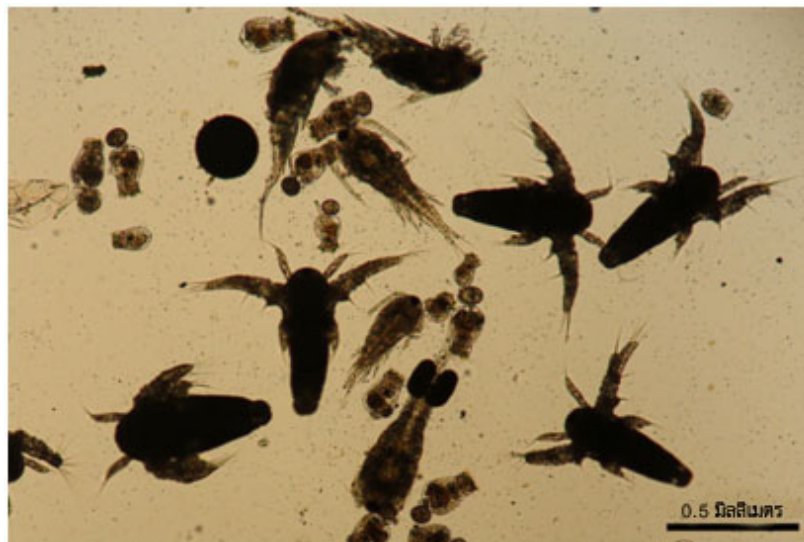
อนุบาลม้าน้ำหนามแรกเกิดถึงอายุ 14 วัน ในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ ใส่ น้ำทะเลความเค็ม 28 ส่วนในพัน ตู้ละ 120 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายตู้ละ 1 หัว น้ำที่ใช้ตลอดการทดลองเป็นน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 20-25 ส่วนในล้าน สุ่มลูกม้าน้ำแรกเกิดจากครอกเดียวกันลงเลี้ยงในตู้ 25 ตัว/ตู้ และเริ่มให้อาหารทันที การให้อาหารจะให้อาหารมากเกินไปทุกวันโดยมีการจัดการดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลด้วยโคพีพอด ความหนาแน่น 2 ตัว/มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย ความหนาแน่น 2 ตัว/มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ ความหนาแน่น 10 ตัว/มิลลิลิตร พร้อมกับใส่คลอเรลลาให้มีความหนาแน่น 0.5×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร

ทุกวันในตอนเช้าก่อนให้อาหารทำการดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 80% เติมน้ำใหม่ซ้ำ ๆ ผ่านถุกรองเพื่อป้องกันความเครียดของม้าน้ำ หลังจากนั้นจึงใส่อาหารในแต่ละตู้ให้มีความหนาแน่นตามที่กำหนด



ภาพที่ 1 อาหารมีชีวิตที่ใช้ในการทดลองได้แก่ โคพีพอด (*Oithona* spp.) อาร์ทีเมีย และ โรติเฟอร์

ตารางที่ 1 ขนาดอาหารมีชีวิตที่ใช้ในการทดลองอนุบาลม้าน้ำหนาม

ชนิดอาหาร	ความยาว (ไมครอน)			ความกว้าง (ไมครอน)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย±sd	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย±sd
โคพีพอด	315	753	585±113	110	241	168±27
อาร์ทีเมีย	512	613	561±27	184	218	201±11
โรติเฟอร์	101	207	149±23	71	141	108±18

1.3 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1 อัตรารอด

บันทึกจำนวนม้าน้ำที่ตายในแต่ละตู้ทุกวัน และนับจำนวนของม้าน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพื่อหาอัตรารอด

1.3.2 ความสูงและน้ำหนัก

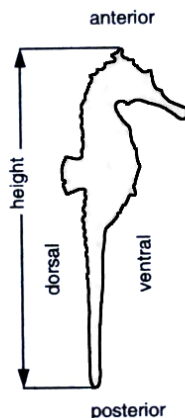
สุ่มวัดความสูงและน้ำหนักลูกม้าน้ำหนามแรกเกิด อายุ 4 วัน และอายุ 14 วัน (สิ้นสุดการทดลอง) โดยสลับม้าน้ำด้วยยาสลับ 2-ฟีนอกซีเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร บันทึกภาพม้าน้ำคู่กับไม้บรรทัดด้วยกล้องดิจิทัล EOS 60D เลนส์มาโคร 100 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงวัดความสูงม้าน้ำจากภาพถ่ายด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Image Frame Work ความสูงของม้าน้ำวัดจากยอดของมงกุฎ (coronet) ถึงปลายหางตามวิธีของ Lourie *et al.* (2004) (ภาพที่ 2) ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius รุ่น CPA224S

1.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวหรือมีปัจจัยเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี LSD เมื่อค่าแปรปรวนของข้อมูลทุกชุดเท่ากัน และใช้วิธี Dunnett's C เมื่อค่าแปรปรวนของข้อมูลทุกชุดไม่เท่ากัน (กัลยา, 2546) ยกเว้นการเปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักของม้าน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ไม่มีม้าน้ำที่รอดตาย ส่วนชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีม้าน้ำรอดตาย 1 ตัว ดังนั้นการวิเคราะห์สถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความยาวและน้ำหนักจึงเลือกใช้วิธีการอนุมานค่าเฉลี่ยของหนึ่งประชากร (One Sample T-Test) เพื่อทดสอบว่าความสูงและน้ำหนักเฉลี่ยของม้าน้ำที่อนุบาลด้วยโคพีพอดแตกต่างจากความสูงและน้ำหนักม้าน้ำตัวที่รอดชีวิตจากการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียหรือไม่ โดยทำการทดสอบแบบ 2 ทาง (2-tailed) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ชัชวาลย์, 2544)

1.4 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันและส่งตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หน่วยตรวจสอบคุณภาพวัตถุพิษสัตว์น้ำ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ โดยค่าที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และปริมาณเชื้อไวรัสโดยรวม สำหรับอุณหภูมิน้ำทำการวัดโดยตรงในตู้ทดลอง โดยวัดวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 15.00 น.



ภาพที่ 2 การวัดความสูง (height) ของม้าน้ำ (Lourie *et al.*, 2004)

2. การศึกษาการเลือกกินอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

2.1 การจัดการตู้ทดลองและอาหาร

เลี้ยงลูกม้าน้ำหนามแรกเกิดจำนวน 50 ตัวในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร จำนวน 1 ตู้ ใส่ น้ำทะเล 120 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทราย 1 หัว (ม้าน้ำซูดที่ทดลองเกิดในช่วง 06.00-08.00 น.) ให้อาหาร เวลา 09.00 น. โดยใส่อาหารพร้อมกัน 3 ชนิด ได้แก่ โคฟีพอด(ทั้งระยะวัยรุ่นและตัวเต็มวัย) อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ความหนาแน่น 2, 2 และ 10 ตัว/มิลลิลิตร ตามลำดับ พร้อมกับใส่คลอเรลลาให้มีความหนาแน่น 0.5×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร ก่อนการให้อาหารในวันต่อไปจะดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำ 80% จากนั้นจึงใส่อาหารให้ได้ความหนาแน่นตามที่กำหนด

2.2 การศึกษาองค์ประกอบของอาหารและขนาดอาหารในกระเพาะ

หลังจากให้อาหาร 2 ชั่วโมง (11.00 น.) สุ่มม้าน้ำวันละ 5 ตัว เป็นเวลา 5 วัน เพื่อนำไปศึกษา ชนิด จำนวน และขนาดของอาหารในกระเพาะอาหาร สลบม้าน้ำด้วยยาสลบ 2-พีนอกซีเอทานอล วางม้าน้ำ บนแผ่นกระจกสไลด์และหยดน้ำเค็มลงไป 2 หยด ใช้เข็มเย็บบริเวณท้องให้กระเพาะอาหารหลุดออกมาจาก ช่องท้อง จากนั้นใช้เข็มฉีกรกระเพาะอาหารให้ขาดเพื่อให้อาหารในกระเพาะกระจายออกมาในน้ำ จากนั้นจึง ศึกษาชนิด จำนวน และขนาดของอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ถ่ายภาพและวัดขนาดของ อาหารที่พบในกระเพาะอาหารด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ EOS Utility ร่วมกับ Image Frame Work

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 เปอร์เซ็นต์การปรากฏของอาหารในกระเพาะ (Percent of occurrence) จำนวนจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การปรากฏของอาหารชนิดใดๆ} = \frac{\text{จำนวนปลาที่มีอาหารชนิดนั้นๆ ในกระเพาะ} \times 100}{\text{จำนวนปลาที่ศึกษาทั้งหมด}}$$

2.3.2 จำนวนเฉลี่ยของอาหารที่พบในกระเพาะ (Number per stomach) จำนวน จากสูตร

$$\text{จำนวนเฉลี่ยของอาหารที่พบในกระเพาะ} = \frac{\text{จำนวนรวมของอาหารชนิดนั้นๆ}}{\text{จำนวนตัวปลาที่ทำการศึกษา}}$$

2.3.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Percent by wet weight) ใช้จำนวนอาหารแต่ละ ชนิดที่พบคูณด้วยน้ำหนักเฉลี่ย (น้ำหนักเปียก) ของอาหารมีชีวิตแต่ละชนิด จากการชั่งน้ำหนักและสุ่มนับ จำนวนตัวพบว่า โคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเปียกเฉลี่ย 13.79, 17.17 และ 0.94 ไมโครกรัม/ตัว ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักคำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักอาหารชนิดใดๆ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารชนิดนั้นๆ ในกระเพาะ} \times 100}{\text{น้ำหนักอาหารทั้งหมดในกระเพาะ}}$$

ผลการศึกษา

1 อัตรารอดและการเติบโต

1.1 อัตรารอด

เมื่ออายุ 3 วัน ทุกชุดการทดลองมีอัตรารอด 100% อายุ 4 วัน ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์มีอัตรารอด 83 ± 12 , 9 ± 11 และ $18 \pm 2\%$ ตามลำดับ ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีอัตรารอดสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) ชุดที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์ตายหมดเมื่ออายุ 5 วัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุ 14 วัน) ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีอัตรารอด $73 \pm 9\%$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียซึ่งมีอัตรารอด $1 \pm 2\%$ โดยชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีลูกม้าน้ำหนามรอดตาย 1 ตัว จากทั้งหมด 4 ซ้ำ (ภาพที่ 3)

1.2 ความสูงและน้ำหนัก

ลูกม้าน้ำหนามแรกเกิดมีความสูง 0.55 ± 0.03 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 3.3 ± 0.3 มิลลิกรัม เมื่ออายุ 4 วัน ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์มีความสูง 1.22 ± 0.05 , 0.78 ± 0.07 และ 0.75 ± 0.04 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 11.7 ± 0.7 , 3.2 ± 2.0 และ 2.1 ± 0.3 มิลลิกรัม ตามลำดับ ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีความสูงและน้ำหนักมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$)

ซากม้าน้ำที่ตายเมื่ออายุ 4 วัน จากชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์มีความสูง 0.75 ± 0.1 , 0.77 ± 0.06 และ 0.74 ± 0.04 เซนติเมตร และน้ำหนัก 2.3 ± 0.4 , 2.3 ± 0.3 และ 2.1 ± 0.2 มิลลิกรัมตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสูงและน้ำหนักซากม้าน้ำหนามจากทุกชุดการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุ 14 วัน) ชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีความสูง 2.36 ± 0.23 เซนติเมตร และน้ำหนัก 70.7 ± 16.7 มิลลิกรัม (ตารางที่ 2) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียซึ่งมีความสูง 1.07 เซนติเมตร และน้ำหนัก 9.4 มิลลิกรัม (มีม้าน้ำรอดตาย 1 ตัว จาก 4 ซ้ำ) (ตารางที่ 2)

2. การเลือกกินอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

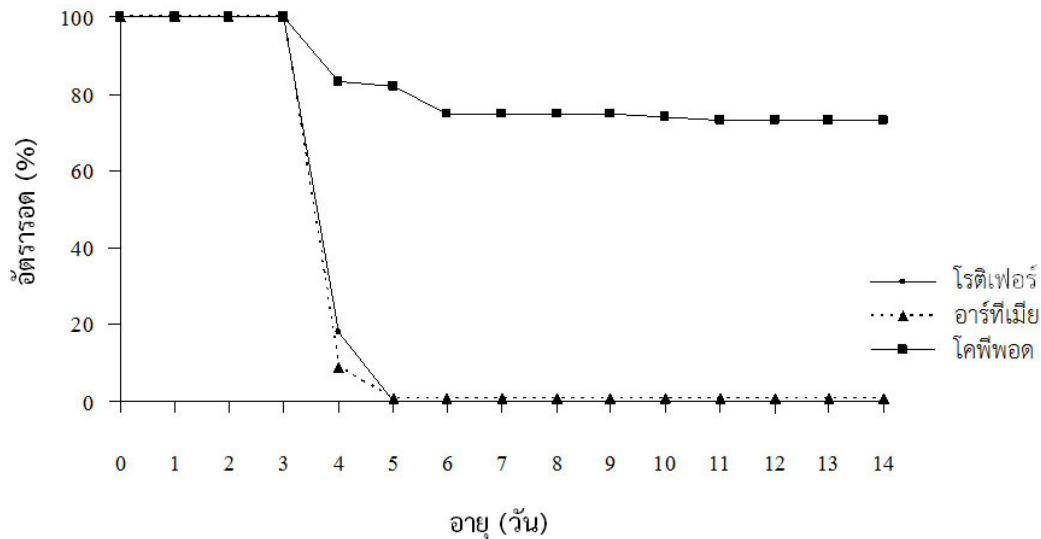
2.1 เพอร์เซ็นต์การปรากฏของอาหารในกระเพาะ

ตรวจพบอาหารในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามตั้งแต่วันแรกเกิด (อายุ 3-5 ชั่วโมงหลังเกิด) เพอร์เซ็นต์การปรากฏของโคฟีพอดในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามมีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าเป็น 100 % ทุกวัน เพอร์เซ็นต์การปรากฏของอาร์ทีเมียในกระเพาะอาหารในวันที่ 1-5 คิดเป็น 0, 0, 0, 20 และ 40 % ตามลำดับ และเพอร์เซ็นต์การปรากฏของโรติเฟอร์ในกระเพาะอาหารในวันที่ 1-5 คิดเป็น 40, 80, 60, 100 และ 100 % ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

2.2 จำนวนเฉลี่ยของอาหารที่พบในกระเพาะ

จากการศึกษาจำนวนตัวของอาหารมีชีวิตในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามพบว่าในวันที่ 1 (แรกเกิด), 2, 3, 4 และ 5 ของการกินอาหารพบโคฟีพอดในกระเพาะ 5.4 ± 3.8 , 16.8 ± 4.4 , 11.2 ± 4.0 , 15.6 ± 6.1 และ 26.0 ± 7.8 ตัว พบอาร์ทีเมีย 0.0 ± 0.0 , 0.0 ± 0.0 , 0.0 ± 0.0 , 0.2 ± 0.4 และ 0.4 ± 0.5 ตัว และพบโรติเฟอร์ 0.4 ± 0.5 , 1.4 ± 1.1 , 1.0 ± 1.0 , 3.6 ± 2.2 และ 3.8 ± 2.4 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จำนวนโคฟีพอดที่

พบในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ ในขณะที่จำนวนอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ที่พบในกระเพาะอาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 3 อัตราการรอดของลูกม้าน้ำหนามที่อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 2 อัตราการรอด ความสูง และน้ำหนักของลูกม้าน้ำหนามที่อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิต 3 ชนิด

ค่าสังเกต	ชนิดอาหาร		
	โคฟีพอด	อาร์ทีเมีย	โรติเฟอร์
อัตราการรอดอายุ 14 วัน (%)	73±9 ^a	1±2 ^b	0 ^b
ความสูงอายุ 4 วัน (ซม.)	1.22±0.05 ^a	0.78±0.07 ^b	0.75±0.04 ^b
ความสูงม้าน้ำที่ตายเมื่ออายุ 4 วัน (ซม.)	0.75±0.1 ^a	0.77±0.06 ^a	0.74±0.04 ^a
ความสูงอายุ 14 วัน (ซม.)	2.36±0.23 ^a	1.07 ^b	-
น้ำหนักอายุ 4 วัน (มก.)	11.7±0.7 ^a	3.2±2.0 ^b	2.1±0.3 ^b
น้ำหนักม้าน้ำที่ตายเมื่ออายุ 4 วัน (มก.)	2.3±0.4 ^a	2.3±0.3 ^a	2.1±0.2 ^a
น้ำหนักอายุ 14 วัน (มก.)	70.7±16.7 ^a	9.4 ^b	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันหากมีตัวอักษรกำกับต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

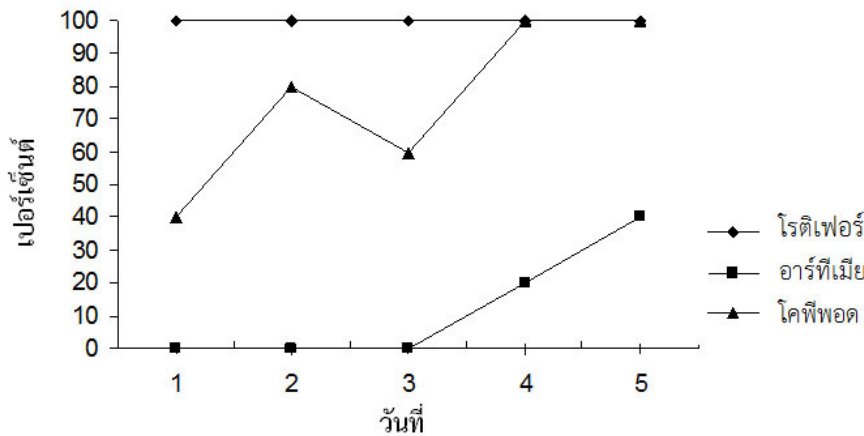
2.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (น้ำหนักเปียก) ของโคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ที่พบในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามในวันที่ 1 คิดเป็น 99.02 ± 0.45 , 0.00 ± 0.00 และ 0.32 ± 0.45 % วันที่ 2 เป็น 99.48 ± 0.44 , 0.00 ± 0.00 และ 0.52 ± 0.44 % วันที่ 3 เป็น 99.38 ± 0.69 , 0.00 ± 0.00 และ 0.62 ± 0.69 % วันที่ 4 เป็น 97.28 ± 2.51 , 1.22 ± 2.72 และ 1.50 ± 0.64 % และวันที่ 5 เป็น 97.63 ± 2.15 , 1.45 ± 2.00 และ 0.92 ± 0.40 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโคฟีพอดที่พบในกระเพาะอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอาร์ทีเมีย

และโรติเฟอร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในวันที่ 1, 3, 4 และ 5 สำหรับวันที่ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโรติเฟอร์สูงกว่าอาร์ทีเมียและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2.4 ขนาดอาหารที่พบในกระเพาะ

จากการวัดขนาดของอาหารที่พบในกระเพาะในวันที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่าโคฟีพอดมีความยาว 568 ± 75 , 548 ± 84 , 593 ± 73 , 595 ± 59 และ 617 ± 51 ไมครอน อาร์ทีเมียมีความยาว ND, ND, ND, 570 และ 568 ± 4 ไมครอน (ND=ไม่พบอาหารในกระเพาะ) และโรติเฟอร์มีความยาว 175 ± 7 , 174 ± 24 , 183 ± 14 , 149 ± 29 และ 142 ± 25 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ความยาวของโคฟีพอดและโรติเฟอร์ที่พบในกระเพาะอาหารในระยะ 5 วันแรกของการกินอาหารมีขนาดใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าเฉลี่ยของอาหารที่ให้



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์การปรากฏของอาหารมีชีวิตชนิดต่างๆ ในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

ตารางที่ 3 จำนวนเฉลี่ยของอาหารมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่พบในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

ชนิดอาหาร	จำนวนเฉลี่ยของอาหารแต่ละชนิด (ตัว)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
โคฟีพอด	5.4 ± 3.8^a	16.8 ± 4.4^a	11.2 ± 4.0^a	15.6 ± 6.1^a	26.0 ± 7.8^a
อาร์ทีเมีย	0.0 ± 0.0^b	0.0 ± 0.0^b	0.0 ± 0.0^b	0.2 ± 0.4^b	0.4 ± 0.5^b
โรติเฟอร์	0.4 ± 0.5^b	1.4 ± 1.1^b	1.0 ± 1.0^b	3.6 ± 2.2^b	3.8 ± 2.4^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันหากมีตัวอักษรกำกับต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4 เเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก(น้ำหนักเปียก)ของอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่พบในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

ชนิดอาหาร	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (น้ำหนักเปียก, %)				
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
โคฟีพอด	99.02±0.45 ^a	99.48±0.44 ^a	99.38±0.69 ^a	97.28±2.51 ^a	97.63±2.15 ^a
อาร์ทีเมีย	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	1.22±2.72 ^b	1.45±2.00 ^b
โรติเฟอร์	0.32±0.45 ^b	0.52±0.44 ^c	0.62±0.69 ^b	1.50±0.64 ^b	0.92±0.40 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันหากมีตัวอักษรกำกับต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 5 ความยาวเฉลี่ยของอาหารแต่ละชนิดที่พบในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหาร

ชนิดอาหาร	ความยาวของอาหารที่ใช้ (ไมครอน)	ความยาวของอาหารในกระเพาะอาหาร (ไมครอน)				
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
โคฟีพอด	585±113	568±75	548±84	593±73	595±59	617±51
อาร์ทีเมีย	561±27	ND	ND	ND	570	568±4
โรติเฟอร์	149±23	175±7	174±24	183±14	149±29	142±25

หมายเหตุ วันที่ 4 พบอาร์ทีเมียในกระเพาะ 1 ตัว; ND = ไม่พบอาหารในกระเพาะ

3. คุณภาพน้ำ

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองพบว่า ค่าคุณภาพน้ำของทุกหน่วยทดลองมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ชุดการทดลองที่อนุบาลด้วยโคฟีพอด อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ มีความเค็ม 28.4±0.5, 28.5±0.5 และ 28.7±0.5 ส่วนในพัน อุณหภูมิตอนเช้า 26.4±0.6, 26.4±0.6 และ 26.6±0.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิตอนบ่าย 27.7±0.4, 27.7±0.4 และ 27.8±0.4 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง 7.96±0.10, 7.91±0.11 และ 7.85±0.10 ออกซิเจนละลายน้ำ 7.7±0.4, 7.9±0.5 และ 7.8±0.5 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียรวม 0.2127±0.2506, 0.0306±0.0293 และ 0.0365±0.0297 มิลลิกรัม/ลิตร ไนไตรท์ 0.0073±0.0057, 0.0050±0.0031 และ 0.0259±0.0191 มิลลิกรัม/ลิตร และเชื้อไวรัสโรรวม 105±154, 323±389 และ 14±22 โคโลนี/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองอนุบาลลูกม้าน้ำหนาม

คุณภาพน้ำ	ชุดการทดลอง (ชนิดอาหาร)		
	โคฟีพอด	อาร์ทีเมีย	โรติเฟอร์
ความเค็ม (ส่วนในพัน)	28.4±0.5	28.5±0.5	28.7±0.5
อุณหภูมิเช้า (องศาเซลเซียส)	26.4±0.6	26.4±0.6	26.6±0.4
อุณหภูมิลดเย็น (องศาเซลเซียส)	27.7±0.4	27.7±0.4	27.8±0.4
ความเป็นกรด-ด่าง	7.96±0.10	7.91±0.11	7.85±0.10
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	7.7±0.4	7.9±0.5	7.8±0.5
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.2127±0.2506	0.0306±0.0293	0.0365±0.0297
ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0073±0.0057	0.0050±0.0031	0.0259±0.0191
ไวรัสโดยรวม (โคโลนี/มิลลิลิตร)	105±154	323±389	14±22

วิจารณ์ผล

จากการทดลองครั้งนี้พบว่าลูกม้าน้ำหนามมีอัตราการรอดสูงถึง 73±9 % เมื่ออนุบาลด้วยโคฟีพอดที่รวบรวมจากบ่อเลี้ยงปลาทะเล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิด *Oithona* spp. ในขณะที่การอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีอัตราการรอดน้อยมากคือ 1±2 % การอนุบาลด้วยโรติเฟอร์ลูกม้าน้ำหนามตายหมดเมื่ออายุ 5 วัน เนื่องจากไม่ยอมรับประทานอาหารและอดอาหารจนตายซึ่งพบมากในวันที่ 4 และ 5 สอดคล้องกับระยะเวลาการอดอาหารจนตายของม้าน้ำ *H. trimaculatus* และ *H. kuda* ที่ตายในวันที่ 4-6 (Sheng *et al.*, 2007) แสดงว่าโคฟีพอดเป็นอาหารที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการอนุบาลลูกม้าน้ำหนามตั้งแต่ระยะเริ่มกินอาหารถึงอายุ 14 วัน ตรงกับผลการทดลองอนุบาลม้าน้ำ *H. subelongatus*, *H. reidi* และ *H. kuda* ที่พบว่า การอนุบาลด้วยโคฟีพอดในระยะเริ่มกินอาหารทั้งการให้แบบอาหารชนิดเดียวหรือให้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นทำให้ม้าน้ำมีอัตราการรอดดี (Payne and Rippingale, 2000; Job *et al.*, 2002; Murugan *et al.*, 2009; Willadino *et al.*, 2012)

เป็นที่ทราบกันว่าโคฟีพอดมีองค์ประกอบสารอาหารที่ตรงกับความต้องการของลูกปลาทะเลทั้งด้านปริมาณ คุณภาพ และสัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะในส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) ซึ่งปลาทะเลไม่สามารถสร้างเองได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น (McKinnon *et al.*, 2003; Olivotto *et al.*, 2008) สำหรับแหล่งที่รวบรวมจากธรรมชาติ Shansudin *et al.* (1997) ได้ทดลองเก็บรวบรวมแหล่งที่รวบรวมจากทะเลจีนใต้ (South China Sea) พบว่ามากกว่า 70% เป็น *Oithona* sp. เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่าไขมันเป็นองค์ประกอบถึง 1.62-6.57% (น้ำหนักแห้ง) มีความเข้มข้นของ EPA และ DHA สูง นอกจากนั้นยังมีสัดส่วน n-3 ต่อ n-6 PUFA สูงเช่นกัน คุณค่าทางอาหารของโคฟีพอดจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ลูกม้าน้ำหนามมีอัตราการรอดสูง ในโรงเพาะฟักทั่วไปมีการเสริมกรดไขมันเข้าไปในโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียมกอนนำไปอนุบาลสัตว์น้ำ แต่ระดับและสัดส่วนที่ได้มักไม่ตรงตามความต้องการของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ เนื่องจากเรายังไม่รู้ระดับและสัดส่วนความต้องการของปลาแต่ละชนิดรวมถึงม้าน้ำหนาม การใช้โคฟีพอดซึ่งเป็นอาหารโดยธรรมชาติของม้าน้ำเป็นอาหารในระยะเริ่มกินอาหารจึงเป็นทางเลือกสำหรับการเข้าถึงระดับและสัดส่วนความต้องการสารอาหารของมัน

ในธรรมชาติโคฟีพอดมีการแพร่กระจายอยู่ในบริเวณเดียวกับม้าน้ำ และเป็นอาหารพื้นฐานที่สำคัญของลูกม้าน้ำ (Olivotto *et al.*, 2008; Payne and Rippingale, 2000) หรือกล่าวได้ว่าเป็นส่วนหนึ่ง

ของวิวัฒนาการของม้าน้ำ ลูกม้าน้ำรู้ด้วยสัญชาตญาณว่าโคฟีพอดคืออาหารของมัน จากการศึกษาการเลือกกินอาหารของลูกม้าน้ำหนามระยะเริ่มกินอาหารบ่งบอกได้อย่างชัดเจนว่าลูกม้าน้ำหนามชอบจับกินโคฟีพอดมากกว่าโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย โดยพบโคฟีพอดในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามทุกตัว พบในจำนวนที่มากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสูงที่สุด ในขณะที่พบอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ในจำนวนหรือน้ำหนักที่น้อยมากหรือไม่พบเลย ตรงกับการทดลองของ Souza-Santos *et al.* (2013) ที่ศึกษาการเลือกกินอาหารของม้าน้ำ *H. reidi* โดยอาหารประกอบด้วยนอเปลีสของโคฟีพอดชนิด *Tisbe biminiensis* อาร์ทีเมีย และโรติเฟอร์ พบว่าในวันแรกม้าน้ำเลือกกินนอเปลีสของ *T. biminiensis* และโรติเฟอร์ แต่ไม่เลือกกินอาร์ทีเมีย นอกจากนี้ Murugan *et al.* (2009) ได้ทดสอบการกินอาหารของลูกม้าน้ำ *H. trimaculatus* แรกเกิด (ความสูง 6-7 มิลลิเมตร) เมื่อเลี้ยงในตู้ที่มีอาหารหลายชนิดได้แก่ โรติเฟอร์ นอเปลีสของโคฟีพอด โคฟีพอดวัยรุ่น โคฟีพอดตัวเต็มวัย และอาร์ทีเมียแรกฟัก พบว่าในช่วงแรกเกิดถึงอายุ 2 วันมันชอบกินโรติเฟอร์ อายุ 2-6 วันชอบกินนอเปลีสโคฟีพอด อายุ 6-11 วันชอบกินโคฟีพอดวัยรุ่น และอายุ 10-13 วันชอบกินโคฟีพอดตัวเต็มวัยมากที่สุด สำหรับนอเปลีสอาร์ทีเมียลูกม้าน้ำไม่ชอบกิน แสดงว่าโคฟีพอดคืออาหารที่ม้าน้ำ *H. trimaculatus* ชอบที่สุด

ขนาดปากและขนาดอาหารเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอย่างยิ่งในการอนุบาลปลาทะเลวัยอ่อนระยะเริ่มกินอาหาร ม้าน้ำหนามแรกเกิดมีความสูงเพียง 5.5 มิลลิเมตร ซึ่งค่อนข้างเล็กเมื่อเทียบกับความสูงของม้าน้ำแรกเกิดทั่วไปที่อยู่ในช่วง 2-20 มิลลิเมตร (Vincent and Koldewey, 2006; Koldewey and Martin-Smith, 2010) อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้พบว่าลูกม้าน้ำหนามกินโคฟีพอดตัวเต็มวัยได้เป็นอย่างดีตั้งแต่วันแรกเกิด โคฟีพอดที่พบในกระเพาะอาหารวันแรกมีความยาว 568 ± 75 ไมครอน ซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับความยาวเฉลี่ยของโคฟีพอดที่ใช้ในการอนุบาล (585 ± 113 ไมครอน) แสดงว่าขนาดของโคฟีพอดชนิด *Oithona* spp. ที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่ได้เป็นอุปสรรคในการกินของลูกม้าน้ำหนาม และไม่จำเป็นต้องใช้โคฟีพอดระยะนอเปลีสในการอนุบาลลูกม้าน้ำหนาม

แม้ว่าอาร์ทีเมียมีขนาดใกล้เคียงกับโคฟีพอดแต่ไม่เหมาะสมในการใช้ออนุบาลลูกม้าน้ำหนาม จากการทดลองพบว่าลูกม้าน้ำหนามที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีการตายมากเมื่ออายุ 4 และ 5 วัน มีลักษณะการตายแบบอดอาหารจนตาย ซึ่งระยะเวลาในการอดอาหารจนตายใกล้เคียงกับลูกม้าน้ำทั่วไปคือ 4-6 วัน (Payne and Ripplingale, 2000; Sheng *et al.*, 2007) จากการสังเกตพฤติกรรมของลูกม้าน้ำหนามพบว่ามันไม่จับกินอาร์ทีเมียทั้ง ๆ ที่มีขนาดใกล้เคียงกับโคฟีพอด จากการเฝ้าสังเกตพบว่ามันจذبอาร์ทีเมียสักครู่ก็เลิกสนใจ ผิดกับการอนุบาลด้วยโคฟีพอดที่มันจذبเพียงชั่วครู่ก็จับกินทันที ซึ่งตรงกับผลการศึกษการเลือกกินอาหารที่ไม่พบอาร์ทีเมียในกระเพาะอาหารเลยในระยะ 3 วันแรกของการกินอาหาร อย่างไรก็ตามเริ่มพบอาร์ทีเมียในกระเพาะอาหารของลูกม้าน้ำหนามในวันที่ 4 และ 5 แต่พบในปริมาณน้อยมาก จากรายงานการอนุบาลม้าน้ำชนิดต่าง ๆ ในระยะเริ่มกินอาหารด้วยอาร์ทีเมียให้ผลการทดลองที่ต่างกันไป บางชนิดประสบความสำเร็จ ในขณะที่บางชนิดไม่ประสบความสำเร็จ จากประสบการณ์การเพาะพันธุ์ม้าน้ำของผู้วิจัยและจากรายงานการเพาะพันธุ์ม้าน้ำพบว่าลูกม้าน้ำแรกเกิดที่จับกินอาร์ทีเมียได้ดีได้แก่ *H. barbouri*, *H. mohnikei*, *H. subelongatus* และ *H. guttulatus* (สามารถ, 2551ก; Payne and Ripplingale, 2000; Palma *et al.*, 2011) ซึ่งม้าน้ำเหล่านี้มีความสูงแรกเกิดมากกว่า 12 มิลลิเมตร ในขณะที่ม้าน้ำหนามแรกเกิดมีความสูงเพียง 5.5 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม จากการทดลองเลี้ยงม้าน้ำหนามระยะวัยรุ่นของผู้วิจัยพบว่าเมื่อลูกม้าน้ำหนามมีอายุเกิน 2 สัปดาห์มันสามารถจับกินอาร์ทีเมียแรกฟักได้เป็นอย่างดี และสำหรับม้าน้ำหนามระยะตัวเต็มวัยก็สามารถจับกินอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยได้ดีเช่นกัน แต่การเติบโตและความแข็งแรงไม่ดีเท่ากับการกินโคฟีพอดหรือกุ้งเคยมีชีวิต

คุณค่าทางอาหารที่ไม่ครบถ้วนของอาร์ทีเมียอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารในการอนุบาลลูกม้าน้ำนาหมาระยะเริ่มกินอาหาร ในการศึกษาครั้งนี้ลูกม้าน้ำนาหมานที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียและรอดชีวิตจนถึงวันที่ 14 มีเพียงตัวเดียว และมีการเติบโตต่ำกว่าชุดที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดเป็นอย่างมาก เป็นไปได้ว่าอาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมัน Easy DHA Selco[®] ที่ระดับระดับความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านมีคุณค่าทางอาหารไม่ตรงกับความต้องการของม้าน้ำนาหมาน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Payne and Rippingale (2000) ซึ่งรายงานว่าม้าน้ำชนิด *H. subelongatus* ที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดมีอัตราการรอดและการเติบโตดีกว่าชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมัน Super Selco[®] ส่วน Palma et al.(2011) กล่าวว่า DHA-Selco[®] อาจมีคุณค่าทางอาหารไม่เหมาะสมในการนำมาเสริมกรดไขมันอาร์ทีเมียสำหรับการอนุบาลม้าน้ำ *H. guttulatus* แรกเกิด เนื่องจากพบว่าม้าน้ำสามารถกินอาร์ทีเมียเสริม DHA-Selco[®] ได้เป็นอย่างดี แต่มีการตายมากในวันที่ 5 (95%) และตายหมดในวันที่ 10

โรติเฟอร์เป็นอาหารยอดนิยมในการอนุบาลลูกปลาทะเลวัยอ่อนทั่วไป แต่กลับไม่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารในการอนุบาลลูกม้าน้ำนาหมาน โรติเฟอร์มีขนาดเล็ก และดูเหมือนว่าจะจะเป็นขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของลูกม้าน้ำนาหมาน แต่กลับพบว่ามันไม่กินโรติเฟอร์หรือกินน้อยมาก และยอมตายจนหมดเมื่ออายุ 5 วัน ตรงกับการทดลองอื่นที่รายงานว่าโรติเฟอร์เป็นอาหารที่ไม่เหมาะสมกับการอนุบาลลูกม้าน้ำ แม้ว่ายังไม่ทราบเหตุผลที่แน่ชัด แต่สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการเคลื่อนที่ของโรติเฟอร์ที่มีการเคลื่อนที่แบบซ้าๆ (jerky burst) (Weiss, 2012 ; Willadino et al., 2012) นอกจากนั้นอาจมีระดับและสัดส่วนของกรดไขมันที่ไม่เหมาะสม (Olivotto et al., 2008) แม้ว่าการศึกษานี้ตรวจพบโรติเฟอร์ในกระเพาะอาหารแต่มีปริมาณน้อยมาก (0.32-1.50 % โดยน้ำหนัก) อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าม้าน้ำบางชนิดกินโรติเฟอร์ได้ดีในระยะเริ่มกินอาหาร เช่นการศึกษาของ Murugan et al.(2009) พบว่า *H. trimaculatus* อายุ 6 วันมีอัตราการรอด 29% เมื่ออนุบาลด้วยโรติเฟอร์เพียงอย่างเดียว และในการศึกษาของ Ortega-Salas and Reyes-Bustamante (2006) ได้ทดลองอนุบาลม้าน้ำชนิด *H. ingens* ขนาดแรกเกิด 0.7 เซนติเมตร ด้วยโรติเฟอร์พบว่ามีอัตราการรอด 21.5% ที่อายุ 35 วัน

แม้ว่าโคฟีพอดเป็นอาหารที่มีศักยภาพในการอนุบาลสัตว์น้ำทะเลวัยอ่อน แต่จัดเตรียมได้ยากที่สุดเมื่อเทียบกับอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดยังอยู่ในขั้นต้นของการพัฒนา ยังไม่สามารถเลี้ยงให้ได้ผลผลิตปริมาณมากและต่อเนื่องได้ การใช้ประโยชน์จากโคฟีพอดที่เป็นผลพลอยได้จากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ แม้ว่าโคฟีพอดที่รวบรวมได้จะมีแพลงก์ตอนอื่นปนเปื้อนอยู่บ้าง แต่สามารถใช้ออนุบาลลูกม้าน้ำได้ เช่นการทดลองของ Job et al. (2002) ที่ทดลองอนุบาลม้าน้ำ *H. kuda* ด้วยแพลงค์ตอนสัตว์ที่รวบรวมจากธรรมชาติซึ่งมีส่วนประกอบของโคฟีพอดประมาณ 80% พบว่า จากแรกเกิดอายุ 42 วัน มีอัตราการรอด 97% การศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดของไทยมีน้อยมากและไม่ต่อเนื่อง หากต้องการพัฒนาการเพาะเลี้ยงม้าน้ำนาหมานหรือม้าน้ำชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะด้านการอนุบาลให้มีความยั่งยืน ควรศึกษาการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดให้สามารถเพาะเลี้ยงและมีผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

โคฟีพอด *Oithona* spp. อยู่ในกลุ่มกาลานอยด์ เป็นชนิดที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ (pelagic free swimming) ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่สามารถเก็บรวบรวมโคฟีพอดชนิดนี้จากบ่อเลี้ยงปลาทะเลได้ตลอดปีแต่ปริมาณที่ได้ไม่แน่นอน โคฟีพอดชนิดนี้ขยายพันธุ์ได้เองในบ่อเลี้ยงปลาทะเล และมีความหนาแน่นสูงเมื่อเทียบกับโคฟีพอดชนิดอื่น ๆ โคฟีพอด *Oithona* spp. จึงเป็นชนิดที่น่าสนใจสำหรับการเพาะเลี้ยง เนื่องจากเป็นชนิดที่ทนทานและมีความเหมาะสมในการอนุบาลม้าน้ำและปลาทะเลวัยอ่อนอื่นๆ

ปัญหาหลักที่ทำให้การเพาะเลี้ยงม้าน้ำไม่มีการพัฒนาคือปัญหาเรื่องอาหาร และอัตราการรอดที่ต่ำมากในช่วงแรกของการอนุบาล (Vincent and Koldewey, 2006; Palma et al., 2011; Willadino et al.,

2012) การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าโคพีพอดเป็นอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกม้าน้ำหนามระยะแรกเกิดถึงอายุ 14 วัน ทำให้อัตรารอดสูงและการเติบโตเร็ว สามารถขยายผลไปสู่การผลิตม้าน้ำหนามระยะวัยรุ่นให้ได้ปริมาณมากเพื่อรองรับการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรศึกษาต่อไปคือ

1. การเพาะเลี้ยงโคพีพอดระดับมหมวล
2. ชนิดของอาหารระยะที่สองหลังจากที่ม้าน้ำโตเกินกว่าจะกินโคพีพอด เช่น กุ้งเคยขนาดเล็ก
3. อาหารที่สามารถจัดหาปริมาณมากได้สำหรับการเลี้ยงม้าน้ำให้ได้ขนาดตลาดในระดับมหมวล

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 536 หน้า.
- ชีชาวลย์ เรืองประพันธ์. 2544. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 620 หน้า.
- วรเทพ มุฑูวรรณ. 2547. การทำฟาร์มม้าน้ำในประเทศไทย. เอกสารประกอบการบรรยายในงานที่ประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 4 วันที่ 30 พฤศจิกายน 2547. ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล. 5 หน้า.
- สามารถ เดชสถิตย์. 2551ก. ม้าน้ำที่เพาะพันธุ์ได้ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่.
<http://www.coastalqua.com/webboard/index.php?topic=1659.msg6626#msg6626>.
- สามารถ เดชสถิตย์. 2551ข. การเพาะพันธุ์ปลาทะเลสวยงาม สถานการณ์.
<http://www.coastalqua.com/webboard/index.php?topic=964.0>.
- สุรพล ฉลาดคิด. 2544. การใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดเพื่อการอนุบาลลูกม้าน้ำ (*Hippocampus kuda*). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 60 หน้า.
- เสาวภา สวัสดิ์พีระ. 2548. ม้าน้ำ จากงานวิจัยสู่การเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์. วารสารอัปเดต 20(211). หน้า 37-43.
- Foster, S. J. and A. C. J. Vincent. 2004. Lifehistory and ecology of seahorses: implications for conservation and management. Reviews paper. *Journal of Fish Biology* 65: 1-6.
- Job, S. D., H. H. Do, J. J. Meeuwig and H. J. Hall. 2002. Culturing the oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*. *Aquaculture* 214: 333-341.
- Koldewey, H. J. and K. M. Martin-Smith. 2010. A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture* 302: 131-152.
- Look at Vietnam. 2009. Rare seahorse reproduced in laboratory.
<http://www.lookatvietnam.com/2009/02/rare-seahorse-reproduced-in-laboratory.html>
- Lourie, S. A., S. J. Foster, E. W. T. Cooper and A. C. J. Vincent. 2004. A guide to the identification of seahorses. Project Seahorse and TRAFFIC North America. 114 pp.
- McKinnon, A. D., S. Duggan, P. D. Nichols, M. A. Rimmer, G. Semmens and B. Robino. 2003. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture* 223: 89-106.

- Murugan, A., S. Dhanya, R. A. Sreepada, S. Rajagopal and T. Balasubramanian. 2009. Breeding and mass-scale rearing of three spotted seahorse, *Hippocampus trimaculatus* Leach under captive conditions. *Aquaculture* 290: 87–96.
- Olivotto, I., A. M. Avella, G. Sampaolesi, C. C. Piccinetti, P. N. Ruis and O. Carnevalli. 2008. Breeding and rearing the longsnout seahorse *Hippocampus reidi*: rearing and feeding studies. *Aquaculture* 283: 92-96.
- Ortega-Salas, A. A. and H. Reyes-Bustamante. 2006. Fecundity, survival and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. *Rev. Biol. Trop.* 54(4): 1099-1102.
- Palma, J., D. P. Bureau and J. P. Andrade. 2011. Effect of different artemia enrichments and feeding protocol for rearing juvenile long snout seahorse, *Hippocampus guttulatus*. *Aquaculture* 318: 439-443.
- Payne, M. F. and R. J. Rippingale. 2000. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched Artemia. *Aquaculture* 188: 353–361.
- Perry, A. L., K. E. Lunn and A. C. J. Vincent. 2010. Fisheries, large-scale trade, and conservation of seahorses in Malaysia and Thailand.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aqc.1112/abstract>.
- Shansudin, L., M. Yusof, A. Azis and Y. Shukri. 1997. The potential of certain indigenous copepod species as live food for commercial fish larval rearing. *Aquaculture* 151: 351–356.
- Sheng, J., Q. Lin, Q. Chen, L. Shen and J. Lu. 2007. Effect of starvation on the initiation of feeding, growth and survival rate of juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach and *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture* 271: 469–478.
- Souza-Santos, L. P., C. G. Regis, R. C. S. Mélo and R. O. Cavalli. 2013. Prey selection of juvenile seahorse *Hippocampus reidi*. *Aquaculture* 404-405: 35-40.
- Vincent, A. C. J. and H. J. Koldewey. 2006. An uncertain future for seahorse aquaculture in conservation and economic contexts. In: Proceedings of the Regional Technical Consultation on Stock Enhancement of Species under International Concern. 13-15 July 2005. Iloilo, Panay, Philippines. p. 71-84.
- Weiss, T. 2012. Food for breeding syngnathids. <http://www.fusedjaw.com/breeding/foods-breeding-syngnathids-seahorses-pipefish/>.
- Willadino, L., L. P. Souza-Santos, R. C. S. Mélo, A. P. Brito, N. C. S. Barros, C. M. V. Araújo-Castro, D. B. Galvão, A. Gouveia, C. G. Regis and R. O. Cavalli. 2012. Ingestion rate, survival and growth of newly released seahorse *Hippocampus reidi* fed exclusively on cultured live food items. *Aquaculture* 360-361: 10-16.