KKU Res. J. 2014; 19(6): 939-949
http : //resjournal.kku.ac.th

บทบาทของโคพีพอดเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน
Roles of copepods in larviculture

พงศธร จันทรัตน์[1*]
Pongsaton Juntarut[1*]

[1] *โปรแกรมวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*
[1] *Program in Aquaculture, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University*
* *Correspondent author: pongsaton634@hotmail.com*

บทคัดย่อ

โคพีพอดที่ดำรงชีพอย่างอิสระมีความสำคัญเป็นอาหารธรรมชาติและเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตเบื้องต้นสู่ผู้บริโภคในระบบนิเวศแหล่งน้ำ จากบทบาทดังกล่าวโคพีพอดในสกุล *Apocyclops*, *Acartia*, *Tigriopus*, *Pseudodiaptomus* และ *Oithona* ถูกนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อใช้เป็นอาหารมีชีวิตในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่มปลาเก๋า ปลากะพง ปลาการ์ตูน ม้าน้ำ ปลาสลิดหิน กุ้งกุลาดำ และปูดำในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแถบประเทศเอเชีย เนื่องด้วยโคพีพอดระยะนอเพลียสมีขนาดค่อนข้างเล็กสามารถถูกกินและย่อยได้ง่ายในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน อีกทั้งโคพีพอดยังมีองค์ประกอบของสารอาหารสำคัญ เช่น กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง และโปรตีนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการรอดของสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟักสัตว์น้ำ

Abstract

Free-living copepods play an important role by serving as natural food and as intermediate trophic relationships between the primary producer and consumer in aquatic ecosystem. Copepods from the genus, e.g., *Apocyclops*, *Acartia*, *Tigriopus*, *Pseudodiaptomus* and *Oithona* are cultured and applied as live feeds for the larviculture of important Asian aquaculture species such as grouper, sea bass, clown fish, seahorse, damsel, black tiger prawn and mud crab. The small copepod nuaplii are easily ingested and digested by the larvae making them an ideal larvi-feed. The good nutritional profiles, e.g., highly unsaturated fatty acids and proteins, of copepods have great significance as well to their roles as live feeds which are essential for the growth and survival of reared larvae in hatcheries.

คำสำคัญ: โคพีพอด ครัสเตเชียน การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โรงเพาะฟักสัตว์น้ำ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
Keywords: copepods, crustaceans, larviculture, hatcheries, aquaculture

1. บทนำ

โคพีพอด (copepods) เป็นสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กกลุ่มครัสเตเชียน (crustaceans) พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด (1–3) น้ำกร่อย (4–6) และน้ำเค็ม (7,8) ซึ่งโคพีพอดมีลักษณะการดำรงชีพอย่างอิสระ (free-living) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) (9) และสัตว์หน้าดิน (benthic fauna) (10) แต่อย่างไรก็ตามสามารถพบโคพีพอดดำรงชีพแบบเกื้อกูล (commensalism) และแบบปรสิต (parasitism) อาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ (11) โดยโคพีพอดที่มีรูปแบบการดำรงชีพอย่างอิสระจัดเป็นส่วนสำคัญขององค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic components) ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งมีบทบาทเป็นผู้บริโภคขั้นต้น (consumer) ที่มักกรองกินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร นอกจากนี้โคพีพอดยังเป็นเหยื่อของสัตว์น้ำขนาดเล็กและตัวอ่อนของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติด้วย ดังนั้นความสำคัญของโคพีพอดจึงเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงการถ่ายทอดพลังงาน (intermediate trophic relationships) จากผู้ผลิตเบื้องต้น (primary producer) ในกลุ่มแพลงก์ตอนพืชไปยังผู้บริโภคขั้นอื่นๆ ในสายใยอาหาร (food web) ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ (12) ดังตัวอย่างความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลแปซิฟิกของประเทศเปรูที่มีสารอาหาร (nutrients) เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้ผู้ผลิตเบื้องต้นเหล่านี้สามารถเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และชักนำให้เกิดความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์และตัวอ่อนของสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังชนิดต่างๆ รวมทั้งโคพีพอดเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีความอุดมสมบูรณ์ของฝูงปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (planktivorous fish) เช่น ปลากะตัก (anchovy) และปลาหลังเขียว (sadine) และส่งผลสืบเนื่องต่อความชุกชุมของกลุ่มปลาที่กินปลาชนิดอื่นๆ เป็นอาหาร (piscivorous fish) เช่น ปลาโอ (tuna) ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมการประมงเชิงพาณิชย์ขึ้นบริเวณดังกล่าว (13–15) จากบทบาทเป็นอาหารธรรมชาติ (natural food) เชื่อมโยงสายใยอาหารของสัตว์น้ำในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โคพีพอดจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อวัตถุประสงค์การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟัก (16,17) ก่อนที่จะนำลูกพันธุ์สัตว์น้ำไปเลี้ยงให้เจริญเติบโตได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ (marketable size) เพื่อป้อนสู่อุตสาหกรรมสัตว์น้ำที่ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน โดยทั่วไปโคพีพอดมักถูกใช้ร่วมกับอาหารอย่างอื่นโดยเฉพาะโรติเฟอร์ (rotifer) และไรน้ำเค็ม (brine shrimp) ในการอนุบาลปลาน้ำเค็มวัยอ่อนในระบบการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม (18,19) และปลาเนื้อในทวีปอเมริกา (20) ยุโรป (21) และเอเชีย (22) เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของบทความฉบับนี้ได้กล่าวถึงความสำคัญของโคพีพอดในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยการศึกษาและสรุปรวบรวมข้อมูลจากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับโคพีพอดในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตภูมิภาคเอเชียที่มีเนื้อหาในหัวข้อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นชนิดของโคพีพอดที่นิยมนำมาใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยรายละเอียดเนื้อหาในบทความฉบับนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โคพีพอดเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย

2. ชนิดของโคพีพอดเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคพื้นทวีปเอเชียมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารโปรตีนเพื่อสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน (23) การผลิตสัตว์น้ำนานาชนิดเพื่อป้อนสู่ตลาดผู้บริโภคสามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยภาคส่วนการเพาะฟักสัตว์น้ำและการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีการผลิตลูกพันธุ์สัตว์น้ำคุณภาพดี ส่งผลสืบเนื่องต่อการผลิตสัตว์น้ำที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดผู้บริโภค ดังนั้นการพัฒนาอย่างรวดเร็วของระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศแถบเอเชียนอกจากมีระบบการจัดการเลี้ยงและการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพแล้ว (24) การจัดการในโรงเพาะฟักและการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนก็ย่อมส่งผลทำให้การผลิตสัตว์น้ำในตลาดเพิ่มมากขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

อาหารที่ใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ต้องให้ความสนใจเนื่องจากสัตว์น้ำวัยอ่อนแต่ละระยะในแต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารอื่นๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะความต้องการอาหารมีชีวิตของสัตว์น้ำวัยอ่อนเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตหลังฟักออกจากไข่ให้มีการพัฒนาการอย่างสมบูรณ์ (25) สัตว์น้ำวัยอ่อนแรกฟักออกจากไข่ในช่วงแรกสามารถใช้สารอาหารในถุงไข่แดงบริเวณหน้าท้องเพื่อการเจริญเติบโตก่อนที่จะมีการกินอาหารที่อยู่บริเวณรอบๆ ตัวเมื่อไข่แดงบริเวณหน้าท้องถูกใช้จนหมด แต่เนื่องจากสัตว์น้ำวัยอ่อนมีขนาดของช่องปากเล็กเป็นข้อจำกัดในการกินอาหารในช่วงแรก และเป็นช่วงที่มีการพัฒนาของระบบทางเดินอาหารยังไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นการคัดเลือกอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมย่อมส่งผลดีต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งอาหารมีชีวิตขนาดเล็กที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมักใช้เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียวขนาดเล็ก (green algae) ไดอะตอม (diatom) และแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก เช่น โรติเฟอร์ (*Brachionus*) อาร์ทีเมีย (*Artemia*) ไรแดง (*Moina*) (26) ตัวอ่อนหอยนางรม (oyster trochophore) (27) โพรโทซัว (protozoa) (28) เป็นต้น โดยเฉพาะโคพีพอดนับเป็นตัวเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟัก

โคพีพอดถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารธรรมชาติในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและโรงเพาะฟักสัตว์น้ำทั่วไป โดยเฉพาะในประเทศแถบเอเชีย พบว่าที่ประเทศไต้หวันใช้อนุบาลลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน เช่น ลูกปลา silver perch (*Bidyanus bidyanus*) ในขณะที่โคพีพอดน้ำเค็มชนิด *Apocyclops royi* และ *Pseudodiaptomus annandalei* ใช้สำหรับการอนุบาลปลาน้ำเค็มวัยอ่อนในกลุ่มปลาเก๋า หรือปลากะรัง (*Epinephelus coioides, Epinephelus malabaricus, Epinephelus fuscoguttatus* และ *Cromileptes altivelis*) และปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) (27) โคพีพอดหลายชนิด เช่น *Tigriopus japonicus, Eurytemora pacifica, Acartia tsuensis, Acartia steueri* และ *Acartia omorii* ได้ถูกนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟักประเทศญี่ปุ่น (29) นอกจากใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลาเนื้อแล้วโคพีพอดยังถูกใช้ในการอนุบาลปลาสวยงามวัยอ่อน เช่น การใช้โคพีพอดชนิด *P. annandalei* ในโรงเพาะฟักม้าน้ำชนิด *Hippocampus trimaculatus* ของประเทศจีน โดยระยะนอเพลียส (nauplius) โคพีพอดิด (copepodid) และตัวเต็มวัย (adult) ถูกใช้ในการอนุบาลลูกม้าน้ำหลังฟักออกจากไข่ช่วงอายุ 1–3 วัน, 4–10 วัน และ 10 วันขึ้นไป ตามลำดับ (30) ในขณะที่โรงเพาะฟักปลาสวยงามน้ำเค็มในประเทศอินเดียได้ใช้ระยะนอเพลียสของโคพีพอดชนิด *Euterpina acutifrons* และ *Pseudodiaptomus serricaudatus* อนุบาลลูกปลาสลิดหินน้ำเงินเขียว (*Chromis viridis* และ *Neopomacentrum nemurus*) วัยอ่อนช่วงอายุประมาณ 1–32 วัน หลังฟักออกจากไข่ ตามด้วยการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียระยะนอเพลียส (31) รวมทั้งมีรายงานพบการใช้โคพีพอดร่วมกับโรติเฟอร์ชนิด *Brachionus plicatilis* และอาร์ทีเมียในการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องหางเหลือง (*Amphiprion sebae*) ในช่วง 30 วันแรกหลังตัวอ่อนฟักออกจากไข่ที่เกิดจากการเพาะพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนจากแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย (32) ขณะที่ในประเทศไทยมีรายงานการทดลองใช้โคพีพอดสกุล *Apocyclops* ในการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนดำแดง (*Amphiprion ephippium*) หลังจากอนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์ (33) นอกจากการประยุกต์ใช้โคพีพอดในการอนุบาลปลาวัยอ่อนแล้วยังพบว่าสามารถนำมาใช้เพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่มครัสเตเชียนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยใช้โคพีพอดน้ำเค็มร่วมกับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียในการอนุบาลปูดำ (*Scylla olivacea*) วัยอ่อนระยะซูเอีย (zoea) ในประเทศไทย โดยพบว่าลูกปูระยะซูเอีย 5 มีอัตราการรอดสูงเมื่อเลี้ยงด้วยโคพีพอด และอาร์ทีเมีย (34) นอกจากนี้มีรายงานการใช้โคพีพอดชนิด *Apocyclops dengizicus* ร่วมกับอาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) ในการอนุบาลลูกกุ้ง

กุลาดำ (*Penaeus monodon*) ในประเทศมาเลเซีย พบว่าลูกกุ้งในระยะโพสลาร์วา 3–6 และ 9–12 มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดมากกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียว (35) สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอินเดียที่ใช้โคพีพอดชนิด *Macrosetella gracilis*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Oithona rigida* อนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ส่งผลให้ลูกกุ้งมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และยังสามารถกระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดสี (pigmentation) ของลูกกุ้งอีกด้วย (36) และมีรายงานในประเทศไทยเกี่ยวกับการทดลองใช้โคพีพอดสกุล *Tigriopus* ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ระยะโพสลาร์วา 8–10 พบว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดชนิด *Tigriopus sirindhornae* มีอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของความยาว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของน้ำหนักมากกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดชนิด *Tigriopus thailandensis* และ *T. japonicus* ตามลำดับ (37)

3. ความเหมาะสมของโคพีพอดเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้โคพีพอดเป็นอาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนมีปรากฏอย่างแพร่หลายในวงการวิชาการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ข้อดีของโคพีพอดคือสามารถเพาะเลี้ยงขยายปริมาณผลผลิต (mass culture) ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟักสัตว์น้ำได้ (38) และที่สำคัญระยะตัวอ่อนของโคพีพอดมีขนาดความกว้างยาวของลำตัวที่เหมาะสมพอดีกับความกว้างของช่องปากสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีขนาดเล็กมักเป็นข้อจำกัดในการกินอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนในช่วงแรก หลังจากตัวอ่อนใช้ไข่แดงในถุงบริเวณหน้าท้องจนหมด ดังการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์ของ Doi และคณะ (39) รายงานผลของพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของลูกปลากะรังดอกแดง (*E. coioides*) ระยะวัยอ่อน พบว่าลูกปลาเลือกกินระยะนอเพลียสของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* และ *A. tsuensis* ได้ดีกว่าโรติเฟอร์ชนิด *Brachionus rotundiformis* อาจเนื่องจากระยะนอเพลียสของโคพีพอดมีขนาดเหมาะสมกับขนาดปากของลูกปลาเมื่อเทียบกับขนาดของโรติเฟอร์และอาจสืบเนื่องจากลูกปลาสามารถจับกินระยะนอเพลียสของโคพีพอดได้ง่ายกว่าโรติเฟอร์ ส่งผลให้ลูกปลากะรังดอกแดงมีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าระยะนอเพลียสของโคพีพอดมีขนาดค่อนข้างเล็กและง่ายต่อการจับกินของสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งจากการรายงานของ Yang และ Hur (40) ในประเทศเกาหลี พบว่าระยะนอเพลียสของโคพีพอดชนิด *Tachidius triangularis*, *Amphiascus* sp., *Nitokra spinipes*, *Tisbe teuera* และ *Paracyclopina nana* มีขนาดเล็กเพียง 46–86 ไมโครเมตร ส่วนโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus inopinus*, *T. Japonicus* และ *Apocyclops* sp. มีขนาดประมาณ 120–188 ไมโครเมตร ซึ่งเล็กกว่าโรติเฟอร์ชนิด *B. rotundiformis* ที่มีขนาดประมาณ 143–224 ไมโครเมตร (41) นอกจากระยะนอเพลียสของโคพีพอดมีขนาดเล็กเหมาะสมให้สัตว์น้ำวัยอ่อนกินเป็นอาหารแล้วยังพบว่าตัวอ่อนของโคพีพอดสามารถย่อยได้ง่ายในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่กำลังพัฒนา โดยการสนับสนุนจากผลการศึกษาของ Payne และ Rippingale (42) เกี่ยวกับการอนุบาลลูกม้าน้ำชนิด *Hippocampus subelongatus* ระยะวัยรุ่น (juvenile) ที่สามารถย่อยระยะนอเพลียสของโคพีพอดชนิด *Gladioferens imparipes* ได้ดีกว่าระยะนอเพลียสของอาร์ทีเมีย เนื่องจากพบเศษชิ้นส่วนของอาร์ทีเมียที่ไม่ได้ถูกย่อยหลงเหลืออยู่ในมูลของลูกม้าน้ำที่ขับถ่ายออกมาภายนอกร่างกายและพบว่าลูกม้าน้ำที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีอัตราการรอดสูงกว่าลูกม้าน้ำที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียอีกด้วย

โคพีพอดมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่สำคัญและเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตตามความต้องการของสัตว์น้ำวัยอ่อน โคพีพอดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (highly unsaturated fatty acid หรือ HUFA) ที่ประกอบด้วย docosahexaenoic acid (DHA), eicosapentaenoic acid (EPA) และ arachidonic acid (ARA) (43) องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่พบในโคพีพอดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มอัตราการรอดของสัตว์น้ำวัยอ่อน อย่างไรก็ตามโคพีพอด

มีการสะสมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงในปริมาณมาก หรือน้อยอาจขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้ในการเลี้ยง ดังการศึกษาของ Lee และคณะ (44) ได้รายงานผลการเลี้ยงโคพีพอดชนิด *P. nana* เพื่อเพิ่มขยายปริมาณด้วยอาหารที่เป็นแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ *Phaeodactylum tricornutum, Isochrysis galbana* และ *Tetraselmis suecica* พบว่าโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชดังกล่าวมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด n-3 HUFA ประมาณ 26–32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้อนุบาลลูกปลาวัยอ่อนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศเกาหลีใต้ และจากผลการศึกษาของ Liu และ Xu (45) ในประเทศจีน มีรายงานผลการวิเคราะห์โคพีพอดชนิด *Schmackeria poplesia* พบว่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด DHA, EPA และ ARA ประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีระดับสูงกว่าโรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* และอาร์ทีเมียประมาณ 5–7 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบการใช้โคพีพอด โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียในการอนุบาลลูกปลา Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) ระยะตัวอ่อน (larva) และระยะวัยรุ่น พบว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดสูงกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าโคพีพอดมีสารอาหารอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อน โดย Yang และ Hur (40) ในประเทศเกาหลีได้รายงานผลการวิเคราะห์โปรตีนในโคพีพอดชนิด *P. nana* มีปริมาณ 51 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าในโรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* (48 เปอร์เซ็นต์) และอาร์ทีเมีย (32 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วน Rajkumar และ Kumaraguru vasagam (46) ได้รายงานผลการเปรียบเทียบการใช้โรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* อาร์ทีเมีย และโคพีพอดน้ำเค็มชนิด *Acartia clausi* ในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศอินเดียพบว่าองค์ประกอบของโปรตีนในโคพีพอดชนิดนี้มีประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าในโรติเฟอร์ (61 เปอร์เซ็นต์) และอาร์ทีเมีย (60 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ อีกทั้งยังมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (poly-unsaturated fatty acid หรือ PUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงในโคพีพอด (38 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าในโรติเฟอร์ (34 เปอร์เซ็นต์) และอาร์ทีเมีย (26 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แล้วเมื่อนำโคพีพอดมาอนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) พบว่าลูกปลามีอัตราการรอดในวันที่ 7, 14 และ 21 ประมาณ 75, 70 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอินเดียของ Santhanam และ Perumal (47) รายงานว่าลูกปลากะพงขาว (*L. calcarifer*) ที่อนุบาลด้วยโคพีพอดชนิด *O. rigida* มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการอนุบาลด้วยโรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* และอาร์ทีเมีย ซึ่งเมื่อวิเคราะห์โปรตีนในโคพีพอดชนิดนี้พบว่ามีปริมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าโรติเฟอร์ (63 เปอร์เซ็นต์) และอาร์ทีเมีย (59 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันทั้งหมด (total fatty acids) และกรดอะมิโนทั้งหมด (total amino acids) ในลูกปลากะพงขาวที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดพบว่ามีปริมาณสูงกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ในขณะที่ Matias-Peralta และคณะ (48) ได้ศึกษาองค์ประกอบสารอาหารในโคพีพอดชนิด *Nitocra affinis californica* Lang ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิด *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* และ *Tetraselmis tetrahele* พบว่าโคพีพอดชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยโปรตีน 39–52 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 13–23 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 8–11 เปอร์เซ็นต์ ที่สำคัญยังมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด n-3 HUFA และ n-6 HUFA ในประมาณที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นอาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลลูกปลาและลูกกุ้งทะเลในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศมาเลเซีย นอกจากนี้ยังพบว่าโคพีพอดมีคุณสมบัติในการกระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดสี astaxanthin ในกุ้งทะเล ดังมีหลักฐานจากการศึกษาของ Ananthi และคณะ (36) ในประเทศอินเดีย ที่ได้ทำการเปรียบเทียบการใช้ระยะนอเพลียสของอาร์ทีเมีย และโคพีพอดน้ำเค็มชนิด *M. gracilis*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *O. rigida* ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ระยะโพสลาร์วา พบว่าปริมาณ astaxanthin ในโคพีพอดมีปริมาณสูงกว่าในอาร์ทีเมีย และส่งผลให้ปริมาณของ astaxanthin ในลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยโคพี

พอด (9.28 ไมโครกรัมต่อกรัม) มีปริมาณมากกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย (3.56 ไมโครกรัมต่อกรัม) ประมาณ 3 เท่า ส่งผลให้ลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเพิ่มน้ำหนัก (weight gain) มากกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย

อีกหนึ่งคุณสมบัติของโคพีพอดที่มีความสำคัญคือโคพีพอดสามารถใช้ร่วมกับโปรไบโอติก (probiotics) เพื่อกระตุ้นการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และเอนไซม์ (enzyme) ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ โดยจากรายงานผลการศึกษาในประเทศจีนของ Sun และคณะ (49) ในการใช้โคพีพอดชนิด *P. annandalei* ร่วมกับโปรไบโอติกที่ประกอบด้วยแบคทีเรียชนิด *Bacillus clausii* และ *Bacillus pumilus* เป็นอาหารในการอนุบาลลูกปลากะรังดอกแดง (*E. coioides*) พบว่าอาหารดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาได้ด้วยการกระตุ้นกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร (intestinal digestive enzymes) เช่น alkaline phosphatase และกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เช่น lysozyme และ superoxide dismutase เป็นต้น

ตารางที่ 1. การเปรียบเทียบอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยโคพีพอดและอาหารมีชีวิตชนิดอื่นๆ ในโรงเพาะฟักสัตว์น้ำของประเทศในเอเชีย

ชนิดสัตว์น้ำวัยอ่อน	ชนิดอาหารมีชีวิต	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการเพิ่มน้ำหนัก (มิลลิกรัม)	อ้างอิง
ปลา Japanese flounder (*P. olivaceus*)	*S. poplesia*	91.10	5.30	Liu และ Xu (45)
	S. poplesia mixed *Artemai* sp. (4:1)	86.70	4.70	
	Artemai sp.	82.20	4.10	
ปลากะพงขาว (*L. calcarifer*)	*A. clausi*	58.13	67.62	Rajkumar และ Kumaraguru vasagam (46)
	B. plicatilis	39.93	47.39	
	Artemai sp.	41.62	32.20	
ปลากะพงขาว (*L. calcarifer*)	*O. rigida*	72.64	92.18	Santhanam และ Perumal (47)
	B. plicatilis	36.00	58.73	
	Artemai sp.	28.66	52.69	
กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*)	Mixed copepods (*M. gracilis*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *O. rigida*)	100.00	206.00	Ananthi และคณะ (36)
	Artemai sp.	100.00	162.66	

ตารางที่ 2. ชนิดของโคพีพอดที่นำมาใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์ของประเทศในเอเชีย

ชนิดสัตว์น้ำวัยอ่อน	ชนิดโคพีพอด	ประเทศ	อ้างอิง
ปลากะรัง (*E. coioides*, *E. malabaricus*, *E. fuscoguttatus* และ *C. altivelis*)	*A. royi* และ *P. annandalei*	ไต้หวัน	Liao และคณะ (27)
ม้าน้ำ (*H. trimaculatus*)	*P. annandalei*	จีน	Sheng และคณะ (30)
ปลาสลิดหินน้ำเงินเขียว (*C. viridis* และ *N. nemurus*)	*E. acutifrons* และ *P. serricaudatus*	อินเดีย	Gopakumar และคณะ (31)
ปลาการ์ตูนดำแดง (*A. ephippium*)	*Apocyclops* sp.	ไทย	Kanokrung และคณะ (33)
กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*)	*A. dengizicus*	มาเลเซีย	Farhadian และคณะ (35)
กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*)	*M. gracilis*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *O. rigida*	อินเดีย	Ananthi และคณะ (36)
กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*)	*T. sirindhornae*, *T. thailandensis* และ *T. japonicus*	ไทย	Chullasorn และคณะ (37)
ปลากะรังดอกแดง (*E. coioides*)	*P. annandalei* และ *A. tsuensis*	ฟิลิปปินส์	Doi และคณะ (39)
ปลา Japanese flounder (*P. olivaceus*)	*S. poplesia*	จีน	Liu และ Xu (45)
ปลากะพงขาว (*L. calcarifer*)	*A. clausi*	อินเดีย	Rajkumar และ Kumaraguru vasagam (46)
ปลากะพงขาว (*L. calcarifer*)	*O. rigida*	อินเดีย	Santhanam และ Perumal (47)
ปลากะรังดอกแดง (*E. coioides*)	*P. annandalei*	จีน	Sun และคณะ (49)

4. บทสรุป

โรงเพาะฟักสัตว์น้ำมีความต้องการใช้อาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลังจากตัวอ่อนดูดซึมอาหารในถุงไข่แดงบริเวณหน้าท้องจนหมด นอกจากการใช้โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียแล้วยังพบว่าโคพีพอดจัดเป็นอาหารมีชีวิตที่ประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมต่อการใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สามารถเสริมสร้างการเจริญเติบโตและส่งผลให้สัตว์น้ำวัยอ่อนมีอัตราการรอดเพิ่มขึ้น ซึ่งในภาคส่วนอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยมีการผลิตสัตว์น้ำเพื่อบริโภคเนื้อหลายชนิดในกลุ่มปลาเก๋า ปลากะพง และกุ้งทะเล รวมถึงในภาคส่วนของการผลิตปลาสวยงามในกลุ่มปลาการ์ตูน ปลาสลิดหิน และม้าน้ำ ที่มีความ

จำเป็นต้องใช้อาหารมีชีวิตระหว่างการอนุบาลลูกพันธุ์สัตว์น้ำในโรงเพาะฟัก โดยจากรายงานการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้นมีความเป็นไปได้ในการใช้โคพีพอดในสกุล *Apocyclops*, *Acartia*, *Tigriopus*, *Pseudodiaptomus* และ *Oithona* เพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โคพีพอดในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทยยังต้องมีการพัฒนาไม่ว่าจะเป็นการคัดเลือกชนิดของโคพีพอดที่ดำรงชีพอย่างอิสระในแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารมีชีวิตเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนแล้วยังต้องมีการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของโคพีพอดแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อความต้องการของสัตว์น้ำวัยอ่อนแต่ละประเภท รวมทั้งควรมีการศึกษาปัจจัยการเพาะเลี้ยงโคพีพอดเพื่อเพิ่มขยายปริมาณให้ได้ผลผลิตตามความต้องการนำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

5. เอกสารอ้างอิง

(1) Koompoot K, Sanoamuang L. Calanoid copepods from Suphanburi, Kanchanaburi, Ratchaburi and Phetchaburi provinces. KKU Science Journal. 2012;40(1): 273–80. Thai.

(2) Sanoamuang L. Distributions of three *Eodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in Thailand, with a redescription of *E. draconisignivomi* Brehm, 1952. Hydrobiologia. 2001;453/454(1): 565–76.

(3) Sanoamuang L, Faitakum S. Species diversity of cladocerans and copepods in the floodplain of the River Mun, Northeast Thailand. KKU Research Journal. 2005;10(2): 106–13. Thai.

(4) Srinui K, Nishida S, Ohtsuka S. A new species of *Pseudodiaptomus* (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Pseudodiaptomidae) from the Prasae River Estuary, Gulf of Thailand. ZooKeys. 2013(338): 39–54.

(5) Angsupanich S. Seasonal variations of zooplankton in Thale Sap Songkhla, Southern Thailand. Journal of the National Research Council of Thailand. 1997;29(1): 27–47.

(6) Promkaew S, Paphavasit N, Piemsomboon A. Diversity of copepods in Pak Phanang bay, Nakhon Si Thammarat province. KKU Science Journal. 2012;40(1): 281–92. Thai.

(7) Teeramaethee J, Phukham N, Patarajinda S. Species diversity of marine calanoid copepod from Surin islands national park with a description of a new record to Thailand. Journal of Fisheries Technology Research. 2013;7 Suppl 1: S45–60. Thai.

(8) Maiphae S, Sa-ardrit P. Marine copepods at Mo Ko Thale Tai, Gulf of Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 2011;33(6): 641–51.

(9) Jitchum P, Wongrat L. Community structure and abundance of epipelagic copepods in a shallow protected bay, Gulf of Thailand. Kasetsart University Fisheries Research Bulletin. 2009;33(1): 28–40.

(10) Angsupanich S, Phromthong I, Srichurer K. Meiofauna in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in Southern Thailand. Journal of the Science Society of Thailand. 1997;23: 347–58.

(11) Ho JS. Why do symbiotic copepods matter? Hydrobiologia. 2001;453/454(1): 1–7.

(12) Uye S. Human forcing of the copepod–fish–jellyfish triangular trophic relationship. Hydrobiologia. 2011;666(1): 71–83.

(13) Ayón P, Criales-Hernandez MI, Schwamborn R, Hirche H-J. Zooplankton research off Peru: a review. Progress in Oceanography. 2008;79: 238–55.

(14) Pennington JT, Mahoney KL, Kuwahara VS, Kolber DD, Calienes R, Chavez FP. Primary production in the Eastern tropical Pacific: a review. Progress in Oceanography. 2006;69: 285–317.

(15) Fernández-Álamo MA, Färber-Lorda J. Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: a review. Progress in Oceanography. 2006;69: 318–59.

(16) Conceição LEC, Yúfera M, Makridis P, Morais S, Dinis MT. Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Research. 2010;41(5): 613–40.

(17) Støttrup JG. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. Aquaculture Research. 2000;31: 703–11.

(18) Olivotto I, Avella MA, Sampaolesi G, Piccinetti CC, Navarro Ruiz P, Carnevali O. Breeding and rearing the longsnout seahorse *Hippocampus reidi*: rearing and feeding studies. Aquaculture. 2008;283: 92–6.

(19) Olivotto I, Capriotti F, Buttino I, Avella AM, Vitiello V, Maradonna F, et al. The use of harpacticoid copepods as live prey for *Amphiprion clarkii* larviculture: effects on larval survival and growth. Aquaculture. 2008;274: 347–52.

(20) Lee CS, Ostrowski AC. Current status of marine finfish larviculture in the United States. Aquaculture. 2001;200: 89–109.

(21) Shields RJ. Larviculture of marine finfish in Europe. Aquaculture. 2001;200: 55–88.

(22) Marte CL. Larviculture of marine species in Southeast Asia: current research and industry prospects. Aquaculture. 2003;227: 293–304.

(23) Hishamunda N, Ridler NB, Bueno P, Yap WG. Commercial aquaculture in Southeast Asia: some policy lessons. Food Policy. 2009;34(1): 102–7.

(24) Bondad-Reantaso MG, Subasinghe RP, Arthur JR, Ogawa K, Chinabut S, Adlard R, et al. Disease and health management in Asian aquaculture. Veterinary Parasitology. 2005;132: 249–72.

(25) Boonyaratpalin M. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. Aquaculture. 1997;151: 283-313.

(26) Pechmanee T. Status of marine larviculture in Thailand. In: Hagiwara A, Snell TW, Lubzens E, Tamaru CS, editors. Live food in aquaculture: Springer Netherlands; 1997. p. 41–3.

(27) Liao IC, Su HM, Chang EY. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. Aquaculture. 2001;200: 1–31.

(28) Nagano N, Iwatsuki Y, Kamiyama T, Shimizu H, Nakata H. Ciliated protozoans as food for first-feeding larval grouper, *Epinephelus septemfasciatus*: laboratory experiment. Plankton Biology and Ecology. 2000;47(2): 93–9.

(29) Hagiwara A, Gallardo WG, Assavaaree M, Kotani T, de Araujo AB. Live food production in Japan: recent progress and future aspects. Aquaculture. 2001;200: 111–27.

(30) Sheng J, Lin Q, Chen Q, Gao Y, Shen L, Lu J. Effects of food, temperature and light intensity on the feeding behavior of three-spot juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach. Aquaculture. 2006;256: 596–607.

(31) Gopakumar G, Madhu K, Madhu R. Seed production of marine ornamental fishes for trade. CMFRI Newsletter. 2007;114(April–June): 1–3.

(32) Ignatius B, Rathore G, Jagadis I, Kandasami D, Victor ACC. Spawning and larval rearing technique for tropical clown fish *Amphiprion sebae* under captive condition. Journal of Agriculture in Tropics. 2001;16(3): 241–9.

(33) Kanokrung A, Pratoomyot J, Siranonthana N. Effect of nitrogen for culture microalgae (*Isochrysis galbana*) on biochemical composition of copepod and growth, survival of anemonefish (*Amphiprion ephippium*). Proceedings of Marine Science Conference 2012; 2012 October 17–19; Bangkok, Thailand. Bangkok: Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University; 2013. Thai.

(34) Jantrarotai P, Temphakdee P, Pripanapong S. Evaluation of different larval feeds for survival and development of early stage mud crab (*Scylla olivacea*). Kasetsart Journal: Natural Science. 2004;38: 484–92.

(35) Farhadian O, Yusoff FM, Arshad A. Ingestion rate of postlarvae *Penaeus monodon* fed *Apocyclops dengizicus* and *Artemia*. Aquaculture. 2007;269: 265-70.

(36) Ananthi P, Santhanam P, Nandakumar R, Ananth S, Jothiraj K, Kumar SD, et al. Production and utilization of marine copepods as live feed for larval rearing of tiger shrimp *Penaeus monodon* with special emphasis on astaxanthin enhancement. Indian Journal of Natural Sciences. 2011;1(8): 494–503.

(37) Chullasorn S, Anansatitporn W, Klangsin P, Kangtia P, Jullawateelert R. Comparison of survival and growth rates of black tiger shrimp larvae fed with three species of *Tigriopus* (Harpacticoida, Harpacticidae) as live feeds. Proceedings of Marine Science Conference 2012; 2012 October 17–19; Bangkok, Thailand. Bangkok: Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University; 2013. Thai.

(38) Ajiboye OO, Yakubu AF, Adams TE, Olaji ED, Nwogu NA. A review of the use of copepods in marine fish larviculture. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2011;21(2): 225-46.

(39) Doi M, Toledo J, Golez M, de los Santos M, Ohno A. Preliminary investigation of feeding performance of larvae of early red-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, reared with mixed zooplankton. Hydrobiologia. 1997;358: 259–63.

(40) Yang SJ, Hur SB. Selection of copepods as live food for marine fish larvae based on their size, fecundity, and nutritional value. Ocean and Polar Research. 2014;36(2): 199-208.

(41) Su HM, Su MS, Liao IC. Collection and culture of live foods for aquaculture in Taiwan. Hydrobiologia. 1997;358: 37-40.

(42) Payne MF, Rippingale RJ. Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. Aquaculture. 2000;188: 353–61.

(43) McKinnon AD, Duggan S, Nichols PD, Rimmer MA, Semmens G, Robino B. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. Aquaculture. 2003;223: 89–106.

(44) Lee KW, Park HG, Lee S-M, Kang H-K. Effects of diets on the growth of the brackish water cyclopoid copepod *Paracyclopina nana* Smirnov. Aquaculture. 2006;256: 346–53.

(45) Liu G, Xu D. Effects of calanoid copepod *Schmackeria poplesia* as a live food on the growth, survival and fatty acid composition of larvae and juveniles of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Journal of Ocean University of China. 2009;8(4): 359–65.

(46) Rajkumar M, Kumaraguru vasagam KP. Suitability of the copepod, *Acartia clausi* as a live feed for seabass larvae (*Lates calcarifer* Bloch): compared to traditional live-food organisms with special emphasis on the nutritional value.

Aquaculture. 2006;261(2): 649–58.

(47) Santhanam P, Perumal P. Evaluation of the marine copepod *Oithona rigida* Giesbrecht as live feed for larviculture of Asian seabass *Lates calcarifer* Bloch with special reference to nutritional value. Indian Journal of Fisheries. 2012;59(2): 127–34.

(48) Matias-Peralta HM, Yusoff FM, Shariff M, Mohamed S. Small-scale continuous production of a tropical marine copepod, *Nitocra affinis californica* Lang and its potential as live food for aquaculture. African Journal of Agricultural Research. 2011;6(6): 1611–20.

(49) Sun YZ, Yang HL, Huang KP, Ye JD, Zhang CX. Application of autochthonous *Bacillus* bioencapsulated in copepod to grouper *Epinephelus coioides* larvae. Aquaculture. 2013;392–395: 44-50.