



รายงาน

การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2562

Proceeding of the Annual Conference on Fisheries 2019





คำนำ

รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2562 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการที่ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการประมง ปี 2562 ระหว่างวันที่ 26 - 27 มิถุนายน 2562 ณ โรงแรมราม่า การ์เด้นส์ ซึ่งประกอบไปด้วยผลงานวิชาการทั้งหมด 9 สาขาวิจัย ได้แก่ สาขาพันธุกรรมสัตว์น้ำ สาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด สาขาอาหารสัตว์น้ำ สาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมประมง สาขาโรคสัตว์น้ำ สาขาการประมงทะเล สาขาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ และสาขาเศรษฐกิจ สังคม และต่างประเทศ รวมทั้งสิ้น 95 เรื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และให้นักวิชาการสามารถนำผลงานวิจัยเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ สามารถดำเนินการต่อยอดผลงานวิจัยหรือเสริมงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ

กรมประมงหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2562 จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่าง ๆ รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนางานวิจัยประมง รวมทั้งนำผลงานวิชาการเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกรประมง ผู้ประกอบการประมง และผู้ที่เกี่ยวข้อง อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพต่อไป

(นายอดิศร พร้อมเทพ)

อธิบดีกรมประมง



สาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

- O39 ผลของอาหารต่างชนิดและความถี่ในการให้อาหารต่อศักยภาพในการเพาะพันธุ์ของปลาตะกรับ.....281
Scatophagus argus (Linnaeus, 1766)
 โดย นายอัครา ไชยมงคล
- O40 การเพาะเลี้ยงหอยชักตีน (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) ด้วยอาหารเม็ด.....295
 โดย นางพิชญา ชัยนาค
- O41 ปริมาณและคุณภาพไข่ของแม่ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) จากการผสมเทียม.....312
 อย่างต่อเนื่องในรอบปี
 โดย นายจิระยุทธ รื่นศิริกุล
- O42 ศึกษาการผสมข้ามระหว่างปลาการ์ตูนปีกัสโซเพอร์คูลา (*Amphiprion percula*) กับปลาการ์ตูน.....324
 ดำสนิ่วเฟลก (*A. ocellaris*)
 โดย นายสามารถ เดชสถิต

สาขาการประมงทะเล

- O43 ทักษะคติของชาวประมงต่อการขยายเขตมาตรการปิดอ่าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....337
 โดย นายอภิษฎา เกื้อเฟือก
- O44 ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ น้ำทะเล และดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกจังหวัดสงขลา.....339
 ปี 2556
 โดย นายสมชาย วิญญพันธ์
- O45 ต้นทุน ผลตอบแทน และความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการทำประมงกุ้งทะเลบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก.....341
 โดย นางทิวารัตน์ สีนอนันต์
- O46 ความสูญเสียเชิงเศรษฐกิจของการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำจากการทำประมงอวนล้อมจับ.....344
 บริเวณอ่าวไทยตอนใน
 โดย นายฐิตพล เชื้อมันคง
- O47 ชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดขนาดใหญ่บนปะการังเทียมที่จัดวางในระดับความลึกน้ำต่างกันบริเวณ.....346
 จังหวัดปัตตานี
 โดย นายวิโรจน์ คงอาษา
- O48 คุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ กับข้อมูล MODIS ในน่านน้ำไทย.....348
 โดย นายวิรัตน์ สนิทมัจโร
- O49 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกุ้งโอคักชนิด *Metapenaeus affinis* (H. Milne Edwards, 1837).....360
 และกุ้งตะกาดกริวด (M. ensis (De Haan, 1844)) บริเวณอ่าวพังงา
 โดย นางสาวธนกร เจริญลาภ



การเพาะเลี้ยงหอยชักตีน (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) ด้วยอาหารเม็ด

พิชญา ชัยนาค¹ ธนวิ จิตนุท² และ วิทยา รัตนะ¹

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเขต 5 (ภูเก็ต)

²ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพังงา

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงหอยชักตีน (*Strombus canarium*) ด้วยอาหารเม็ด แบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ microbound diet (MBD) สำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีน แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ MBD มีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ โปรตีนและไขมัน แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ เท่ากับ 40:10, 40:12, 42:10 และ 42:12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงลูกหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 1.52 ± 0.02 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต (น้ำหนัก ความยาว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอด ($P > 0.05$) ระดับโปรตีนที่ต่างกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่ระดับโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดและมีการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดแต่ระดับโปรตีนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้อัตรารอดต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนระดับไขมันที่ 12 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ลูกหอยชักตีนมีเจริญเติบโตสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาด แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ อาหารเม็ด มีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ โปรตีนและไขมันแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ เท่ากับ 38:6, 38:8, 40:6 และ 40:8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 2.99 ± 0.03 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอด ($P > 0.05$) ระดับโปรตีนที่ต่างกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่ระดับโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดและมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดแต่ระดับโปรตีนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ความยาวและอัตรารอดต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนระดับไขมันที่ 8 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้หอยชักตีนมีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ความยาว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) การทดลองที่ 3 ศึกษาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีน แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ อาหารเม็ด มีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ โปรตีนและไขมันแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ เท่ากับ 46:12, 46:14, 48:12 และ 48:14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 4.23 ± 0.05 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด รวมทั้งคุณภาพและปริมาณของไข่และลูกหอยชักตีน ($P > 0.05$) ระดับโปรตีนที่ต่างกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่ระดับโปรตีน 48 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดแต่ระดับโปรตีนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ความยาวและอัตรารอดต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนระดับไขมันที่ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้หอยชักตีนมีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ความยาวและอัตรารอดแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แม่พันธุ์หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่ระดับโปรตีนและไขมัน 48 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนครั้งที่วางไข่ น้ำหนักไข่ ไข่ อัตราการฟักและอัตรารอดของลูกหอยชักตีนสูงที่สุด ($P < 0.05$) ผลการศึกษาทั้ง 3 การทดลอง สรุปได้ว่า MBD ที่มีระดับโปรตีน 42 และไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีน อาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 และไขมัน



8 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาด อาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีน

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยง หอยชักตีน อาหารเม็ด

*ผู้รับผิดชอบ: 100 หมู่ 4 ต. ป่าคอก อ. กลาง จ. ภูเก็ต 83100 โทรศัพท์ 0 7662 1822

E-mail: pchainark@yahoo.com



Culturing Dog Conch (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) with Artificial Diet Pitchaya

Pitchaya Chainark¹, Tun Jittanoon² and Wittaya Rattana¹

¹Coastal Aquaculture Research and Development Regional Center 5 (Phuket)

²Phangnga Coastal Aquaculture Research and Development Center

Abstract

Culturing dog conch (*Strombus canarium*) with artificial diet divided into 3 experiments. The first experiment to study on the optimum protein and lipid levels in microbound diet (MBD) for nursery dog conch. This experiment was consisted four treatment combinations of two levels of two factors, protein and lipid. MBD were designed in the following treatment combinations: 40:10, 40:12, 42:10 and 42:12%. The results obtained at the 60-day dog conch (initial average length 1.52 ± 0.02 cm) cultured, no interaction of two factors was observed ($P > 0.05$). Protein levels were influential to growth rate (weight, length and specific growth rate; SGR) and feed conversion ratio (FCR) ($P < 0.05$), excluding to survival rate (SR) ($P > 0.05$). Dog conch fed with MBD containing 42% of protein provided the best growth and FCR ($P < 0.05$), meanwhile, 12% of lipid provided higher growth than that of 10% of lipid ($P < 0.05$). There were no statistically different ($P > 0.05$) found between two levels of lipid on FCR, and SR. The second experiment to study on the optimum protein and lipid levels in artificial diet for raising dog conch to market size. This experiment was consisted four treatment combinations of two levels of two factors, protein and lipid. Artificial diet were designed in the following treatment combinations: 38:6, 38:8, 40:6 and 40:8%. The results obtained at the 180-day dog conch (initial average length 2.99 ± 0.03 cm) cultured, no interaction of two factors was observed ($P > 0.05$). Protein levels were influential to weight and SGR and FCR ($P < 0.05$), excluding to length and SR ($P > 0.05$). Dog conch fed with artificial diet containing 38% of protein provided the best weight, SGR and FCR ($P < 0.05$), meanwhile, 8% of lipid level provided higher weight and SGR than that of 6% of lipid ($P < 0.05$). There were no statistically different ($P > 0.05$) found between two levels of lipid on length, FCR, and SR. The third experiment to study on the optimum protein and lipid levels in artificial diet for raising broodstock. This experiment was consisted four treatment combinations of two levels of two factors, protein and lipid. Artificial diet were designed in the following treatment combinations: 46:12, 46:14, 48:12 and 48:14%. The results obtained at the 60-day dog conch (initial average length 4.23 ± 0.05 cm) cultured, no interaction of two factors was observed ($P > 0.05$). Protein levels were influential to weight and SGR ($P < 0.05$), excluding to length and SR ($P > 0.05$). Dog conch fed with artificial diet containing 48% of protein and 12% of lipid provided the best weight and SGR ($P < 0.05$). There were no statistically different ($P > 0.05$) found between two levels of lipid on length and SR. Female dog conch broodstock fed with artificial diet at 48 and 14% protein and lipid levels had the highest of the number of spawning times, elongated capsule weight, hatching rate and larvae survival rate ($P < 0.05$). The results of the three experiments concluded that MBD with 42% protein and 12% lipid was suitable for



nursery dog conch. Artificial diet with 38% protein and 8% lipid was suitable for raising dog conch to market size. Broodstock artificial diet containing 48% protein and 14% lipid, suitable for raising broodstock dog conch.

Keywords: culturing, dog conch (*Strombus canarium*), artificial diet

*Corresponding author: 100 Moo 4, Pa-klock Sub-district, Thalang District, Phuket Province 83110 Tel. 0 7662 1822

E-mail: pchainark@yahoo.com



คำนำ

หอยชักตีน ชื่อวิทยาศาสตร์คือ (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758) ชื่อสามัญคือ dog conch เป็นหอยทะเลชนิดฝาเดียว เปลือกบาง มีรูปร่างคล้ายหอยสังข์ขนาดเล็ก พบแพร่กระจายทั่วไปในทะเลเขตรินโด-แปซิฟิก (Cob *et al.*, 2009) ประเทศไทยพบหอยชักตีนทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน เป็นสัตว์น้ำกลุ่มกินเนื้อ การผสมพันธุ์เป็นแบบภายใน สามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี ระยะวัยอ่อนดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนเมื่อโตดำรงชีพบนพื้นดินทรายปนโคลน เป็นหอยที่มีคุณค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทยด้วยเนื้อสีขาวดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทำให้ความต้องการหอยชักตีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณหอยชักตีนในธรรมชาติที่มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากไม่สามารถเติบโตได้ทันกับการถูกจับมาใช้ประโยชน์ (ประเสริฐ 2551)

หอยชักตีนเป็นสัตว์น้ำที่สามารถพัฒนาเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจจากการเพาะเลี้ยงได้ เนื่องจากมีตลาดรองรับ พัชร และคณะ (2547ก) ได้ทดลองฟักไข่หอยชักตีนจากแม่พันธุ์หอยชักตีนจากธรรมชาติและประสบความสำเร็จเมื่อปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อหอยชักตีน เช่น การอนุบาลหอยชักตีนด้วยเทคนิคต่าง ๆ กัน พัชร และคณะ (2547ข) การศึกษาการกระตุ้นการวางไข่ พัฒนาการของคัพพะและลูกหอยวัยอ่อนของหอยชักตีน (พัชร และคณะ 2550) แต่ยังไม่มีการศึกษาการเพาะ อนุบาล และเลี้ยงหอยชักตีนด้วยอาหารเม็ด ซึ่งปัจจุบันอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงหอยชักตีนเป็นอาหารสดซึ่งมีปริมาณและคุณภาพไม่แน่นอนขึ้นกับฤดูกาล

Microbound diet (MBD) เป็นอาหารเม็ดขนาดเล็กที่มีสารเชื่อมประสานทำให้อาหารมีความคงตัวในน้ำนานช่วยลดการสูญเสียสารอาหาร ส่งผลต่อการยอมรับอาหารและความสามารถในการย่อยอาหารของลูกปลา (Cahu *et al.*, 1999) ได้รับความสนใจที่จะนำมาใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการตามที่ต้องการและคุณภาพสม่ำเสมอ มีการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น *Lates calcarifer* พบว่าลูกปลากะพงขาวมีการเจริญเติบโต (พิชญา และคณะ 2559) ในลูกหอยชักตีนยังไม่ได้มีการศึกษาการใช้ MBD ในการอนุบาลลูกหอยชักตีน

ระดับความต้องการโปรตีนและไขมันมีความสำคัญในการสร้างสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับหอยแต่ละชนิด เนื่องจากหอยแต่ละชนิดมีความต้องการที่แตกต่างกัน โดยโปรตีนช่วยให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตขณะเดียวกันไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตเช่นกัน อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงเกินความต้องการของสัตว์น้ำเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์น้ำจะใช้โปรตีนส่วนที่เกินไปเป็นแหล่งพลังงานซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำสูงขึ้นเช่นเดียวกัน (Lovell, 1989) อาหารที่มีไขมันน้อยกว่าความต้องการของสัตว์น้ำจะทำให้สัตว์น้ำนำโปรตีนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานแทนไขมัน ส่งผลให้โปรตีนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต แต่อาหารที่มีไขมันมากเกินไปเกินความต้องการของสัตว์น้ำจะทำให้เกิดการจำกัดปริมาณการกินอาหารของสัตว์น้ำ ส่งผลให้สัตว์น้ำได้รับสารอาหารอื่นไม่เพียงพอ (วีรพงศ์, 2536; Hephher, 1988) สัตว์น้ำกินเนื้อโดยทั่วไปสามารถใช้พลังงานจากไขมันได้ (Lovell, 1989) ดังนั้นควรศึกษาคุณสมบัติของสารอาหารระหว่างโปรตีนและไขมันในอาหารเม็ดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยชักตีน

การหาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดแบบ MBD สำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีน และอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาดและเป็นพ่อแม่พันธุ์ ที่มีคุณภาพด้านโภชนาการเหมาะสมและสม่ำเสมอจึงมีความสำคัญและจำเป็นมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาสูตรอาหารสำหรับผลิตอาหารเม็ดสำหรับใช้ในการเพาะ อนุบาล และเลี้ยงหอยชักตีนจากโรงเพาะฟักในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD สำหรับการอนุบาลลูกหอยชักตีน
2. เพื่อหาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาด
3. เพื่อหาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้เป็นพ่อแม่พันธุ์



วิธีดำเนินการ

การศึกษาการใช้ MBD และอาหารเม็ดสำหรับการเพาะเลี้ยงหอยชักตีนแบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยแต่ละการทดลองมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีวิธีการเดียวกันดังนี้คือ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ได้แก่ โปรตีน ด้วยเครื่อง Truspec CN Carbon/ Nitrogen Determination (LECO) ไขมัน ด้วยเครื่อง Fat Extraction TFE2000 (LECO) เถ้า ความชื้น และเยื่อใย ตามวิธีการของ AOAC (2005)

การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD สำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลชนิด 2 ปัจจัย ในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (2x2 Factorial in Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ โปรตีน มี 2 ระดับ คือ 40 และ 42 เปอร์เซ็นต์ และ ไขมัน มี 2 ระดับ คือ 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 MBD ระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 40:10 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2 MBD ระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 40:12 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 MBD ระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 42:10 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 MBD ระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 42:12 เปอร์เซ็นต์

2. อาหารทดลอง

ผลิต MBD โดยใช้ zein เป็นสารเชื่อมประสานช่วยในการยึดเกาะกันของวัตถุดิบขนาดเล็ก ตามสูตรอาหารตารางที่ 1 และวิธีการของพิชญา และคณะ (2559) นำ MBD ร่อนแยกด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 และ 1 มิลลิเมตร บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 2

วิเคราะห์ความคงตัวของ MBD ตามวิธีการของ Hasting and Higgs (1978) พบว่าค่าความคงตัวของอาหารเม็ดแบบ MBD ในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 85.19 ± 1.45 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 วัตถุดิบสำหรับอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD การทดลองที่ 1

วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	40:10	40:12	42:10	42:12
ปลาป่น (โปรตีน 58 เปอร์เซ็นต์)	20.00	20.00	22.00	22.00
หมึกป่น	20.00	20.00	20.00	20.00
คริลมิล	4.00	4.00	4.00	4.00
กากถั่วเหลือง	15.00	15.00	16.00	16.00
สาหร่ายสไปรูลิน่า	5.00	5.00	5.00	5.00
แป้งสาลี	8.00	8.00	8.00	8.00
หิวตสตาร์ท	10.00	10.00	10.00	10.00
น้ำมันปลาทะเล	2.50	3.50	2.50	3.50
น้ำมันปาล์ม	1.00	1.50	1.00	1.50
วิตามินรวม ¹	2.00	2.00	2.00	2.00
แร่ธาตุรวม ²	2.00	2.00	2.00	2.00
วิตามินซี	0.20	0.20	0.20	0.20
Lecithin	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride	0.50	0.50	0.50	0.50



วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	40:10	40:12	42:10	42:12
แอสตาแซนทิน	0.50	0.50	0.50	0.50
DHA (22 เปอร์เซ็นต์)	1.00	1.00	1.00	1.00
คลอเรสเตอรอล	0.50	0.50	0.50	0.50
สารกันหืน (Butylated hydroxytoluene)	0.10	0.10	0.10	0.10
สารกันรา (Propionic acid)	0.10	0.10	0.10	0.10
Zein	2.00	2.00	2.00	2.00
แคลบ	4.60	3.10	1.60	0.10

หมายเหตุ: ¹วิตามินรวมประกอบด้วยวิตามินดังต่อไปนี้ในปริมาณมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร: Thiamine (B1):Riboflavin (B2): Pyridoxine HCl (B6):Panthothenic acid (B5):Niacin:Folic acid:Inositol:Cyanocobalamin (B12): Biotin: AD3 (IU):E (IU):K3-0.05:0.1:0.07:0.167:0.67:0.03:133.33:0.40:0.4:8.3:0.33:0.167

²แร่ธาตุรวม ประกอบด้วยแร่ธาตุดังต่อไปนี้ในปริมาณกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร: CoCl_2 : CuSO_4 : FeSO_4 : MnSO_4 : NaSeO_3 : ZnSO_4 -0.0125:0.13: 1:0.5: 0.0025:1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD การทดลองที่ 1

อาหารสูตร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				
		โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
40:10	7.40	40.50	10.43	8.48	2.08	38.51
40:12	7.52	40.55	12.06	8.49	2.09	36.81
42:10	7.68	42.41	10.64	9.05	2.18	35.72
42:12	7.80	42.47	12.28	9.07	2.17	34.01

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 นำหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 1.52 ± 0.02 เซนติเมตร มาเลี้ยงในถังพลาสติกทรงกลมความจุ 300 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 เซนติเมตร จำนวน 100 ตัวต่อถัง ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองพื้นหนา 3 เซนติเมตร ใส่ น้ำทะเล 100 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายและให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลาด้วยอัตรา 2 ลิตรต่อนาที ให้ MBD เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 - 0.8 มิลลิเมตร เป็นอาหาร ให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 และ 16.00 นาฬิกา โดยให้กินจนอิ่ม ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 80 - 100 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 2 วัน ทำความสะอาดทรายหยาบปูพื้นถังทดลอง 1 ครั้งต่อเดือน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน

4. การเก็บข้อมูล

- 4.1 สุ่มชั่งน้ำหนักลูกหอยชักตีนเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต
- 4.2 บันทึกปริมาณอาหารเพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ
- 4.3 บันทึกข้อมูลการตายของลูกหอยชักตีนทุกวันเพื่อศึกษาอัตราการรอด

5. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุกถังทดลองก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้ อุณหภูมิของน้ำ ใช้ Thermometer ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิ ใช้ DO meter ยี่ห้อ YSI Model 58 ความเค็ม



ใช้ Refracto-salinometer ยี่ห้อ ASAHI ความเป็นกรด-ด่าง ใช้ pH meter ยี่ห้อ Denver Instrument Model 50 ค่าความเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจนจากการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนและแอมโมเนียรวม ตามวิธีของ Strickland and Parson (1972)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบผลของอิทธิพลหลักคือระดับโปรตีนและไขมันในอาหาร และอิทธิพลร่วมจากอิทธิพลหลักทั้งสองแบบแจกแจงสองทาง (Two Way Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Test (Ramsey and Schafer, 2002) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ SAS การทดลองที่ 2 ศึกษาในระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาด

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลชนิด 2 ปัจจัย ในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ โปรตีน มี 2 ระดับ คือ 38 และ 40 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน มี 2 ระดับ คือ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 38:6 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 38:8 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 40:6 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 40:8 เปอร์เซ็นต์

2. อาหารทดลอง

ผลิตอาหารเม็ดตามสูตรอาหารเม็ดและองค์ประกอบทางเคมีแสดงในตารางที่ 3 และ 4

3. วิธีดำเนินการทดลอง

นำหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 2.99 ± 0.03 เซนติเมตร จากการเพาะและอนุบาลด้วยอาหารเม็ดแบบ MBD ในโรงเพาะฟัก เลี้ยงในถังพลาสติกทรงกลมความจุ 300 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 เซนติเมตร จำนวน 50 ตัวต่อถัง ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองพื้นหนา 3 เซนติเมตร ใส่ น้ำทะเล 100 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายและให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลาด้วยอัตรา 2 ลิตรต่อนาที ให้อาหารเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 - 2 มิลลิเมตร เป็นอาหาร วันละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 และ 16.00 นาฬิกา โดยให้กินจนอิ่ม ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 80 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 2 วัน ทำความสะอาดทรายหยาบบูพื้นถึงทดลอง 1 ครั้งต่อเดือน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 180 วัน

4. การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหารและอัตราการรอดตามวิธีการของการทดลองที่ 1

5. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีการของการทดลองที่ 1

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตามวิธีการของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 3 วัตถุดิบสำหรับอาหารเม็ดการทดลองที่ 2 (กรัม/100 กรัม)

วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	38:6	38:8	40:6	40:8
ปลาป่น (โปรตีน 58 เปอร์เซ็นต์)	20.00	20.00	22.00	22.00
หมึกป่น	10.00	10.00	10.00	10.00



วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	38:6	38:8	40:6	40:8
กากถั่วเหลือง	20.00	20.00	22.00	22.00
สาหร่ายสไปรูลีนา	5.00	5.00	5.00	5.00
Poultry by-product	6.00	6.00	6.00	6.00
แป้งสาลี	14.00	14.00	14.00	14.00
หิวตาร์ท	10.00	10.00	10.00	10.00
น้ำมันปลาทะเล	1.00	2.00	1.00	2.00
น้ำมันปาล์ม	0.50	1.00	0.50	1.00
วิตามินรวม ¹	2.00	2.00	2.00	2.00
แร่ธาตุรวม ¹	2.00	2.00	2.00	2.00
วิตามินซี	0.10	0.10	0.10	0.10
Choline chloride	0.50	0.50	0.50	0.50
คลอเรสเตอร์อล	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Methionine	0.50	0.50	0.50	0.50
สารกันหืน (Butylated hydroxytoluene)	0.10	0.10	0.10	0.10
สารกันรา (Propionic acid)	0.10	0.10	0.10	0.10
แกลบ	8.00	6.50	4.00	2.50

หมายเหตุ: ¹วิตามินรวมและแร่ธาตุรวมส่วนประกอบตามวัตถุดิบอาหารของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของอาหารเม็ดการทดลองที่ 2

อาหารสูตร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				
		โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
38:6	7.70	38.12	6.77	8.26	2.24	44.61
38:8	7.82	38.17	8.41	8.37	2.14	42.91
40:6	8.10	40.72	6.86	8.90	2.39	41.13
40:8	8.22	40.62	8.65	8.92	2.25	39.56

การทดลองที่ 3 ศึกษาาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลชนิด 2 ปัจจัย ในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ โปรตีน มี 2 ระดับ คือ 46 และ 48 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน มี 2 ระดับ คือ 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 46:12 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 46:14 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 48:12 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดระดับโปรตีน:ไขมัน เท่ากับ 48:14 เปอร์เซ็นต์



2. อาหารทดลอง

ผลิตอาหารเม็ดตามสูตรอาหารเม็ดและองค์ประกอบทางเคมีแสดงในตารางที่ 5 และ 6

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 นำหอยชักตีนความยาวเฉลี่ย 4.23 ± 0.05 เซนติเมตร จากการเพาะ อนุบาลและเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดในโรงเพาะฟัก มาเลี้ยงในถังพลาสติกทรงกลมความจุ 300 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 เซนติเมตร จำนวน 50 ตัวต่อถัง ให้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองพื้นหนา 3 เซนติเมตร ใส่ น้ำทะเล 100 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายและให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา ด้วยอัตรา 1 ลิตรต่อนาที ให้อาหารเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 - 3 มิลลิเมตร เป็นอาหาร วันละ 1 ครั้ง เวลา 8.00 นาฬิกา โดยให้กินจนอิ่ม ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำความสะอาดทรายหยาบปูพื้นถังทดลอง 1 ครั้งต่อเดือน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตามวิธีการของการทดลองที่ 1

3.2 เมื่อเลี้ยงหอยชักตีนครบ 60 วัน นำพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนจำนวนอย่างละ 15 ตัว จากแต่ละซ้ำของการทดลอง มาเลี้ยงในถังพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าปริมาตร 500 ลิตร ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองพื้นหนา 3 เซนติเมตร ใส่ น้ำทะเล 200 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายและให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลาด้วยอัตรา 2 ลิตรต่อนาที ทำการกระตุ้นหอยชักตีนให้วางไข่ ด้วยวิธีปล่อยให้แห้งโดยปล่อยน้ำในถังพ่อแม่พันธุ์ให้แห้งนาน 30 นาที แล้วเติมน้ำใหม่ เก็บข้อมูลน้ำหนักฝักไข่ของหอยชักตีน (elongated capsule)

3.3 ฝักไข่ที่เก็บได้นำมาทำความสะอาด จากนั้นทำการฟักในตะกร้าฟักไข่ขนาด $15 \times 15 \times 6$ เซนติเมตร (ตะกร้าพลาสติก บุด้านในด้วยผ้ากรองขนาดตา 730 ไมครอน) ที่แขวนอยู่ในถังพลาสติกทรงกลม ใส่ น้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อด้วยแสงอุลตราไวโอเลต (UV) 100 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายตลอดเวลา เมื่อลูกหอยอายุครบ 3 วัน ย้ายลูกหอยลงเลี้ยงในถังพลาสติกทรงกลม ใส่ น้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อด้วย UV 200 ลิตร ให้อากาศผ่านหัวทรายตลอดเวลา จะเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ วันเว้นวัน ลูกหอยอายุ 1 - 3 วัน ให้ *Isochorysis* sp. และลูกหอยอายุ 4 วัน ขึ้นไป ให้ *Chaetoceros* sp. เป็นอาหาร เป็นระยะเวลา 15 วัน (ลูกหอยลงเกาะพื้น) นับจำนวนลูกหอยชักตีนเพื่อหาอัตราการรอดที่อายุ 15 วัน

4. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีการของการทดลองที่ 1

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการรอด คุณภาพและปริมาณของไข่และลูกหอยชักตีนตามวิธีการของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 5 วัตถุดิบสำหรับอาหารเม็ดการทดลองที่ 3 (กรัม/100 กรัม)

วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	46:12	46:14	48:12	48:14
ปลาป่น (โปรตีน 58 เปอร์เซ็นต์)	22.00	22.00	20.00	20.00
หมึกป่น	20.00	20.00	20.00	20.00
คริลล์	10.00	10.00	14.00	14.00
กากถั่วเหลือง	10.00	10.00	10.00	10.00
สาหร่ายสไปรูลิน่า	5.00	5.00	6.00	6.00
Poultry by-product	5.00	5.00	4.00	4.00
แป้งสาลี	5.00	5.00	5.00	5.00
หิวด์สตาร์ท	10.00	10.00	10.00	10.00
น้ำมันปลาทะเล	3.50	5.00	3.00	4.00
วิตามินรวม ¹	2.00	2.00	2.00	2.00



วัตถุดิบอาหาร (กรัม/100 กรัม)	สูตรอาหาร (ระดับโปรตีน:ระดับไขมัน, เปอร์เซ็นต์)			
	46:12	46:14	48:12	48:14
แร่ธาตุรวม ¹	2.00	2.00	2.00	2.00
วิตามินซี	0.50	0.50	0.50	0.50
วิตามินอี	0.50	0.50	0.50	0.50
Lecithin	0.50	0.50	0.50	0.50
Choline chloride	0.50	0.50	0.50	0.50
แอสตาแซนทีน	0.30	0.30	0.30	0.30
DHA (22 เปอร์เซ็นต์)	0.20	-	0.20	-
คลอเรสเตอรอล	0.50	0.50	0.50	0.50
สารกันหืน (Butylated hydroxytoluene)	0.10	0.10	0.10	0.10
สารกันรา (Propionic acid)	0.10	0.10	0.10	0.10
แคลบ	2.30	1.00	0.80	-

หมายเหตุ: ¹วิตามินรวมและแร่ธาตุรวมส่วนประกอบตามวัตถุดิบอาหารของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของอาหารเม็ดการทดลองที่ 3

อาหารสูตร	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				
		โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
46:12	7.70	38.12	6.77	8.26	2.24	44.61
46:14	7.82	38.17	8.41	8.37	2.14	42.91
48:12	8.10	40.72	6.86	8.90	2.39	41.13
48:14	8.22	40.62	8.65	8.92	2.25	39.56

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาาระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD สำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีน

การทดลองที่ 1.1 การเจริญเติบโต

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบไขมันแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 7

การทดลองที่ 1.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับโปรตีน 42 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบไขมันแต่ละระดับ พบว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับไขมัน 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 7



การทดลองที่ 1.3 อัตราการอด

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและระดับไขมันต่ออัตราการอดของลูกหอยชักตีน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่มีระดับโปรตีน 40 และ 42 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอดไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตและอัตราการอดของลูกหอยชักตีนที่อนุบาลด้วยอาหารเม็ดแบบ MBD การทดลองที่ 1

โปรตีน:ไขมัน	40:10	40:12	42:10	42:12
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (กรัม)	2.08±0.18 ^a	2.29±0.10 ^a	2.18±0.08 ^a	2.12±0.06 ^a
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (เซนติเมตร)	1.51±0.06 ^a	1.55±0.12 ^a	1.54±0.06 ^a	1.52±0.26 ^a
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (กรัม)	3.02±0.12 ^b	3.05±0.06 ^b	3.16±0.10 ^b	3.52±0.14 ^a
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (เซนติเมตร)	2.33±0.10 ^b	2.50±0.24 ^b	2.59±0.08 ^b	3.08±0.15 ^a
อัตราเจริญเติบโตจำเพาะ ^{ns} (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	0.57±0.17 ^b	0.53±0.12 ^b	0.66±0.12 ^b	0.90±0.07 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ^{ns}	0.82±0.16 ^b	0.84±0.41 ^b	0.78±0.12 ^b	0.51±0.11 ^a
อัตราการรอดตาย ^{ns} (เปอร์เซ็นต์)	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) s = significant มีอิทธิพล ($P<0.05$) ns = not significant ไม่มีอิทธิพล ($P>0.05$)

การทดลองที่ 1.4 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำของชุดการทดลอง 1 ถึง 4 มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ 27.17±0.21 - 27.40±0.10°C, ความเค็ม 32.17±0.21 - 32.27±0.71 ppt, ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.91±0.07 - 7.97±0.10, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.53±0.40 - 6.76±0.05 mg/l, ความเป็นด่าง 113.67±0.58 - 117.00±2.65 mg/l, ปริมาณแอมโมเนียรวม 0.2404±0.03 - 0.2725±0.02 mg/l, และไนโตรเจน-ไนโตรเจน 0.0583±0.05 - 0.0684±0.01 mg/l

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาด

การทดลองที่ 2.1 การเจริญเติบโต

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบไขมันแต่ละระดับ พบว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับไขมัน 6 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และพบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 และ 40 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงดังตารางที่ 8

การทดลองที่ 2.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบไขมันแต่ละระดับ พบว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับไขมัน 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 8)



การทดลองที่ 2.3 อัตรารอด

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและระดับไขมันต่ออัตราการรอดของหอยชักตีน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 และ 40 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของหอยชักตีนที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดการทดลองที่ 2

โปรตีน:ไขมัน	38:6	38:8	40:6	40:8
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (กรัม)	3.12±0.10 ^a	3.09±0.02 ^a	3.18±0.02 ^a	3.16±0.06 ^a
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (เซนติเมตร)	3.00±0.19 ^a	2.97±0.19 ^a	2.99±0.17 ^a	3.028±0.13 ^a
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (กรัม)	15.76±1.48 ^b	18.35±1.28 ^a	14.76±0.65 ^b	15.05±0.83 ^b
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (เซนติเมตร)	4.47±0.06 ^a	2.82±0.10 ^a	3.25±0.08 ^a	3.25±0.08 ^a
อัตราเจริญเติบโตจำเพาะ ^{ns} (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	2.89±0.12 ^b	4.64±0.19 ^a	4.59±0.03 ^b	2.62±0.14 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ^{ns}	0.99±0.13 ^b	0.79±0.49 ^a	1.05±0.08 ^b	1.04±0.10 ^b
อัตราการรอดตาย ^{ns} (เปอร์เซ็นต์)	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) s = significant มีอิทธิพล ($P<0.05$) ns = not significant ไม่มีอิทธิพล ($P>0.05$)

การทดลองที่ 2.4 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำของชุดการทดลอง 1 ถึง 4 มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ 28.05±0.08 - 28.85±0.12°C, ความเค็ม 32.57±0.25 - 32.50±0.71 ppt, pH 8.07±0.087 - 8.13±0.09, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.13±0.18 - 6.39±0.27 mg/l, ความเป็นด่าง 112.50±3.54 - 115.50±4.95 mg/l, ปริมาณแอมโมเนียรวม 0.6351±0.04 - 0.6983±0.05 mg/l, และไนโตรเจน-ไนโตรเจน 0.0135±0.01 - 0.0224±0.01 mg/l

การทดลองที่ 3 ศึกษาหอยชักตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีน

การทดลองที่ 3.1 การเจริญเติบโต

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่อการเจริญเติบโต ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนและไขมันแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีนและไขมัน 48:14 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีนและไขมัน 46:12, 46:14 และ 48:12 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) และพบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 46 และ 48 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงดังตารางที่ 9

การทดลองที่ 3.2 อัตรารอด

ไม่มีอิทธิพลร่วมของระดับโปรตีนและไขมันต่ออัตราการรอดของหอยชักตีน ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนและไขมันแต่ละระดับ พบว่าลูกหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 46 และ 48 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงดังตารางที่ 9

การทดลองที่ 3.3 คุณภาพและปริมาณของไข่และลูกหอยชักตีน

พ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนได้รับอาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่มีระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวนครั้งที่วางไข่ มีน้ำหนักเส้นฝักไข่ อัตราฟักและอัตราการรอดลูกหอยชักตีนที่อายุ 15 วัน สูงสุด ($P<0.05$) แสดงในตารางที่ 10



ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดการทดลองที่ 3

โปรตีน:ไขมัน	46:12	46:14	48:12	48:14
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (กรัม)	15.76±1.48 ^a	15.69±1.21 ^a	14.76±0.65 ^a	15.05±0.83 ^a
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ^{ns} (เซนติเมตร)	4.20±0.02 ^a	4.17±0.19 ^a	4.26±0.21 ^a	4.28±0.10 ^a
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (กรัม)	19.42±0.64 ^b	20.35±0.66 ^b	19.02±0.19 ^b	21.12±0.16 ^a
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย ^{ns} (เซนติเมตร)	5.47±1.28 ^a	5.57±0.37 ^a	5.69±0.32 ^a	5.62±0.14 ^a
อัตราเจริญเติบโตจำเพาะ ^{ns} (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	0.38±0.03 ^b	0.47±0.17 ^b	0.45±0.06 ^b	0.60±0.16 ^a
อัตราการรอดตาย ^{ns} (เปอร์เซ็นต์)	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) s = significant มีอิทธิพล ($P<0.05$) ns = not significant ไม่มีอิทธิพล ($P>0.05$)

ตารางที่ 10 คุณภาพและปริมาณของไข่และลูกหอยชักตีนของการทดลองที่ 3

โปรตีน:ไขมัน	จำนวนครั้งวางไข่ ^{ns} (ครั้ง)	น้ำหนักเส้นฝักไข่ ^{ns} (กรัม)	อัตราฟัก ^{ns} (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการรอด ^{ns} (เปอร์เซ็นต์)
46:12	4.67±0.58 ^b	2.25±0.13 ^b	52.46±3.46 ^b	62.57±2.29 ^b
46:14	4.67±0.58 ^b	2.30±0.09 ^b	52.42±4.81 ^b	63.31±0.61 ^b
48:12	5.33±0.58 ^b	2.45±0.06 ^b	53.03±1.76 ^b	64.76±2.60 ^b
48:14	6.33±0.58 ^a	2.81±0.14 ^a	68.29±4.46 ^a	70.66±1.28 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) s = significant มีอิทธิพล ($P<0.05$) ns = not significant ไม่มีอิทธิพล ($P>0.05$)

การทดลองที่ 3.4 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำของชุดการทดลอง 1 ถึง 4 มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ $27.50\pm0.56 - 27.73\pm0.49^{\circ}\text{C}$, ความเค็ม $32.57\pm0.81 - 32.93\pm0.38$ ppt, pH $8.13\pm0.37 - 8.27\pm0.59$, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ $6.58\pm0.14 - 6.70\pm0.12$ mg/L, ความเป็นด่าง $117.00\pm6.08 - 120.33\pm4.51$ mg/L, ปริมาณแอมโมเนียรวม $0.2370\pm0.03 - 0.2692\pm0.02$ mg/L, และไนโตรเจน-ไนโตรเจน $0.0151\pm0.01 - 0.0183\pm0.04$ mg/L

สรุปและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1

ระดับโปรตีนและไขมันไม่มีอิทธิพลร่วมที่ส่งผลต่อน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยชักตีน แต่ระดับโปรตีนที่สูงขึ้นใน MBD (โปรตีน 40 เป็น 42 เปอร์เซ็นต์) ทำให้ลูกหอยชักตีนมีน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้น แสดงว่าเมื่อระดับโปรตีนใน MBD สูงในระดับที่เหมาะสมหอยชักตีนจะนำโปรตีนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าการนำไปใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน โดยสัตว์น้ำต้องการโปรตีนเพื่อใช้ในการ metabolic energy มากกว่าต้องการไขมัน (Wilson, 1989) ระดับโปรตีนและไขมันไม่มีอิทธิพลร่วมที่ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของลูกหอยชักตีน แต่ระดับโปรตีนมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ โดยลูกหอยชักตีนที่ได้รับ MBD ที่ระดับโปรตีนสูงขึ้นมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีขึ้นเนื่องจากปริมาณวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนมีคุณภาพดีใช้ปริมาณสูงขึ้นเมื่อระดับโปรตีนสูงขึ้น (Lee *et al.* 2001)



การเพิ่มระดับไขมันใน MBD จากระดับ 10 เป็น 12 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น ไม่มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการอดแตกต่างกัน แสดงว่าระดับไขมันจากการทดลองนี้ไม่สูงเกินที่จะทำให้เกิดกระบวนการ lipostatic ที่ทำให้มีการสะสมไขมันมากขึ้นและส่งผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Ogata and Shearer 2000) นอกจากนี้การเพิ่มระดับไขมันใน MBD ในระดับที่ทดลองไม่ลดระดับความต้องการโปรตีนทำให้การเจริญเติบโต เป็นไปในแนวทางเดียวกับผลการศึกษาในสัตว์น้ำอื่น ๆ ของ Rachmansyah *et al.* (2005) ที่พบว่าการเพิ่มระดับไขมันจาก 8 ไป 12 เปอร์เซ็นต์ ช่วยทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้นแต่ไม่ช่วยทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกัน

การทดลองที่ 2

หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีนที่ 38 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีนที่ 40 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมื่อระดับโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเม็ดสูงในระดับที่เหมาะสมหอยชักตีนจะนำโปรตีนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าการนำไปใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน (Wilson, 1989) สอดคล้องกับผลการศึกษากการใช้อาหารผสม 3 สูตร เลี้ยงหอยชักตีนเป็นเวลา 120 วัน ของพัชรี และสุนันท์ (2553) ที่รายงานว่าระดับโปรตีน 37 - 38 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หอยชักตีนเจริญเติบโต ระดับโปรตีนมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อโดยหอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดที่ระดับโปรตีนเหมาะสมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี เนื่องมาจากคุณค่าทางโภชนาการคงที่และเพียงพอ (Langdon, 2003)

ระดับไขมันในอาหารเม็ดที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น ไม่มีผลทำให้อัตราการอดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกัน แสดงว่าระดับไขมันจากการทดลองนี้ไม่สูงเกินที่จะทำให้เกิดกระบวนการที่ทำให้มีการสะสมไขมันมากขึ้นและส่งผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Jobling *et al.* 2002; Johansen *et al.* 2003)

การทดลองที่ 3

การเจริญเติบโตของหอยชักตีนเมื่อได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหอยชักตีนเมื่อได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ระดับโปรตีนและไขมันอื่น ๆ แสดงว่าระดับโปรตีนและไขมันเพียงพอต่อความต้องการของหอยชักตีนเพื่อการเจริญเติบโต เป็นไปในทิศทางเดียวกับสัตว์น้ำชนิดอื่นที่พ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำต้องการโปรตีนสูงกว่าสัตว์น้ำโตเต็มวัย (Wee and Tuan, 1988)

พ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์ที่มีระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนครั้งของการวางไข่มากกว่าพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์ที่มีระดับโปรตีนและไขมันอื่น เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น Wee and Tuan (1988) ได้ศึกษาผลของระดับโปรตีนต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ของปลานิล พบว่าระดับโปรตีน 27.5 - 35 เปอร์เซ็นต์ เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตแต่ไม่เพียงพอสำหรับการเจริญพันธุ์ (ความถี่ในการวางไข่ ขนาดของไข่ การผสมและฟักตัวของไข่) ต้องได้รับโปรตีน 42.5 - 50 เปอร์เซ็นต์ Chong *et al.* (2004) ที่พบว่าแม่พันธุ์ปลา swordtails ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 50 หรือ 60 เปอร์เซ็นต์ จะได้จำนวนครั้งของการวางไข่มากกว่าแม่พันธุ์ปลา swordtails ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 20, 30 หรือ 40 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Duray *et al.* (1994) ที่พบว่าระดับไขมันสูง (ไขมัน 12 - 18 เปอร์เซ็นต์) ขึ้นทำให้ rabbit fish มีจำนวนครั้งของการวางไข่มากขึ้น น้ำหนักไข่และอัตราการรอดของลูกหอยจากพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่มีระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าจากพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่ได้รับอาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่มีระดับโปรตีนและไขมันอื่นเนื่องจากหอยชักตีนจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์น้ำกินเนื้อพ่อแม่พันธุ์จึงต้องการโปรตีนสูงเพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญพันธุ์ เช่นเดียวกับพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ เช่น Duray *et al.* (1994) ที่พบว่าระดับไขมัน 12 - 18 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารพ่อแม่พันธุ์ rabbit fish ทำให้จำนวนไข่ อัตราฟักและอัตราการรอดของลูกปลาอายุ 14 วัน สูงขึ้น

คุณภาพน้ำตลอดการทดลองของทุกชุดการทดลองในการทดลองที่ 1 - 4 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงหอยชักตีนเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เหมาะสมของคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (คณิต และคณะ, 2537)



จากผลการศึกษาทั้ง 3 การทดลอง สรุปได้ว่าอาหารเม็ดขนาดเล็กแบบ MBD ที่มีระดับโปรตีน 42 และไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกหอยชักตีนให้ลูกหอยชักตีนมีการเจริญเติบโตดีและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ อาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 38 และไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยชักตีนให้ได้ขนาดตลาดเนื่องจากลูกหอยชักตีนมีการเจริญเติบโตดีและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ อาหารเม็ดพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนที่มีระดับโปรตีน 48 และไขมัน 14 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยชักตีนเนื่องจากให้อาหารจำนวนครั้งที่วางไข่ น้ำหนักไข่ ไข่ อัตราการฟักและอัตราการรอดของลูกหอยชักตีนสูง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพังงาที่ช่วยเหลือและเก็บตัวอย่างหอยชักตีน

เอกสารอ้างอิง

- คณิต ไชยาคำ, สิริ ทุกขวินาศ, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, พุทธ ส่องแสงจินดา และ ดุสิต ต้นวิไล. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา. 109 หน้า.
- ประเสริฐ ทองหนู. 2551. สภาวะทรัพยากรหอยตลับและหอยชักตีนและแนวทางการจัดการอย่างยั่งยืน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2: 9-16.
- พิชญา ชัยนาค, วิทยา รัตน และ ธวัช ศรีวีระชัย. 2559. การใช้อาหารสำเร็จรูปขนาดเล็กแบบ Microbound สำหรับอนุบาลลูกปลาเกะพงขาว (*Lates calcarifer*, Bloch 1790). ใน: รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2559 วันที่ 1-2 มิถุนายน 2559 ณ ห้องประชุมกรมประมง, กรมประมง. หน้า 95-119.
- พัชร ชุ่นสั้น, สามารถ เดชสถิต, พิกุล ไชยรัตน์ และ ปรีศนา คลิ่งสุคล้าย. 2547ก. ชีวิตวิทยาและการเพาะพันธุ์เบื้องต้นหอยชักตีน. วารสารการประมง 57(1): 67-70.
- พัชร ชุ่นสั้น, พิกุล ไชยรัตน์ และ ปรีศนา คลิ่งสุคล้าย. 2547ข. การอนุบาลหอยชักตีนด้วยเทคนิคต่าง ๆ กัน. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประมงของกรมประมงประจำปี 2547 วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2547 ณ ห้องประชุมกรมประมง, กรมประมง. หน้า 103-110.
- พัชร ชุ่นสั้น, สามารถ เดชสถิต, พิกุล ไชยรัตน์ และ จิระ วัชร. 2550. การศึกษาการกระตุ้นการวางไข่ พัฒนาการของคัพพะและลูกหอยวัยอ่อนของหอยชักตีน (*Strombus canarium* Linnaeus, 1758). เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 16 หน้า.
- พัชร ชุ่นสั้น และ สุนันท์ ทวยเจริญ. 2553. การศึกษาเบื้องต้นในการใช้อาหารผสม 3 สูตรทดลอง เลี้ยงหอยชักตีน (*Strombus canarium* Linnacus, 1758). เอกสารวิชาการฉบับที่ 53/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 18 หน้า.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 253 หน้า.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis. Association of AOAC INTERNATIONAL 18th edition. Maryland. 1,268 pp.
- Cahu, C. L., J. L. Zambonino Infante, P. Quazuguel and M. M. Le Gall. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture* 171: 109-119.
- Chong, A. S. C., S. D. Ishak, Z. Osman and R. Hashim. 2004. Effect of dietary protein levels on the reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). *Aquaculture* 234: 381-392.
- Cob Z. C., A. Arshad, J. S. Bujang, M. A. Ghaffar. 2009. Species Description and Distribution of *Strombus* (Mollusca: Strombidae) in Johor Straits and its Surrounding Areas. *Sains Malaysiana* 38(1): 39-46.



- Duray, M., H. Kohno and F. Pascual. 1994. The effect of lipid-enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *Philipp. Sci.* 31: 42-57.
- Hasting, W. H. and D. Higgs. 1978. Feed Milling Processes. Fish Feed Technology, Chapter 18. FAO publication. <http://www.fao.org/docrep/X5738E/x5738e0j.htm> (08.05.2008).
- Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fish. Cambridge University Press, Cambridge. 388 pp.
- Jobling, M., A. V. Larsen, B. Andreassen and R. L. Olsen. 2002. Adiposity and growth of post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Aquacult. Res.* 33: 533-541.
- Johansen, S. J. S., H. Sveier and M. Jobling. 2003. Lipostatic regulation of feed intake in Atlantic salmon *Salmo salar* L. defending adiposity at the expense of growth? *Aquacult. Res.* 34: 317-331.
- Langdon, C. 2003. Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. *Aquaculture* 227: 259-275.
- Lee, S. M., K. D. Kim, H. G. Park, C. H. Kim and K. E. Hong. 2001. Protein requirement of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. *Fish. Sci.* 67: 46-51.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 pp.
- Ogata, H. Y. and K. D. Shearer. 2000. Influence of dietary fat and adiposity on feed intake of juvenile red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 189: 237-249.
- Ramsey, F. L. and D. W. Schafer. 2002. The statistical sleuth: A course in methods of data analysis second edition. Duxbury Press, California, US. 768 pp.
- Rachmansyah, U., A. Laining, T. Ahmad and K. C. Williams. 2005. Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). *Aquacult. Res.* 36: 1285-1292.
- Strickland, J. D. H. and T.R. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis 2nd ed. Fisheries Board of Canada. Ottawa, Canada. 311pp.
- Wilson, R. P. 1989. Amino acids and proteins. In: Fish Nutrition, 2nd edn. (Halver, J.E. Ed.). pp. 112-153. Academic Press, New York.
- Wee, K. L. and N. A. Tuan. 1988. Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). pp. 401-410. In: R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (Eds.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM, Manila, Philippines.