บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุกรมวิธานและลักษณะรูปร่างของปูม้า

ปูม้ามีชื่อภาษาอังกฤษว่า Blue Swimming Crab มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ที่มีโครงร่างแข็งห่อหุ้มลำตัว มีรยางค์เชื่อมเป็นข้อต่อ สามารถจัดจำแนกชนิดตามลำดับอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Superorder Eucarida

Order Decapoda

Suborder Reptantia

Section Brachyura

Subsection Brachyrhyncha

Family Portunidae

Subfamily Portunidae

Genus *Portunus*

Species *Portunus pelegicus* (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

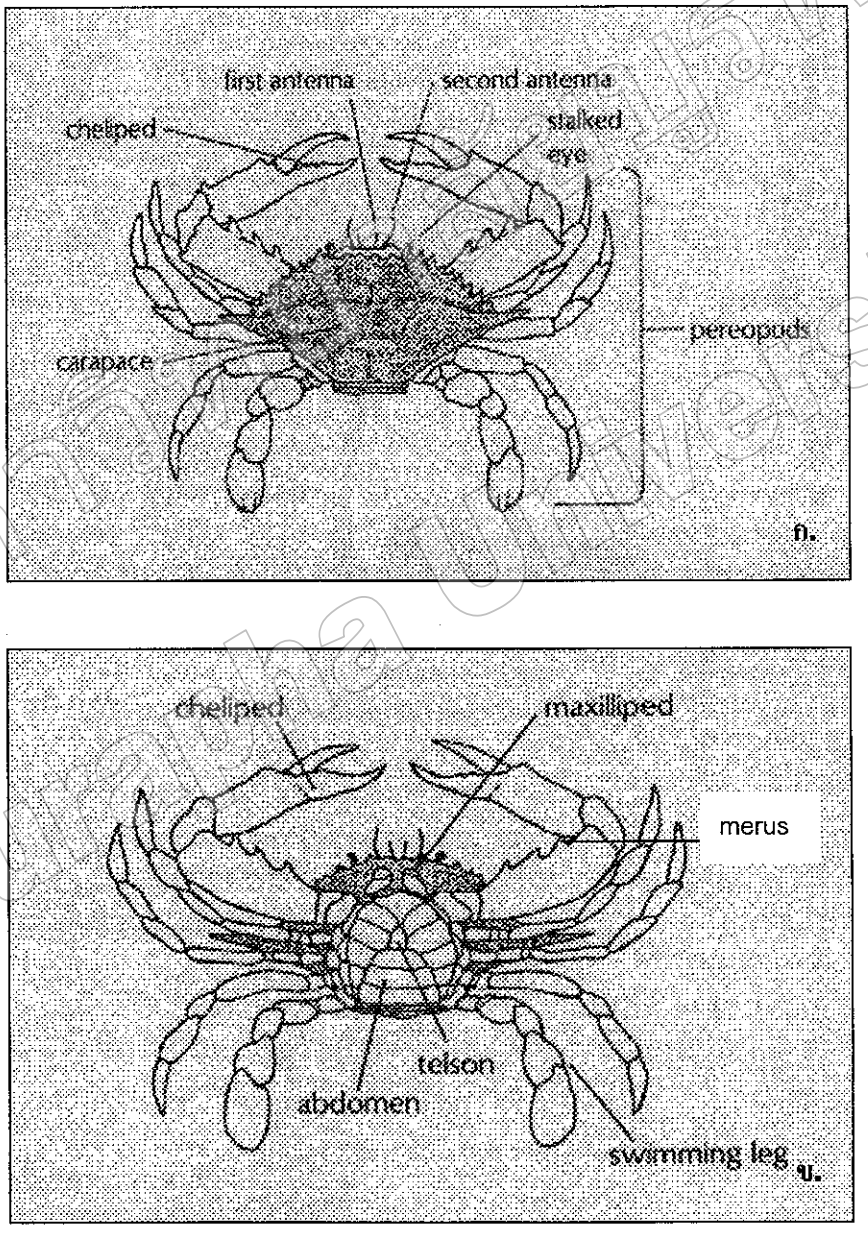
ลักษณะทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (Head) ส่วนอก (Thorax) และส่วนท้อง (Abdomen) โดยส่วนหัวและส่วนอกจะอยู่ติดรวมกันเรียกว่า Cephalothorax มีกระดอง (Carapace) หุ้มอยู่ตอนบน ทางด้านข้างทั้งสองของกระดองจะเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อยเป็นหนามแหลมข้างละ 9 อันเรียกว่า Anterolateral Tooth ขามีทั้งหมด 5 คู่ด้วยกัน คู่แรกจะเปลี่ยนไปเป็นก้ามใหญ่เพื่อใช้ป้องกันตัวและจับอาหาร ขาคู่ที่ 2, 3 และ 4 จะมีขนาดเล็ก ปลายแหลมใช้เป็นขาเดิน (Walking legs) ขาคู่สุดท้ายตอนปลายมีลักษณะเป็นใบพายใช้ในการว่ายน้ำ (Swimming legs) ส่วนต่าง ๆ ของขาแต่ละอันจะแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันออกไป โดยเริ่มจากปล้องที่ติดกับลำตัวเรียกว่า Coxa, Basis, Ischium, Merus, Carpus, Propodus และปล้องสุดท้ายเรียกว่า Dactylus ขาคู่ที่ 1 ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นก้ามจะมีชื่อเรียกปล้องต่าง ๆ แตกต่างกันออกไปดังนี้คือ Coxa, Basis, Ischium,

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Merus, Arm, Wrist และ Hand โดยปล้องที่ 6 และ 7 จะมีลักษณะคล้ายกันโดยมีด้านบนเคลื่อนไหวได้ หนามของกระดองคู่สุดท้ายจะยาวมากแหลมและใหญ่กว่าอันอื่น ความกว้างของกระดองจะยาวประมาณ 2 - 2.5 เท่าของความยาวกระดอง ปูม้าเมื่อโตเต็มวัยในเพศผู้ ก้ามจะมีความยาวประมาณ 3 เท่าของกระดอง แต่ในเพศเมียก้ามจะมีขนาดสั้นกว่าของเพศผู้ ที่ขอบบนบริเวณฐานของปล้องที่ 4 (Merus) จะมีหนาม 3 - 4 อัน ขอบล่างจะมีหนามเพียงอันเดียว ขาเดินจะมีปลายแหลมที่ขอบกระดองด้านหน้าระหว่างเบ้าตา จะมีหนาม 2 คู่หรือ 4 อัน โดยไม่รวมเบ้าตาด้านใน หนามคู่แรกมีชื่อว่า Front Median Tooth ซึ่งมีขนาดเล็ก หนามอีกคู่หนึ่งเรียกว่า Lateral Frontal Tooth จะมีลักษณะรูปสามเหลี่ยมยกขึ้น หนามที่ขอบเบ้าตาด้านในมีขนาดใหญ่สุดเรียกว่า Inner Orbital Tooth ช่วงระหว่าง Inner Orbital Tooth กับ Lateral Frontal Tooth จะกว้างกว่าช่วงระหว่าง Lateral Frontal Tooth กับ Front Median Tooth ช่วงระหว่างหนามเบ้าตาด้านใน และด้านนอกจะมีรอยบาก 2 รอย ขอบล่างของเบ้าตาด้านในจะมีหนามแหลม 1 อัน บริเวณริมฝีปากบนจะมีหนามแหลมชี้นยาวออกมา 1 อัน ลักษณะกระดองจะเป็นรูปไข่โค้งนูน ไม่มีขนแต่มีขนเล็ก ๆ เป็นจุดประอยู่ทั่วไป มีสัน (Bridge) ที่เด่นชัดคือ Epibranchial Bridge, Protogastic Bridge และ Esogastic Bridge หนวดมี 2 คู่ โดยคู่ที่ 1 จะพับอยู่ตามขวางฐานของหนวดคู่ที่ 2 จะมีช่องติดกับเบ้าตา โดยบริเวณฐานจะติดกับหนามอันในของขอบเบ้าตา ก้าม ในปูเพศผู้จะมีก้ามยาวกว่าเพศเมีย ขอบด้านหน้าของปล้องเรียกว่า Arm จะมีหนาม (Spine) ขนาดเกือบเท่ากัน 3 อัน ขอบด้านล่างจะมีขน ขณะที่ขอบด้านหลังจะมีหนาม 1อัน ขอบด้านหน้าของปล้องก้ามที่เรียกว่า Wrist จะมีหนามใหญ่ 1 อันในขณะที่ขอบด้านหลังจะมีหนาม 2 อัน โดยหนามอันแรกจะมีขนาดเล็กกว่าหนามอันหลัง และหนามอันหลังจะอยู่ติดกับสัน (Bridge) ซึ่งเป็นขอบด้านหลังของ Wrist บริเวณด้านบนของ Wrist จะมีสันนูน 3 แถว ซึ่ง 2 แถวจะขนานกัน ในขณะที่สันอีกแถวหนึ่งปลายจะชี้ไปยังหนามของขอบด้านหลัง ปล้องที่เรียกว่า Hand จะมีสัน 3 แถว สันแถวกลางจะมีหนาม 1 อัน สันอีก 2 แถวจะอยู่ด้านนอก โดยแถวบนจะเป็นตุ่มและสูงขึ้นมามาก แถวล่างจะมีลักษณะเป็นช่อง ด้านบนของ Hand ติดกับนิ้วที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (Immovable finger) ด้านล่างของ Hand จะเป็นนิ้วที่เคลื่อนไหวได้ (Movable finger) ซึ่งจะมีฟันที่มีขนาดใหญ่และแหลมคมมาก (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

ส่วนท้องของปูม้าเพศผู้จะเป็นรูปสามเหลี่ยมเล็กแคบและยาว ปล้องที่ 3 และ 4 ของส่วนท้องจะเชื่อมติดกัน ขอบของส่วนท้องจะมีขน รยางค์อกคู่แรกของปูม้าเพศผู้จะเรียวแหลมและยาวมากอยู่ในช่องของส่วนที่เรียกว่า Sternum ซึ่งจะโค้งมาทับกันพอดี โดยปูเพศเมียส่วนท้องจะขยายกว้างปิดคลุมเกือบเต็มหน้าอก รยางค์คู่ที่ 2 - 5 จะเปลี่ยนไป รยางค์ยาวและตามขอบของรยางค์เหล่านี้จะมีเล็ก ๆ คล้ายขนนก เพื่อให้ไข่เกาะติดในเวลาฟัก (Barnes, 1987) หรืออาจจะดูได้จากความแตกต่างของสี ปูม้าเพศผู้จะมีลำตัวสีฟ้าอ่อนมีจุดขาวตกกระอยู่ทั่วไปบนกระดองและก้ามคลุมไป

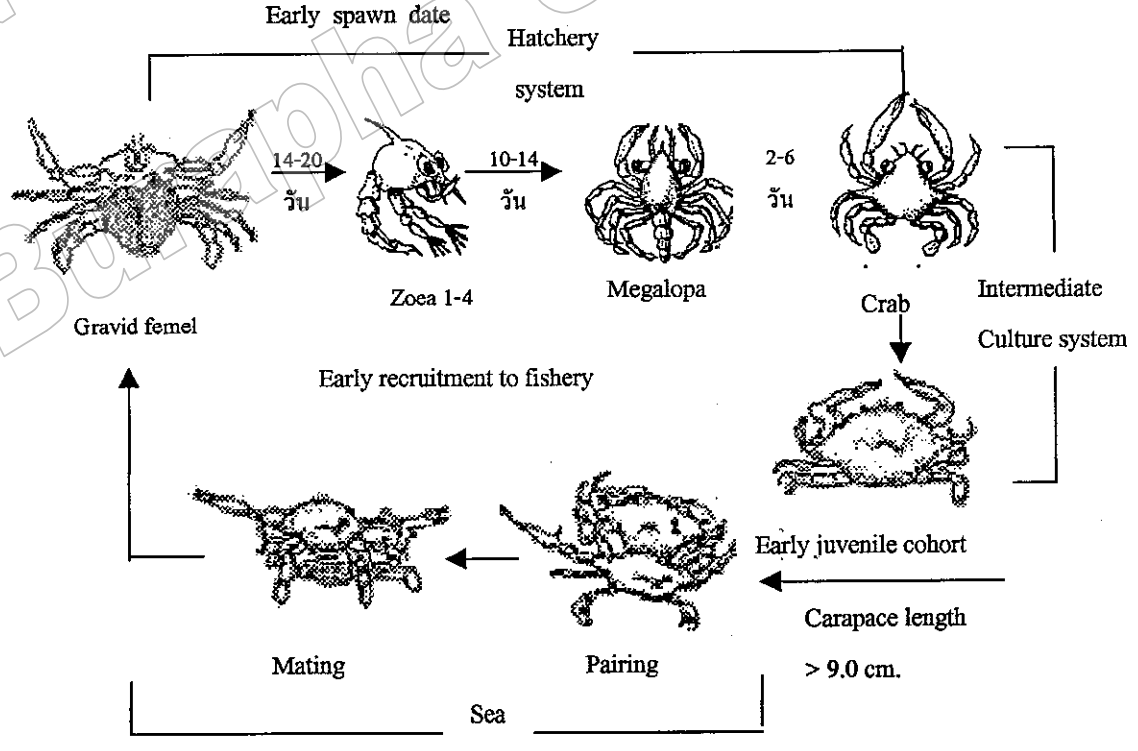
จนถึงขาว่ายน้ำ พื้นท้องจะเป็นสีขาว ขาจะมีสีฟ้า ขณะที่ปูม้าเพศเมียลำตัวจะมีสีน้ำตาลอ่อนมัว ๆ มีตุ่มขรุขระบนกระดองเด่นชัดกว่าปูเพศผู้ สีของตุ่มจะออกเขียวคล้ำไม่มีจุดขาวบนกระดอง บริเวณปลายขาจะมีสีม่วงแดง (จำนง รอดมงคลดี, 2522 และ สมยศ สิทธิโชคพันธ์, 2540) นอกจากนี้ขนาดโดยทั่วไปของปูม้าที่โตเต็มวัยจะมีขนาดความยาวกระดองตั้งแต่ 4.2 เซนติเมตรขึ้นไป ถ้าอายุเท่ากันแล้วปูเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าปูเพศเมีย (สุเมธ ตันติกุล, 2527) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ส่วนต่าง ๆ ภายนอกของปู Blue crab (*Callinectes sapidus*)
ก. ด้านหลัง ข. ด้านหน้า (David, Anson, & Allen, 2002)

วงจรชีวิตของปูม้า

ปูม้า (*P. pelegicus*) เป็นสัตว์น้ำกร่อยประเภทหนึ่งที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการแพร่พันธุ์ โดยปูม้าเพศเมียจะอพยพจากแหล่งหากินในบริเวณชายฝั่ง ออกไปวางไข่ในทะเล หรือในบริเวณปากแม่น้ำซึ่งติดกับชายฝั่งทะเล การอพยพนี้เพื่อเลือกแหล่งที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของลูกปูวัยอ่อน(Meagher, 1971) เมื่อลูกปูฟักออกจากไข่แล้วจะล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ในระยะวัยอ่อนแบ่งเป็น 5 ระยะ คือระยะซูเอีย 4 ระยะ และระยะเมกาโลปา ระหว่างที่ดำรงชีวิตในวัยอ่อน อาจล่องลอยไปได้ไกลถึง 80 กิโลเมตร ก่อนที่จะกลับเข้ามาอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งอีกครั้งหนึ่ง (Williams, 1982) การพัฒนาในระยะวัยอ่อนจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3 - 4 วัน รวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตของลูกปู หลังจากออกจากไข่จนกระทั่งมีการเปลี่ยนรูปร่างเข้าสู่ระยะ เมกาโลปาจะใช้เวลาประมาณ 10 - 14 วัน และดำรงชีวิตในระยะเมกาโลปาอีกประมาณ 2-6 วัน จึงมีการลอกคราบเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะลูกปูวัยอ่อนระยะแรก (1st Crab) ซึ่งจะมีรูปร่างเหมือนตัวเต็มวัยรวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ 12 - 20 วัน (บุญชัย เจียมปรีชา และทวี จันทรศรี, 2523; บุญศรี วงศ์จิตต์ซื่อ และเจต พิมลจินดา, 2527; และกรุณา สัตยมาศ, 2532) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตปูม้า (*P. pelegicus*) (ดัดแปลงมาจาก David et al., 2002)

การแพร่กระจายของปูม้า

ปูในครอบครัว Portunidae จะมีการแพร่กระจายที่กว้างมากจะพบในเขตร้อนบริเวณใกล้ชายฝั่ง ตั้งแต่ในมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันตกและตะวันออก มหาสมุทรแปซิฟิกได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ออสเตรีย มาเลเซีย ทางตอนบนของนิวซีแลนด์ จีน คาบสมุทรมาลายู ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โมแซมบิค มาดากัสการ์ อ่าวเปอร์เซีย หมู่เกาะเมอร์ไก ศรีลังกา สำหรับในประเทศไทยพบทั้งฝั่งทะเลอันดามัน และฝั่งอ่าวไทย โดยปูม้าจะมีการแพร่กระจายโดยทั่วไปในระดับน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 50 เมตร ความเค็มตั้งแต่ 10 - 32 ppt อุณหภูมิสูงกว่า 20 °C และพบว่าจะมีชุกชุมมากที่สุดที่ระดับความลึก 10 - 20 เมตร ตั่งแต่ชายฝั่งตะวันออกในบริเวณของ เกาะช้าง เกาะกูด จังหวัดตราด หน้าอ่าวเพ จังหวัดระยอง ในอ่าวไทยตอนในพบบริเวณ อำเภอบางละมุง ตลอดแนวขึ้นมาจนถึงตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี และเพชรบุรี ส่วนบริเวณอ่าวไทยตอนใต้จะพบมากในบริเวณอ่าวบ้านดอน หมู่เกาะอ่างทอง เกาะสมุย และเกาะพงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานีจนถึงอ่าวปัตตานี (พูนสุข นัยเนตร, 2520; สุเมธ ตันติกุล, 2526, 2527) ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลการแพร่กระจายปูม้าดังนี้

สภาพพื้นท้องทะเล ปูม้าจะอาศัยอยู่ทั้งในบริเวณพื้นท้องทะเลที่เป็นโคลน ทราย และโคลนบนทราย ตลอดจนบริเวณหาดหิน อย่างไรก็ตามปูม้ามักจะชอบอาศัยอยู่บริเวณพื้นทรายหรือทรายปนโคลนมากกว่า (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

ความเค็มน้ำ ปูม้าส่วนมากจะอาศัยอยู่ในที่ที่มีความเค็มสูงกว่า 20 ppt บางครั้งจะพบปูม้าบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งอาจจะเข้ามาหากินหรือทำการผสมพันธ์ (Williams, 1965 cited in Huner & Brown, 1985) ปูเพศเมียที่มีไข่แก่จะออกทะเลลึก ที่มีความเค็มระหว่าง 28 - 32 ppt ที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 17 ppt จะไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต การอนุบาลลูกปูวัยอ่อนและการเลี้ยงปูม้า เพราะจะมีผลต่อการลอกคราบ การเจริญเติบโตและวางไข่ (Pequeux, 1995)

อุณหภูมิ จัดว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่ง ในการกำหนดขอบเขตของการแพร่กระจาย ซึ่งพบว่าปูม้าจะพบในบริเวณเขตร้อนเป็นส่วนมาก โดยปกติจะดำรงชีวิตในระดับที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 20 °C มีปริมาณชุกชุมช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงต้นเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ หรืออาจกล่าวได้ว่าปูม้าวัยอ่อนชอบอาศัยในที่มีอุณหภูมิต่ำลงเล็กน้อย ขณะที่ตัวเต็มวัยชอบอยู่ในที่ที่อุณหภูมิสูงขึ้น (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

การเจริญเติบโตของปูม้า

ปูม้าเป็นสัตว์ที่ต้องอาศัยการลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต ในระยะวัยอ่อนจะมีรูปร่างที่แตกต่างไปจากระยะตัวเต็มวัย ต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหลังจากการลอกคราบ การศึกษาการเจริญเติบโตของปูตัวเต็มวัย พิจาณาจากความยาวที่เพิ่มขึ้นหลังจากการลอกคราบ และความถี่ห่างในการลอกคราบแต่ละครั้ง การเจริญเติบโตของปูม้าในระยะวัยอ่อนจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ ในระยะซูเอีย และระยะเมกาโลปา (Shinkrenko, 1979) จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้าในบ่อคอนกรีตจากระยะตัวปูระยะแรกจนถึงวัยเจริญพันธุ์ (Mature) จะมีการลอกคราบประมาณ 4 – 6 ครั้ง มีอัตราการเพิ่มความยาวกระดอง (Carapace Length) โดยเฉลี่ย 0.89 เซนติเมตร/เดือน ใช้เวลาประมาณ 4 - 5 เดือน (สุเมธ ตันติกุล, 2526) และจากข้อมูลการศึกษาของปูม้าในธรรมชาติบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในระยะ 5 เดือนพบว่าปูม้ามีอัตราการเพิ่มขนาดความกว้างกระดอง 2.59 เซนติเมตร/เดือน หรือมีความยาวกระดองเพิ่มขึ้นประมาณ 1 เซนติเมตร/เดือน และมีค่าสัมประสิทธิ์ในการเจริญเติบโต (k) = 0.292 ในขณะที่ปูม้าบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย มีอัตราการเพิ่มขนาดความกว้างของกระดอง 2.38 เซนติเมตร/เดือน ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (k) = 0.174 (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

ฤดูวางไข่ของปูม้า

การวางไข่ปูม้าจะมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั่วไป จึงทำให้การวางไข่แตกต่างกันออกไป ปูม้าสามารถวางไข่ได้ตลอดปี (William & Felder, 1982) แต่จะมีช่วงการวางไข่สูงสุดแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ เช่นในประเทศญี่ปุ่น พบว่าปูม้าวางไข่ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคม และมีช่วงการวางไข่สูงสุดราวกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ในอินเดียฝั่งตะวันตกปูม้าสามารถวางไข่ได้ตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงเดือนมีนาคม และมีช่วงการวางไข่สูงสุดในเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ขณะที่บริเวณอินเดียฝั่งตะวันออกปูม้าจะวางไข่ในเดือนพฤศจิกายน มกราคม และมิถุนายน โดยจะวางไข่สูงสุดในเดือนพฤศจิกายนและเดือนมกราคม (Sastry, 1983)

ส่วนในอ่าวไทยปูม้าสามารถวางไข่ได้ตลอดปี โดยแตกต่างไปตามสภาพแวดล้อม ปูม้าที่พบบริเวณทางชายฝั่งตะวันออกได้แก่ปูม้าในบริเวณเกาะกูด เกาะช้าง และอ่าวตราด สามารถวางไข่ได้ตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงเดือนมกราคม โดยมีช่วงการวางไข่สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ปูม้าในบริเวณอ่าวไทยตอนในได้แก่ บริเวณอำเภอบางละมุง พัทยา บ้านอำเภอ จนถึงอ่าวชลบุรีจะวางไข่ในเดือนกันยายนถึงเดือนมกราคม และวางไข่สูงสุดในเดือนพฤศจิกายนเช่นกัน ปูม้าในบริเวณอ่าว

ไทยตอนใต้ จะวางไข่ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนมีนาคม แต่พบช่วงการวางไข่สูงสุดในเดือนธันวาคม (สุเมธ ตันติกุล, 2527)

แหล่งวางไข่ของปูม้า

ปูม้าจะวางไข่ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งที่อยู่อาศัยของมันเอง แต่จะวางไข่ในบริเวณที่มีความเค็มสูงขึ้น และมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณที่มันอาศัย (Futch, 1965 cited in Huner & Brown, 1985) แหล่งวางไข่ของปูม้าในอ่าวไทยมี 3 แหล่งด้วยกันได้แก่ อ่าวไทยฝั่งตะวันออก จะพบปูม้าวางไข่บริเวณเกาะกูด เกาะช้าง และบริเวณจังหวัดตราด บริเวณอ่าวไทยตอนใน จะพบปูม้าวางไข่ในบริเวณเกาะคราม เกาะริ้น ส่วนบริเวณอ่าวไทยตะวันตก ปูม้าจะวางไข่บริเวณช่องเกาะพงัน หมู่เกาะอ่างทองและบริเวณรอบ ๆ เกาะสมุย (เขียน สินอนุวงศ์, 2520)

ความดกของไข่ปูม้า

ความสัมพันธ์ของขนาดและจำนวนไข่ของปูม้ายังไม่ได้รับการยืนยันที่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องจากปูม้าวางไข่ได้หลายครั้งตลอดชีวิต แต่อย่างไรก็ตามปูม้า (*Callinectus sapidus*) ในสหรัฐอเมริกาจะมีความดกของไข่อยู่ระหว่าง 700,000 – 2,000,000 ฟอง (Williams, 1965 cited in Huner & Brown, 1985) ส่วนปริมาณความดกของไข่ปูม้าที่พบในอ่าวไทยจะแตกต่างกันไปตามขนาดและพื้นที่ของการศึกษา เช่น ปูม้าที่ได้จากบริเวณจังหวัดสงขลาซึ่งมีความกว้างกระดองระหว่าง 14.00 - 17.50 เซนติเมตร หรือมีน้ำหนักตั้งแต่ 80 - 140 กรัม จะมีความดกของไข่อยู่ระหว่าง 300,000 - 1,900,000 ฟอง ในขณะที่ปูม้าจากจังหวัดชุมพรซึ่งมีขนาดความกว้างกระดองตั้งแต่ 10.20 - 16.40 เซนติเมตร จะมีไข่ประมาณ 120,000 - 1,360,000 ฟอง (กรุณา สัตยมาศ, 2532) จากการศึกษาของฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ กรมประมง พบว่าค่าความดกของไข่โดยเฉลี่ยของปูม้าอ่าวไทยเท่ากับ 713,000 ฟองต่อตัว โดยพบสูงสุดจากปูม้าเพศเมียที่มีขนาดความกว้างของกระดอง16.60 เซนติเมตร มีไข่เท่ากับ 2,340,000 ฟอง ไข่ของปูม้าที่พบจะมีขนาดประมาณ 295 - 420 ไมโครเมตร (สุเมธ ตันติกุล, 2526) และจากการเพาะเลี้ยงแม่พันธุ์ที่มีความกว้างของกระดอง 11.74 - 12.57 เซนติเมตร น้ำหนัก 89 - 138 กรัม มีความดกไข่ 270,000 ถึง 520,000 ฟอง (กรุณา สัตยมาศ, 2532)

รูปร่างลักษณะของลูกปูม้าวัยอ่อน

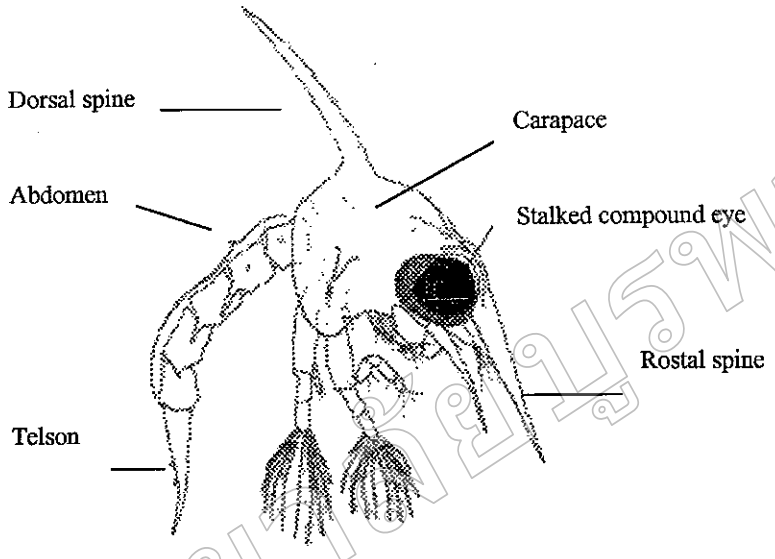
หลังจากลูกปูม้าฟักตัวออกจากไข่ จะเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างที่แตกต่างไปจากตัวเต็มวัย แบ่งออกเป็น 2 ระยะด้วยกันคือ ระยะซูเอีย และระยะเมกาโลปา ดังรายละเอียดซึ่งกล่าวอ้างโดย

สุเมธ ตันติกุล (2527) ต่อไปนี้

1. ระยะซูเอีย (Zoea stage) (ภาพที่ 3) ลูกปูม้าวัยอ่อนระยะนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการเจริญเติบโตออกเป็น 4 ระยะ คือ

1.1 ซูเอียระยะที่ 1 เป็นระยะที่ปูเริ่มฟักออกจากไข่ (Hatching) จนกระทั่งมีอายุประมาณ 3 - 4 วัน ส่วนของลำตัวอยู่รวมกับส่วนอก เรียกว่า Cephalothorax ซึ่งจะมี Dorsal spine และ Lateral spine ตาเป็นแบบตารวม (Compound eye) ติดอยู่ในเบ้าตา บริเวณขอบหลังของกระดองมีขน (Setae) หนวดคู่ที่ 1 (Antennule) จะมีขนาดสั้นและเป็นแบบ Uniramous ตอนปลายมีขน 3 เส้น แบ่งเป็นขนที่ยาว 2 เส้นและสั้น 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 (Antenna) จะมีขนาดยาว แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Protopod และ Exopod บริเวณ Protopod จะมีหนาม (Spine) สั้น Maxillue ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ Coxal endite, Basal endite และ Endopod ในส่วนของ Endopod จะแบ่งออกเป็น 2 ปล้องโดยปล้องแรกมีขน 1 เส้น ปล้องที่ 2 จะมีขน 6 เส้น ทางตอนปลายบริเวณ Coxal endite จะมีขน7 เส้น ในขณะที่ Basal endite จะมีขน 5 เส้น Maxilla ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ Coxal endite, Basal endite, Endopod และ Scaphognathite โดยส่วนของ Coxal endite และ Basal endite จะแบ่งออกเป็น 2 พู (Lobe) เรียกว่า Proximal lobe และ Distal lobe บน Coxal endite และ Basal endite จะมีขน 6 และ 8 เส้น ตามลำดับ ในขณะที่ขอบนอกของ Scaphognathite จะมีขน 4 เส้น และขอบล่างจะยาวแหลมลักษณะเป็นแบบหนาม Maxilliped คู่ที่ 1 ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า Coxa, Basis, Endopod และ Exopod ส่วนของ Endopod จะแบ่งออกเป็นปล้องต่าง ๆ 5 ปล้อง มีขนจากปล้องที่ 1 - 5 เรียงตามลำดับดังนี้คือ 2, 2, 0, 2, 5 ส่วนของ Exopod จะแบ่งออกเป็น 2 ปล้อง ทางตอนปลายจะมีขน 4 เส้น ในส่วนของ Maxilliped คู่ที่ 2 Coxa และ Basis จะคล้ายกับ Maxilliped คู่แรก แต่ที่บริเวณ Basis ของ Maxilliped คู่ที่ 2 จะมีขนเล็กๆ อยู่ตามขอบ ส่วน Exopod จะเป็นปล้องเดียวตลอด มีขนอยู่ทางตอนปลาย 4 เส้น ส่วนของ Endopod จะแบ่งออกเป็น 3 ปล้อง โดยบริเวณตอนปลายจะมีขน 5 เส้น ลำตัว (Body) แบ่งออกเป็น 6 ปล้อง โดยปล้องแรกจะติดกับส่วนอก และปล้องสุดท้ายจะติดกับหาง บริเวณปล้องที่ 2 และ 3 ของลำตัวด้านข้างและมีหนาม เรียกว่า Lateral spine อยู่บริเวณกึ่งกลางของปล้อง หาง (Telson) จะเป็นแบบส้อม (Fork) ภายในแต่ละด้านจะมีขนด้านละ 3 เส้น

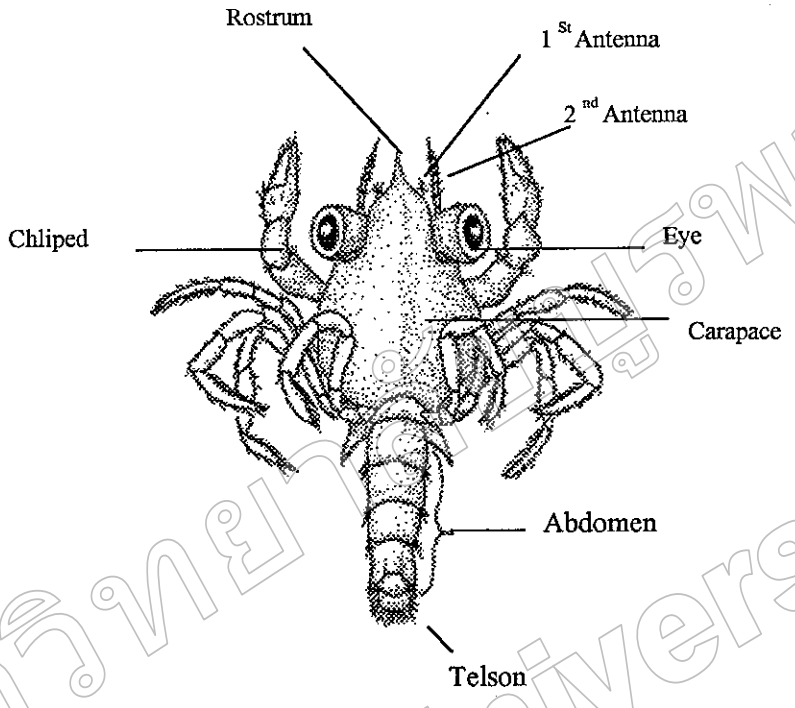
1.2 ซูเอียระยะที่ 2 ส่วนของ Cephalothorax จะคล้ายกับในซูเอียระยะที่ 1 ใช้ระยะเวลา 3 วัน แต่ขนาดใหญ่ขึ้น ตาจะเริ่มมีก้านตา ส่วนที่แตกต่างออกไปจากซูเอียระยะที่ 1 คือ หนวดคู่ที่ 1 ทางตอนปลายจะมีขนเพิ่มขึ้นเป็น 7 เส้น หนวดคู่ที่ 2 ในส่วนของ Exopod จะเหมือนกับในซูเอียระยะที่ 1 แต่ในส่วนของ Protopod จะเริ่มมีการแยกตัวของเนื้อเยื่อ (Budding) เกิดขึ้นเล็กน้อย Maxillue ส่วนของ Coxal endite จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของขน แต่ในส่วนของ Basal



ภาพที่ 3 ลูกปูระยะซูเอีย (Petrocci & Oesteerling, 1991)

2. ระยะเมกาโลปา (Megalopa stage) (ภาพที่ 4) เมื่อลูกปูพัฒนาการเข้าสู่ระยะของซูเอียระยะที่ 4 แล้ว จะทำการลอกคราบ เพื่อการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างเข้าสู่ระยะต่อไปเป็นระยะเมกาโลปา ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงส่วนสำคัญต่างๆ ทำให้ในบริเวณของส่วนที่เรียกว่า Cephalothorax จะไม่มีทั้ง Dorsal spine และ Lateral spine ส่วนของ Carapace ที่คลุมอยู่จะแผ่ขยายออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมบริเวณด้านหน้าจะมีกรี (Rostrum) หนวดคู่ที่ 1 จะประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า Peduncle ซึ่งมี 3 ปล้อง Endopod มี 1 ปล้อง และ Exopod มี 5 ปล้อง โดยปล้องแรกของ Peduncle จะขยายใหญ่โป่งออก ปล้องที่ 2 จะยาว และปล้องที่ 3 จะแผ่กว้างออก ที่บริเวณปล้องที่ 2 ของ Peduncle จะมี ขน 5 เส้น ที่บริเวณตอนปลายของปล้องที่ 3 จะมี ขน 3 เส้น ส่วนของ Endopod ตอนปลายจะมี ขน 6 เส้น ปล้องที่ 1 ของ Exopod จะไม่มีขน ในขณะที่ปล้องที่ 2 - 4 มีขนปล้องละ 8 - 10 เส้น ปล้องที่ 5 ของ Exopod จะมีขน 2 เส้น โดยอยู่ตอนปลาย 1 เส้น และบริเวณต่ำลงมาอีก 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 จะเป็นแบบ Uniramous แบ่งออกเป็นปล้อง ๆ รวม 11 ปล้อง ปล้องแรกจะขยายใหญ่ มีขนขนาดเล็กมาก ในขณะที่ปล้องที่ 2 และ 3 มีขนปล้องละ 2 เส้น และ 3 เส้น ตามลำดับ ปล้องที่ 4, 5, 7 และ 9 ไม่มีขน ปล้องที่ 6 มีขน 2 เส้น ปล้องที่ 8 มี 3 เส้น ปล้องที่ 10 และ 11 จะมีขน 4 และ 5 เส้นตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4 ลูกปูระยะเมกาโลปา (Petrocci & Oesteerling, 1991)

การเพาะและอนุบาลปูม้า

การเพาะและการอนุบาลลูกปูม้าในประเทศไทย มีการศึกษาและวิจัยมานานกว่า 20 ปี แล้ว ได้เริ่มต้นในราว พ.ศ. 2523 โดยกองประมงทะเล โดยการริเริ่มของบุญชัย เจียมปรีชา และ ทวี จันทรศรี (2523) แต่การศึกษาการเพาะพันธุ์ปูม้าไม่ได้ก้าวหน้าไปเท่าที่ควร ยังคงจำกัดอยู่ในหน่วยงานของรัฐเท่านั้น ปัจจุบันกรมประมงดำเนินการเพาะฟักและอนุบาลลูกปูม้าในโรงเพาะฟักต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตปูม้าวัยอ่อนให้ได้จำนวนมากแล้วนำไปปล่อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนหนึ่งเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ อีกส่วนหนึ่งเพื่อการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเท่านั้น (กรุณา สัตยมาศ, 2532)

การเพาะพันธุ์ปูม้ามีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การจัดหาพ่อแม่พันธุ์ปูม้า การเพาะฟัก และ การอนุบาลลูกปูม้า (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2545)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การจัดหาพ่อแม่พันธุ์ปูม้า

การเพาะพันธุ์ปูม้า โดยทั่วไปมักจะมีการจับเอาแม่พันธุ์ที่มีไข่แก่นอกกระดองมาจากแหล่งน้ำในธรรมชาติ ซึ่งหาได้ง่ายและราคาถูก นอกจากจะใช้แม่ปูที่มีไข่นอกกระดองซึ่งหาไม่ยากแล้ว จับปิ้งปูเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองที่โรงงานผลิตปูกระป๋องไม่ต้องการ และมีปริมาณมากนั้นก็สามารถนำมาใช้เพาะหรือผลิตลูกปูขนาดเล็กได้เช่นกัน (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2545)

การเพาะฟัก

เนื่องจากโรงเรือนและอุปกรณ์ในการเพาะลูกปูม้าวัยอ่อนไม่แตกต่างกับการเพาะลูกกุ้ง-ลูกปลา ดังนั้น โรงเพาะฟักกุ้งและโรงฟักปลาที่มีอยู่จำนวนมาก ก็สามารถเปลี่ยนจากผลิตลูกกุ้ง-ลูกปลาเป็นลูกปูได้ไม่ยาก อีกประการหนึ่ง เทคนิคการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อน คล้ายคลึงกับของปูทะเลและลูกกุ้ง (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2545)

การเพาะพันธุ์ปูม้าเริ่มจากการหาแม่พันธุ์ที่มีไข่นอกกระดองจากธรรมชาติที่มีลักษณะตัวสมบูรณ์ ไม่บอบช้ำจากการจับ หากไข่นอกกระดองมีสีเหลืองหรือสีส้มต้องขุนไว้ก่อน 3 - 4 วัน รอจนไข่เปลี่ยนเป็นสีดำจึงนำไปเพาะฟักต่อไป (วรเทพ มุธุวรรณ, 2542) เมื่อไข่นอกกระดองเป็นสีดำจึงนำแม่ปูดังกล่าวไปใส่ในตะกร้าพลาสติกลอยไว้ในถังไฟเบอร์กลาส ที่มีขนาดความจุของน้ำประมาณ 500 – 1,000 ลิตร โดยให้มีระบบน้ำหมุนเวียนผ่านถังเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้แม่ปูทำการวางไข่ต่อไป เหตุผลที่นำเอาแม่ไปใส่ในตะกร้าพลาสติก ก็เพื่อความสะดวกในการแยกแม่พันธุ์ปูม้าออกจากถังเพาะฟักหลังจากที่แม่ปูวางไข่แล้ว (ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, 2539)

การเพาะพันธุ์โดยการฟักไข่ปูม้า (*P. pelagicus*) จากตับปิ้งที่หักจากตัวแม่ ขั้นตอนแรกนำจับปิ้งที่มีไข่ติดอยู่มาแช่ในกะละมังที่มีน้ำพอสมควรใช้มือถูเบาๆ เพื่อแยกไข่ออกจากจับปิ้ง จากนั้นทำความสะอาดไข่โดยนำไข่ไปล้างด้วยน้ำทะเลสะอาด แล้วกรองไข่ด้วยผ้ากรอง จากนั้นนำไข่ที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วไปทำการเพาะฟักในถังพลาสติก ถังพลาสติกที่ใช้เพาะฟักควรเป็นถังทรงสูง ขณะเพาะฟักจะต้องให้อากาศตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่จม ถ้าไข่จมลงก้นถังจะทำให้ไข่เน่า และถ้าถังมีขนาดใหญ่เกินไปอาจทำให้อากาศมีแรงไม่พอทำให้ไข่จมได้ ระหว่างเพาะฟักจะต้องดูแลอย่างใกล้ชิด ไข่จะใช้เวลา 2-3 วัน จึงฟักเป็นตัว หากเกิน 5 วันไปแล้วไข่ยังไม่ฟักเป็นตัวแสดงว่าไข่เน่า หลังจากไข่ฟักออกเป็นตัวขั้นตอนต่อไปคือ นำตัวอ่อนไปเลี้ยงในบ่ออนุบาล (สุวดี บรรดาศักดิ์, 2545)

การอนุบาลลูกปูม้า

เมื่อลูกปูม้าฟักออกเป็นตัววันแรกจะใช้อาหารจากถุงไข่แดง (Yolk Sac) จึงยังไม่ต้องให้อาหาร (บุญศรี วงศ์จิตต์ซื่อ และเจต พิมลจินดา, 2527) ในวันต่อมาจึงเริ่มให้อาหารจำพวกโรติเฟอร์เมื่อลูกปูเจริญเข้าสู่ระยะซูเอีย 2 ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3 - 5 วัน จึงเริ่มให้อาร์ทีเมียวัยอ่อน โดย

ค่อย ๆ ลดการให้โรติเฟอร์ลง เมื่อลูกปูเจริญเข้าสู่ระยะเมกาโลปา ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 11 – 14 วัน จึงให้เนื้อปลาสับหรือเนื้อหอยสับเป็นอาหาร จนกระทั่งลูกปูเจริญเป็นปูระยะแรก การให้อาหารจะให้ 4 - 6 ครั้งต่อวัน การเปลี่ยนถ่ายน้ำในระยะซูเอีย 1 - 4 ให้ถ่ายน้ำประมาณวันละ 30-50 % ในระยะเมกาโลปา ให้ถ่ายน้ำวันละ 70 % (กรุณา สัตยมาศ, 2532) เมื่อลูกปูเจริญเข้าสู่ระยะซูเอีย 4 ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นระยะเมกาโลปา ควรทำการลดปริมาณลูกปูในบ่ออนุบาลลง เพื่อช่วยลดปัญหาการกินกันเอง และควรใส่วัสดุกำบังเช่น เศษอวน เชือกฟาง เพื่อเป็นที่หลบซ่อนแก่ลูกปู (กรุณา สัตยมาศ และสุชาติ ยังทรัพย์, 2532)

จากการศึกษาการอนุบาลลูกปูม้าโดยนำแม่ปูม้า (*P. pelagicus*) ที่มีไข่นอกกระดอง มาเพาะและเลี้ยงแบบมหมวล (Mass Culture) ไปฟักในถังไฟเบอร์ขนาด 1 ตันที่บรรจุน้ำทะเลความเค็มปกติ จนกระทั่งลูกปูวัยอ่อนฟักจากไข่ (เมื่อนำแม่ปูที่ไข่มีลักษณะสีเทาแก่หรือเกือบดำ แม่ปูจะวางไข่และฟักออกเป็นตัวภายใน 1 – 2 วัน) อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปูในระยะซูเอีย คือโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียวัยอ่อน และเมื่อเข้าสู่ระยะเมกาโลปา ให้เนื้อปลาบดเป็นอาหารเสริมจนกระทั่งลูกปูพัฒนาเข้าสู่ระยะเป็นตัวปูระยะแรก (First Crab) ใช้ระยะเวลาในการอนุบาลประมาณ 14 วัน หลังจากฟักเป็นตัว ผลของการทดลองอนุบาลลูกปูวัยอ่อนตั้งแต่แรกฟักถึงเริ่มพัฒนาการเข้าสู่เมกาโลปาที่ระดับความหนาแน่น 153.5 และ 111 ตัว/ ลิตร พบว่ามีอัตรารอดตาย 33.22 % และ 37.03 % ตามลำดับ (บุญชัย เจียมปรีชา และทวี จันทรศรี, 2523) และจากการอนุบาลลูกปูชนิดเดียวกันนี้ในบ่อคอนกรีตกลมขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร ที่ความเค็มน้ำ 28 - 36 ppt อุณหภูมิ 28.5 - 30.5 °C มีการปรับคุณภาพน้ำด้วยการเติมสาหร่ายคลอเรลล่าในอัตรา 10,000 เซลล์/มิลลิลิตร เริ่มมีการถ่ายน้ำในช่วงวันที่ 2 ของซูเอียระยะที่ 1 ประมาณ 30 % วันที่ 3 (ซูเอีย 1 ถึง 2) ปริมาณ 50 % วันที่ 4 – 7 (ซูเอีย 2 ถึง 3) ปริมาณ 70 % วันที่ 8 - 10 (ซูเอีย 3 ถึง 4) และวันที่ 11 (ระยะเมกาโลปา) ปริมาณ 70 % ตามลำดับ การอนุบาลช่วงซูเอียระยะที่ 1(อายุ 1 วัน) อาหารที่ให้คือโรติเฟอร์ (*Brachionus plicatilis*) ความหนาแน่น 3 ตัวต่อมิลลิลิตร เมื่อลูกปูมีอายุ 4-7 วัน (ซูเอีย 2-3) ให้โรติเฟอร์ 5 ตัว/มิลลิลิตร และอาร์ทีเมียแรกฟัก 5 ตัว/มิลลิลิตร หลังจากนี้จึงให้อาร์ทีเมียแรกฟักเพียงอย่างเดียวในอัตรา 3 ตัว/มิลลิลิตร จนเข้าสู่ระยะเมกาโลปา แบ่งให้อาหารวันละ3 ครั้ง พบว่าการอนุบาลลูกปูม้าด้วยความหนาแน่นสูง 68.5 - 130 ตัว/ลิตร จะมีอัตราการรอดตายต่ำ (27.85 - 31.54 %) ขณะที่ ถ้าย้ายลูกปูตอนซูเอียระยะที่ 4 กระจายออกไปให้มีความหนาแน่นลดลงเหลือ 19 - 37 ตัว/ลิตร การย้ายทำโดยการหยุดการให้ฟองอากาศลูกปูจะลอยขึ้นมาผิวน้ำแล้วจึงทำการตักแบ่งได้โดยง่าย จะทำให้ลูกปูมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น (93 - 96 %) เมื่ออนุบาลถึงระยะเมกาโลปา สาเหตุที่ทำให้ลูกปูตายสูงที่ความหนาแน่นนั้น เนื่องจากมีการกระทบกระเทือนในช่วงลอกคราบ พบว่าลูกปูมีการลอกคราบไม่ออก หรือที่ลอกคราบออกก็อ่อนแอและตายในที่สุด เพราะมีการเปลี่ยนแปลงสูงทางสรีระ

รวมทั้งการเกาะและกัดกินกันเอง อย่างไรก็ตาม พอเข้าสู่วันที่ 2 ของระยะเมกาโลปาจะมีอัตราการรอดลดลงเหลือ 70 - 80 % เนื่องจากลูกปูมีนิสัยเกาะกินกันเอง (กรุณา สัตยมาศ, 2532) จึงได้มีการทดลองอนุบาลลูกปูจากระยะเมกาโลปาไปจนมีอายุ 25 - 26 วัน โดยใช้ที่กำบัง และไม่ต้องใส่ทรายหยาบบนพื้นบ่อ พบว่า ลูกปูจะมีอัตราการรอดตายสูงกว่า (60 %) เปรียบเทียบกับการอนุบาลที่ไม่ใช้วัสดุใดกำบัง ซึ่งจะมีอัตราการรอดตายเพียง 45 % ถึงแม้ว่าจะมีอัตราการรอดตายยังไม่สูงมากนัก แต่ก็เป็นแนวทางที่จะหาวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมมากกว่านี้มาใช้ในการเพิ่มพื้นที่เพื่อลดการกินกันเอง (กรุณา สัตยมาศ และสุชาติ ยังทรัพย์, 2532)

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการรอดตายของลูกปูวัยอ่อน

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการรอดของลูกปูโดยทั่วไปได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความเค็ม อาหาร ความหนาแน่นของลูกปูที่ปล่อยเลี้ยง ร่มเงาสำหรับปูใช้หลบซ่อน โรค คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาล (บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2545) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แสงสว่าง (Illumination)

โดยปกติลูกปูวัยอ่อนตั้งแต่เริ่มฟักออกจากไข่ จัดเป็นพวกเคลื่อนที่เข้าหาแสง (Photopositive reaction) ซึ่งการว่ายน้ำเข้าหาแสงของลูกปูวัยอ่อน นอกจากเพื่อการรวมกลุ่มกันแล้ว ยังช่วยให้ลูกปูหาอาหารกินได้มากขึ้นอีกด้วย (Bardach et al., 1972 อ้างถึงใน บุญชัย เจียมปรีชา และทวี จันทรศรี, 2523) โดยทั่วไปลูกปูจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร็วประมาณ 2.5 เซนติเมตรต่อ 1 นาที ปริมาณการกินอาหารของลูกปูวัยอ่อนจะเริ่มลดลงหลังจากเที่ยงวันเป็นต้นไปจนถึงดวงอาทิตย์ตกดิน ในเวลากลางคืนลูกปูจะกินอาหารได้น้อยมาก เนื่องจากมองไม่เห็นเหยื่อ แต่ถ้าเปิดไฟให้มีแสงสว่างพอควร ลูกปูจะกินอาหารได้มากกว่าในเวลากลางวัน ดังนั้นการจัดความเข้มของแสงให้กระจายอย่างเท่ากันในบ่อ จะเป็นการช่วยลดการรวมกลุ่มของลูกปู ป้องกันการกินกันเอง และลดความเครียดของลูกปู และยังเป็นการช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูวัยอ่อนได้ (บุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2544)

Juwana (2000) ได้ศึกษาผลของแสง อุณหภูมิและความเค็มน้ำ ต่ออัตราการรอดของปูม้า (*P. pelagicus*) ระยะ C1-C4 แนะนำว่า สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปูม้าระยะดังกล่าว คือการให้แสงประมาณ 3,300 ลักซ์ นาน 12 ชั่วโมงต่อวัน ภายใต้อุณหภูมิ 28 -30.5 °C และความเค็ม 32 ppt สอดคล้องกับการรายงานของ Djunaidah, Mardjono, Laven, & Wille, (1998) ซึ่งรายงานว่าที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัว/ลิตร ลูกปูทะเล (*Scylla* sp.) ระยะซูเอีย 1 ที่เลี้ยงด้วยโรติเฟอร์ในอัตรา 30 ตัว/มิลลิลิตร หากได้รับแสงวันละ 12 ชั่วโมง ในระยะเวลา 18 วัน เมื่อถึงระยะ

ตายหมดภายหลังจากเลี้ยงไปได้ 48 ชั่วโมง ส่วนระยะซูเอีย 3 และ 4 จะตายหมดภายหลังจากเลี้ยงไปได้ 24 ชั่วโมง และแม้ว่าลูกปูระยะซูเอีย 5 สามารถรอดชีวิตได้ภายหลังจาก 72 ชั่วโมง แต่จะมีอัตรารอดเพียง 3.3 % ส่วนที่ระดับความเค็มน้ำ 20, 24, 28 และ 32 ppt ลูกปูสามารถมีชีวิตรอดได้โดยมีอัตรารอด 30 - 90 % นอกจากนี้ Tran, Anuar , Law, & Noor (1998)ได้ทดลองเลี้ยงลูกปูทะเลชนิดนี้เช่นกัน จากระยะเป็นตัวปูระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 7 (Crab 1 - 7) ที่ความเค็มน้ำต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 6, 12, 18, 24 และ 30 ppt พบว่าที่ความเค็มน้ำ 0 ppt ลูกปูไม่สามารถพัฒนาไปถึงระยะที่ 7 ได้ แต่มีลูกปูบางตัวที่สามารถพัฒนาไปถึงระยะที่ 3 ส่วนที่ความเค็มน้ำ 6, 12, 18, 24 และ 30 ppt ลูกปูสามารถพัฒนาไปถึงระยะที่ 7 ได้ โดยมีอัตรารอดเฉลี่ยเท่ากับ 6.7, 13.3, 26.7, 36.7 และ 26.7 % ตามลำดับ

จากการทดลองเพาะเลี้ยงลูกปูทะเล (*S. paramamosian*) ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา ที่ระดับความเค็ม 30 ppt พบว่าระดับความเค็มดังกล่าว เป็นระดับความเค็มที่ลูกปูทะเลชนิดนี้มีชีวิตรอดได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลอง 22 ครั้ง พบว่า 12 ครั้งไม่ประสบผลสำเร็จ ส่วนการทดลองที่ประสบผลสำเร็จพบว่าอัตรารอดในระยะระยะซูเอีย อยู่ในช่วง 2 -24 % ส่วนในระยะเมกาโลปาระดับความเค็มที่เหมาะสมคือ 22 - 25 ppt (Hoang, 1999) ขณะเดียวกัน Li, Zeng, Tang, Wang, & Lin, (1999) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงลูกปูทะเลชนิดนี้ด้วย แล้วรายงานว่าระดับความเค็มที่ลูกปูระยะซูเอีย 1 ถึงระยะซูเอีย 3 สามารถดำรงชีวิตอยู่ในช่วง 27 – 35 ppt ส่วนระยะซูเอีย 4 ถึงระยะเมกาโลปาอยู่ในช่วง 23 – 31 ppt และสรุปว่าระดับความเค็มน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการเพาะเลี้ยงลูกปูทะเลชนิดนี้ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา คือ 27 ppt นอกจากนี้ Vu & Le (2000) ได้นำลูกปูทะเลชนิดเดียวกันนี้จากธรรมชาติ ที่มีขนาดความกว้างกระดอง 5.0 - 16.5 มิลลิเมตร มาเลี้ยงเดี่ยวในแก้วพลาสติกที่มีการเจาะรูพรุน แล้วนำแก้วพลาสติกนั้นวางลอยในอ่างพลาสติกที่มีระดับความเค็มต่างกัน 4 ระดับคือ 5, 10, 20 และ 30 ppt พบว่าลูกปูมีอัตรารอด 61.4, 69.0, 70.4 และ 73.0 % ตามลำดับ

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและความเค็มต่ออัตราการรอดและพัฒนาการของปูหิน *Minippe mercenaria* โดยการอนุบาลลูกปูระยะซูเอียด้วยความเค็มน้ำ 10, 20, 30 และ 40 ppt ภายใต้อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35 °C พบว่าที่ความเค็ม 30 ppt และอุณหภูมิ 30 °C ลูกปูระยะซูเอียมีอัตราการรอดดีที่สุด ส่วนการอนุบาลลูกปูระยะลูกปูวัยรุ่นขนาดเล็ก (ความกว้างกระดอง $\leq$ 10 มิลลิเมตร) ด้วยความเค็ม 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 ppt ภายใต้อุณหภูมิ 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 °C พบว่าที่ความเค็มน้ำ ระหว่าง 25 - 40 ppt และอุณหภูมิระหว่าง 15 – 25 °C ลูกปูวัยรุ่นขนาดเล็กมีอัตรารอดถึง 100 % ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าอุณหภูมิและความเค็มมีผลต่ออัตราการรอดในระยะ ซูเอีย 1 ถึง 3 แต่ผลของความเค็มต่ออัตราการรอดจะลดลงเมื่อลูกปูชนิดนี้พัฒนาการ

เข้าสู่ระยะซูเอีย 4 ถึง 5 ทั้งนี้ เพราะระบบการรักษาสมดุลเกลือแร่ของปูชนิดนี้ได้เริ่มขึ้นในระยะซูเอีย 4 นอกจากนี้การเปลี่ยนระยะและความถี่ในการลอกคราบของลูกปูชนิดนี้ทั้ง 2 ระยะจะถูกกระตุ้นโดยปัจจัยด้านอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเท่านั้น (Susan, Theresa, Wendy, Josept, & William, 1992)

ขณะที่จากการศึกษาผลของความเค็มต่อปู *Armases miersii* ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะ ตัวปู (crab) ที่ระดับความเค็ม 5, 15, 25, 35, 45 และ 55 ppt พบว่า ที่ระดับความเค็ม 15 – 25 ppt ลูกปูมีอัตราการรอดและการพัฒนาการสูงกว่าที่ระดับความเค็ม 35 ppt ส่วนที่ระดับความเค็ม 5, 45 และ 55 ppt ลูกปูมีการพัฒนาการช้า และมีอัตราการตายสูง และจากการทดลองครั้งนี้ยังพบอีกว่าลูกปูระยะซูเอีย สามารถมีชีวิตและพัฒนาไปเป็นลูกปูระยะที่ 1 ได้เมื่อเลี้ยงที่ความเค็มน้ำ 15 – 35 ppt ส่วนลูกปูระยะอื่น ๆ คือ ระยะซูเอีย2, 3, เมกาโลปา และ ลูกปูระยะที่ 1 สามารถมีชีวิตรอดและพัฒนาได้ในช่วงความเค็มที่กว้างขึ้น กล่าวคือ 15-45, 5-45 และ 5-55 ppt ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากลูกปูระยะดังกล่าวมีความสามารถในการรักษาสมดุลในร่างกายเพิ่มมากขึ้น เพื่อการปรับตัวที่จะเข้ามาอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อย (Anger, 1996) และจากการศึกษาผลของความเค็มน้ำต่อการพัฒนาและการใช้พลังงานในปู Shore crab (*Carcinus meanus*) โดยทดลองเลี้ยงลูกปูระยะซูเอีย 1 ที่ความเค็มน้ำ 15, 20, 25 และ 32 ppt พบว่าที่ความเค็มน้ำ 15 ppt ลูกปูระยะซูเอีย 1ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ส่วนที่ความเค็มน้ำ 20, 25 และ 32 ppt ลูกปูระยะซูเอีย 1สามารถพัฒนาไปสู่ระยะเมกาโลปาได้ โดยที่ความเค็มน้ำ 25 และ 32 ppt ลูกปูระยะซูเอียมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าที่ความเค็มน้ำ 20 ppt (Anger, Spivak, & Luppi, 1998) และจากการ ศึกษาผลของความเค็มน้ำ 32, 35 และ 38 ppt และอุณหภูมิ 22, 25 และ 28 °C ต่ออัตราการรอดของปูแมงมุมวัยอ่อนชนิด *Mithrax caribbaeus* พบว่าอุณหภูมิ 25 °C และความเค็ม 32 - 35 ppt ลูกปูระยะซูเอีย มีอัตรารอดสูงที่สุด (Larez, Palazon-Fernandez, & Bolanos, 2000)

ความหนาแน่นของลูกปู (Density)

ปริมาณที่เหมาะสมของลูกปูในปริมาตรน้ำหนึ่ง ๆ นับได้ว่าจำเป็นอย่างยิ่งต่อการรอดตายของลูกปูวัยอ่อน (กรุณา สัตยมาศ, 2532) เช่น ความหนาแน่นของลูกปูทะเลวัยอ่อน (*S. serrata*) ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเป็นตัวปูอายุ 1วัน โดยทั่วไปประมาณ 25 - 100 ตัว/ลิตร แต่ระดับที่นิยมเลี้ยงอยู่ระหว่าง 25 – 30 ตัว/ลิตร สำหรับลูกปูในระยะหลังเป็นตัวปูอายุ 1 วัน ที่เลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 10 ตัว/น้ำ 1 ลิตร จะมีอัตราตายประมาณ 60 % เนื่องจากพฤติกรรมการกินกันเองของลูกปู แต่ถ้าเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/น้ำ 1 ลิตรและมีอาหารสมบูรณ์ อัตรารอดจะสูงขึ้น การนำลูกปูหลังระยะเป็นตัวปูอายุ 1 วัน ไปเลี้ยงในบ่อดินเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดอัตราการกินกันเองของลูกปูได้ (Zainoddin, 1991) นอกจากนี้ Pripanapong (1999) ได้ทดลองอนุบาลลูกปูทะเล (*S. serrata*) ระยะซูเอีย 1 ถึง ระยะเมกาโลปา โดยทำการเลี้ยงในกล่องโฟมที่มีความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ

สำนักวิทยบริการฯ
มหาวิทยาลัยบูรพา
20131

คือ 20, 40 และ 60 ตัว/ลิตร โดยให้โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหาร และรักษาระดับความเค็มของน้ำที่ใช้เลี้ยงอยู่ในช่วง 28 -30 ppt พบว่าระดับความเค็มดังกล่าวลูกปูสามารถพัฒนาจนถึงระยะเมกาโลปาได้ โดยใช้เวลาในการพัฒนา 20 – 25 วัน แต่อัตราการรอดจะแตกต่างกัน โดยที่ความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดสูงที่สุด 23.32 % และสูงกว่า (p <.05) การอนุบาลระดับความหนาแน่น 60 ตัว/ลิตร (4.15 %) แต่อัตราการรอดทั้งสองระดับความหนาแน่นดังกล่าวไม่แตกต่าง (p >.05) จากที่ระดับความหนาแน่น 40 ตัว/ลิตร (16.22 %)

ชนิดของอาหาร (Type of Food)

อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปูวัยอ่อนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่ออัตราการรอดและคุณภาพของลูกปูที่ผลิต การเตรียมอาหารสำหรับอนุบาลลูกปู เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นตอนหนึ่งในการเพาะเลี้ยงปู เนื่องจากลูกปูจะเริ่มกินอาหารทันที หลังจากที่ฟักออกจากไข่ อาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีความเหมาะสมในการนำมาอนุบาลลูกปู ได้แพลงก์ตอนสัตว์ 2 ชนิด คือ โรติเฟอร์ (*Branchionus plicatilis*) และตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) (ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, 2539)

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่นิยมใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนในช่วงต่อจากการเลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช และก่อนระยะที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย เนื่องจากโรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็ก (เล็กกว่า 400 ไมโครเมตร) มีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว มีคุณค่าทางอาหารสูง และยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหาร (Enrichment) ที่จำเป็นให้แก่สัตว์น้ำวัยอ่อนผ่านทางโรติเฟอร์ได้ง่าย อาจกล่าวได้ว่า ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โรติเฟอร์ทำหน้าที่เปรียบเสมือนกับเป็นแคปซูลที่มีชีวิตขนาดเล็ก บรรจุสารอาหารอยู่ภายใน และถ่ายทอดอาหารที่จำเป็นเหล่านั้นไปสู่สัตว์น้ำวัยอ่อนเพื่อเป็นอาหารสำหรับการดำรงชีวิต โรติเฟอร์ที่นิยมนำมาเลี้ยงเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกปูและสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ได้แก่ *B. plicatilis* เนื่องจากโรติเฟอร์ชนิดนี้ เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างได้เป็นอย่างดี ในธรรมชาติมักจะพบโรติเฟอร์ *B. plicatilis* อาศัยอยู่ตามบริเวณปากแม่น้ำและแหล่งน้ำกร่อยตามชายฝั่งทะเลทั่วไป (ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, 2539) ข้อดีของการเลี้ยงโรติเฟอร์เพื่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำเค็ม มีดังนี้

1. มีขนาดเล็กขนาดลำตัวตั้งแต่ 0.06-1.00 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ต่างกันโดยภูมิศาสตร์ (Zoogeographical Strains) และระยะของการเจริญเติบโต

2. มีคุณค่าอาหารสูง เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งมีโปรตีน 58 – 72 % ไขมัน 21 – 31 % เมื่อเลี้ยงด้วยคลอเรลล่าอย่างเดียว แต่ถ้าเลี้ยงด้วยคลอเรลล่ากับยีสต์จะมีโปรตีนเพิ่มเป็น 63 - 67 % และมีไขมัน 20 - 22 %

180118
ว
639.66
ป289 ผ
0

3. เคลื่อนไหวช้า

4. สามารถเลี้ยงได้ในปริมาณมาก

5. สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว จึงเพิ่มจำนวนมากในระยะเวลาสั้น ๆ

6. เป็นตัวนำที่ดีของอาหารเสริมและยา เช่นกรดไขมัน หรือสารปฏิชีวนะได้ ซึ่งเมื่อนำโรติเฟอร์ไปเลี้ยงลูกสัตว์น้ำจะทำให้ลูกสัตว์น้ำเติบโตเร็วและมีอัตราการรอดตายสูง (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543)

อาร์ทีเมียหรือไรสีน้ำตาล หรือไรน้ำเค็ม (Brine Shrimp) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Artemia* sp. เป็นสัตว์น้ำจัดอยู่ในกลุ่มกุ้ง ปู ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัวมีเพียงเยื่อบาง ๆ หุ้มตัวจึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน นอกจากนั้น ยังสามารถเก็บสะสมไว้ได้นานในรูปของซีสต์ (Cyst) สะดวกที่จะนำมาทำการเพาะฟัก ได้ตามจำนวนที่ต้องการและมีคุณค่าทางอาหารสูง ว่ายน้ำเคลื่อนที่ในลักษณะหงายท้อง กินอาหารโดยการกรองสิ่งแขวนลอยในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปาก คุณสมบัติที่เหมาะสมของอาร์ทีเมียต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีดังต่อไปนี้

1. อาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมีย (อนันต์ ตันสุตะพานิช, นภดล ภูวพานิช, ธนนัญช์ สังกรธนกิจ และธงชัย เพิ่มงาน, 2536)

อาร์ทีเมีย	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	คาร์โบไฮเดรท(%)	เถ้า (%)
ตัวอ่อน	52.2 ± 8.8	18.9 ± 4.5	14.8 ± 4.8	9.7 ± 4.6
ตัวเต็มวัย	56.4 ± 5.6	11.8 ± 5.0	12.1 ± 4.4	17.4 ± 6.3

2. อาร์ทีเมียมีขนาดเหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วตัวอ่อนของอาร์ทีเมียที่เริ่มฟักออกจากไข่มีขนาดเล็กมาก จะมีขนาดยาวประมาณ 0.35 - 0.45 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 0.15 - 2.0 มิลลิเมตร มีน้ำหนักประมาณ 0.01 มิลลิกรัม อย่างไรก็ตามขนาดหรือความยาวของอาร์ทีเมีย ก็ยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์อีกด้วย ส่วนอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยจะมีความยาวประมาณ 7.0 - 15.0 มิลลิเมตร และความกว้าง 3.0 - 4.0 มิลลิเมตร (คมคาย พรหมมะ, 2530)

3. อาร์ทีเมียเป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียซึ่งถูกหุ้มด้วยเปลือกสีน้ำตาลนั้นสามารถเก็บรักษาในสภาพมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหลายปี เมื่อต้องการใช้เพียงแต่นำมาทำการเพาะฟักในระยะเวลาอันสั้น ก็ได้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ตามที่ต้องการ ทำให้สะดวกมากทั้งการใช้และการจัดการ อย่างไรก็ตาม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การใช้อาร์ทีเมียหลังจากการฟักเป็นตัวแล้วครึ่งวัน ถึง 1 วัน ถ้าไม่ได้กินอาหารจะทำให้น้ำหนักและปริมาณไขมันลดลงประมาณ 25 % ทำให้คุณค่าอาหารลดลง เมื่อนำไปใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะกรดไขมันจำเป็น (n – 3 HUFA) บางตัวเช่น EPA อยู่ในระดับต่ำกว่าความต้องการของสัตว์น้ำวัยอ่อน (ชลธี ชีวะเศรษฐธรรม, 2539)

4. อาร์ทีเมียช่วยบำบัดรักษาน้ำ เนื่องจากอาร์ทีเมียกินอาหารโดยการกรองสิ่งแขวนลอยทุกอย่างในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปากเป็นอาหาร (อนันต์ ตันสุตะพานิช และ คณะ, 2536)

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่มีความต้องการสารอาหารประเภทโปรตีนสูง เพราะปูจะใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญมากกว่าการใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมัน หลังจากการลอกคราบปริมาณโปรตีนในตับจะหายไปเกือบหมด โดยเฉพาะหลังจากสร้างเปลือกใหม่ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอาร์ทีเมียเป็นแหล่งโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับปู แต่เนื่องจากไข่อาร์ทีเมียมีราคาแพงและไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาหาชนิดอาหารที่สามารถนำมาทดแทนอาร์ทีเมียวัยอ่อน เพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิต

ไรแดง (Water flea) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moina macrocopa* จัดเป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย โปรตีน 74.09 % คาร์โบไฮเดรต 12.50 % ไขมัน 10.19 % และเถ้า 0.18% (สุทิน สมบูรณ์ และวิชิต เสมาชัย, 2542) ไรแดงเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด เป็นสัตว์พวกครัสเตเซียน มีขนาด 0.1 - 1.8 มิลลิเมตร หนักประมาณ 0.2 มิลลิกรัม ลำตัวมักมีสีส้มค่อนข้างแดง โดยปกติไรแดงจะมีอายุระหว่าง 4 - 6 วัน แพร่พันธุ์ได้ 1 - 5 ครั้งหรือเฉลี่ย 3 ครั้ง ๆ ละ 19 - 23 ตัว ไรแดงเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ขนาดเฉลี่ย 1.3 มิลลิเมตร ส่วนเพศผู้มีขนาดเฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร ตัวอ่อนแรกเกิดที่ออกมาจากถุงไข่ของแม่ จะมีขนาด 0.22 - 0.35 มิลลิเมตร และมีสีจางกว่าตัวเต็มวัย ในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ไรแดงจะมีประชากรเพศผู้ 5 % เพศเมีย 95 % นิสัยการกินอาหารของไรแดง จะกินพวกแบคทีเรีย โปรโตซัว และแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากไรแดงมีขนาดใหญ่กว่าอาร์ทีเมียวัยอ่อนเล็กน้อย แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพาะเลี้ยงง่าย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ทดแทนอาร์ทีเมีย

อาร์ทีเมียเฟลก เป็นอาหารที่มีองค์ประกอบของอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนสำคัญ ทำให้มีคุณค่าทางอาหารสูง คุณค่าทางอาหารหลัก ๆ ประกอบด้วย โปรตีน 53% ไขมัน 8.2 % เยื่อใย 9.4 % มีคุณสมบัติเป็นแผ่นบางและกรอบ หักง่ายจึงสามารถย่อยให้เล็กลงได้ตามความเหมาะสมกับขนาดของสัตว์น้ำนั้น ๆ และสามารถเก็บไว้ได้นาน ในการผลิตยังสามารถเพิ่มสารอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นลงไป เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารได้อีกตามความเหมาะสม เช่น วิตามิน

แร่ธาตุ น้ำมันปลา ทำให้เราสามารถนำอาหารชนิดนี้มาใช้ทดแทน หรือเสริมจากอาหารมีชีวิตอื่น ๆ อันเป็นการช่วยลดต้นทุนในด้านอาหารและสะดวกสำหรับการนำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำ การผลิตอาร์ทีเมียเฟลกจะใช้วิธีการอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum Drying) ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งโลหะที่มีผิวเรียบมัน 2 ลูก ลูกกลิ้งทั้งสองจะวางคู่กัน มีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองที่ปรับระยะได้ สำหรับแหล่งความร้อนอาจได้จากไฟฟ้า หรือไอน้ำที่ส่งผ่านเข้าไปในลูกกลิ้ง การผลิตทำได้โดย นำวัตถุดิบเทลงระหว่างลูกกลิ้งทั้งสอง การหมุนของลูกกลิ้งจะรีดอาหารนั้น ๆ ออกเป็นแผ่นติดที่ผิวของลูกกลิ้ง ความร้อนจะทำให้อาหารนั้นแห้ง ซึ่งเป็นจังหวะเดียวกับที่ใบมีดจะตัดอาหารแห้งออกจากลูกกลิ้ง ลักษณะของอาหารที่ได้จะเป็นแผ่นบางกรอบ และสามารถทำให้เป็นขนาดที่ต้องการได้ (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง และสาคร มากท่า, 2540)

ลูกปูวัยอ่อนหลังจากฟักเป็นตัวจะมีการพัฒนาการหลายระยะ จนกว่าจะเติบโตเป็นลูกปูขนาดเล็ก แต่ละระยะมีนิสัยและพฤติกรรมการกินอาหารแตกต่างกันไป การให้อาหารลูกปูในระยะนี้ จึงต้องพิถีพิถันและรอบคอบในการเลือกชนิดอาหารที่เหมาะกับลูกปูแต่ละระยะ (บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2545) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของอาหารที่มีผลต่ออัตราการรอดและการพัฒนาของลูกปูชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น การทดลองเลี้ยงลูกปูม้า (*P. pelagicus*) วัยอ่อนตั้งแต่ระยะซูเอีย ถึงระยะเมกาโลปา ด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่แพลงก์ตอนพืช อาร์ทีเมียและโรติเฟอร์ ผลปรากฏว่า การเลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช ลูกปูตายทั้งหมด ส่วนลูกปูที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์มีอัตรารอด 13.3 % และ 14.9 % ตามลำดับ (Jong et al., 1971) ส่วนการทดลองเพาะเลี้ยงปูลาย (*Charybdis cruciata*) ระยะซูเอีย 1ถึงอายุ 21วัน โดยให้กินเตตราเซลมีส และโรติเฟอร์ควบคู่กันไป และเปลี่ยนเ ป็นให้อาร์ทีเมียแรกฟัก เมื่อซูเอียมีอายุ 9 – 12 วัน ส่วนในระยะเมกาโลปาให้เนื้อปลาสับเป็นอาหาร จากการศึกษาพบว่าอัตรารอดจากระยะซูเอีย 1 ถึงลูกปูระยะที่ 1 เท่ากับ 0.06 % (จารุวัฒน์ นกีตะภัฏ และสมนึก กบิลรัมย์, 2526)

จากการทดลองอนุบาลลูกปูทะเล (*S. serrata*) ด้วยอาหาร 4 สูตร ได้แก่สูตร A (ให้โรติเฟอร์อัตราวันละ 10 ตัว/มิลลิลิตร ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา และให้อาร์ทีเมียแรกฟักอัตราวันละ 0.5 ตัว/มิลลิลิตรในวันที่ 2 ของระยะซูเอีย 3 จนถึงระยะเมกาโลปา) สูตร B (ให้โรติเฟอร์อัตราวันละ 10 ตัว/มิลลิลิตร ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา และให้อาร์ทีเมียแรกฟักอัตราวันละ 0.5 ตัว/มิลลิลิตร ในวันที่ 2 ของระยะซูเอีย 2 จนถึงระยะเมกาโลปา) สูตร C (ให้โรติเฟอร์อัตราวันละ 10 ตัว/ มิลลิลิตร ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา และให้อาหารสำเร็จรูปอัตราวันละ 3 มิลลิกรัม ในวันที่ 2 ของระยะซูเอีย 2 จนถึงระยะเมกาโลปา) สูตร D (ให้โรติเฟอร์อัตราวันละ 10 ตัว/มิลลิลิตร ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา และให้อาหารสำเร็จรูปอัตราวันละ 3 มิลลิกรัมร่วมกับอาร์ทีเมียแรกฟักอัตรา 0.5 ตัว/มิลลิลิตร ในวันที่ 2 ของระยะซูเอีย 2 จนถึง

ระยะเมกาโลปา) และสูตร E (ให้อาร์ทีเมียแรกฟักตั้งแต่วันแรกจนเข้าระยะเมกาโลปา) โดยที่ในแต่ละวันทุกการทดลองจะมีการเติมสาหร่าย (*Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros muelleri*) ที่ความหนาแน่น 5 x 10^4cell/มิลลิลิตร ผลพบว่าอาหารทุกสูตร สามารถทำให้ลูกปูมีอัตราการรอดสูง ด้วยอัตรารอดเฉลี่ยจากระยะซูเอียถึงเริ่มพัฒนาการเข้าสู่เมกาโลปาตั้งแต่ 64.2 % ถึง 80.3 % ทั้งนี้อาหารสูตร B ทำให้ลูกปูมีอัตรารอดสูงที่สุด คือ 80.3 % (Graham, John, & Brain, 1992) ต่อมา บังอร ศรีมุกดา (2538) ทำการเพาะเลี้ยงปูทะเลชนิดเดียวกันนี้ ในระยะซูเอีย 1 ถึงระยะซูเอีย 2 โดยให้อาหารต่างชนิดกันดังนี้ อาหารเทียม (Artificial Feed), แพลงก์ตอนพืช (เตตราเซลมีส, คีโตเซอรอส, สเกลลีโตนีมา) และแพลงก์ตอนสัตว์ (โรติเฟอร์) ส่วนระยะซูเอีย 3 ถึงซูเอีย 5 ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก ผลปรากฏว่าลูกปูที่ให้กินโรติเฟอร์ในระยะแรกนั้น สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะเมกาโลปาและลูกปูระยะที่ 2 ได้ โดยมีอัตราการรอดสูงที่สุด 1.53 % และใช้เวลาพัฒนาเปลี่ยนระยะจากระยะซูเอีย 1 จนถึงระยะเมกาโลปานาน 18 – 25 วัน ส่วนลูกปูที่ให้กินอาหารชนิดอื่น ๆ จะตายหมดในวันที่ 4 และ วันที่ 5 หลังจากเริ่มทดลอง

นอกจากนี้จากการศึกษาหาชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกปูทะเลวัยอ่อน (*S. serrata*) โดยการให้โรติเฟอร์จำนวน 60 ตัว/มิลลิลิตร เป็นอาหาร พบว่าลูกปูระยะซูเอีย 1 สามารถพัฒนาไปถึงระยะซูเอีย 3 ได้ และมีอัตรารอดสูงถึง 94.7 % อย่างไรก็ตามเมื่อให้โรติเฟอร์เป็นอาหารต่อไปอย่างเดียวตลอด จนถึงระยะเมกาโลปา อัตราการรอดจะลดลงเหลือ 17.8 % และใช้ระยะเวลาในการลอกคราบไปเป็นเมกาโลปาเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อมีการเปลี่ยนรูปแบบของการให้อาหารใหม่ โดยให้โรติเฟอร์ 40 ตัว/มิลลิลิตรในระยะซูเอีย 1 ถึงระยะซูเอีย 3 ส่วนระยะซูเอีย 4 ถึงระยะซูเอีย 5 ให้อาร์ทีเมีย 10 ตัว/มิลลิลิตร พบว่าอัตรารอดเท่ากับ 58.7 % แต่ถ้าให้อาร์ทีเมียอย่างเดียว 10 ตัว/มิลลิลิตร ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ไปจนถึงระยะเมกาโลปา พบว่าลูกปูมีอัตราการรอดเพียง 1.3 % (Zeng & Li, 1999) ขณะเดียวกัน จากการทดลองเลี้ยงลูกปูทะเลชนิดเดียวกันนี้ ตั้งแต่ระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา ด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าลูกปูระยะซูเอีย 1ถึงซูเอีย 4 ที่ให้กินอาร์ทีเมียแรกฟัก 5 ตัว/มิลลิลิตร ผสมด้วยโรติเฟอร์ 12 ตัว/มิลลิลิตร มีอัตราการรอดสูงถึง 69 % แต่ถ้าให้กินอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างเดียว 10 ตัว/มิลลิลิตร มีอัตราการรอด 47.78 % และให้กินโรติเฟอร์อย่างเดียว 25 ตัว/มิลลิลิตร มีอัตราการรอด 36.67 % แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปจากระยะซูเอีย 4 จนถึงระยะเมกาโลปา พบว่าลูกปูที่ให้กินอาร์ทีเมียแรกฟักผสมด้วยโรติเฟอร์มีอัตราการรอดลดลงเหลือ 56 % เมื่อให้กินโรติเฟอร์อย่างเดียวมีอัตราการรอดลดลงเหลือ 3.33 % และเมื่อให้กินอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างเดียวลูกปูตายทั้งหมด ส่วนจำนวนวันที่ลูกปูสามารถพัฒนาจากระยะซูเอีย 1 จนถึงระยะเมกาโลปานั้น พบว่าชุดการทดลองที่ให้กินอาร์ทีเมียแรกฟักผสมด้วยโรติเฟอร์ ลูกปูใช้เวลานาน 15 วัน ขณะที่ชุดการทดลองที่ให้กินโรติเฟอร์อย่างเดียว ลูกปูใช้เวลา 21 วัน และชุดที่ให้กินอาร์ทีเมีย

แรกฟักอย่างเดียวไม่มีจำนวนวันเนื่องจากลูกปูตายทั้งหมดตั้งแต่ระยะซูเอีย 5 ในทำนองเดียวกัน Juliana & Alan (2000) ได้ทดลองเลี้ยงลูกปูทะเลชนิดนี้ ตั้งแต่ระยะซูเอียถึงระยะเมกาโลปาด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ชนิดที่ 1 ให้อาร์ทีเมียแรกฟักอย่างเดียวอัตรา 10 ตัว/มิลลิลิตร ชนิดที่ 2 ให้โรติเฟอร์อย่างเดียวอัตรา 25 ตัว/มิลลิลิตร และชนิดที่ 3 ให้โรติเฟอร์อัตรา 12 ตัว/มิลลิลิตรร่วมด้วยอาร์ทีเมียแรกฟัก 5 ตัว/มิลลิลิตร ผลปรากฏว่า การเลี้ยงด้วยโรติเฟอร์อย่างเดียวแม้ว่าลูกปูทะเลจะมีอัตรารอดสูงในช่วงซูเอียระยะแรก ๆ แต่ลูกปูทะเลไม่สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะเมกาโลปาได้ ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างเดียว ลูกปูมีอัตรารอด 24 % และการเลี้ยงด้วยโรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมีย ลูกปูทะเลมีอัตรารอดถึง 50 %

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของอาหารที่มีผลต่ออัตราการรอดและการพัฒนาของลูกปูชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียเป็นอาหารที่เหมาะสมต่ออนุบาลลูกปู แต่เนื่องจากอาหารทั้งสองชนิดมีความยุ่งยากในขั้นตอนการเตรียมอาหารเพื่อการอนุบาล และยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาร์ทีเมีย ซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาหาชนิดอาหารที่สามารถนำมาทดแทนอาร์ทีเมีย เช่น การศึกษาผลของชนิดอาหารต่อการพัฒนาการและอัตราการรอดตายของลูกปูทะเล (*S. serrata*) จากระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปาด้วยโรติเฟอร์, อาร์ทีเมียแรกฟัก และอาหารลูกกุ้ง พบว่าในชุดการทดลองที่ให้อาหารลูกกุ้ง ลูกปูระยะซูเอียจะตายก่อนที่จะพัฒนาเข้าสู่ระยะเมกาโลปา ส่วนชุดการทดลองที่มีการให้อาหารลูกกุ้งร่วมกับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียแรกฟัก พบว่ามีอัตราการรอด 3.71 % และชุดการทดลองที่ให้โรติเฟอร์ร่วมกับอาร์ทีเมียแรกฟัก มีอัตราการรอด 1.84 % และใช้ระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะซูเอียถึงระยะเมกาโลปา 15 – 17 วัน (Quinitio, Parado-Estepa & Alava, 1999) ในทำนองเดียวกัน Juliana & Alan (2000) ได้ทำการทดลองเลี้ยงลูกปูทะเล ชนิดเดียวกันระยะเมกาโลปาด้วยอาหารต่างกัน 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ให้อาร์ทีเมียอัตรา 20 ตัว/มิลลิลิตร เพียงอย่างเดียว สูตรที่ 2 ให้อาร์ทีเมียอัตรา 20 ตัว/มิลลิลิตร ร่วมด้วยหมึกสับ สูตรที่ 3 ให้อาร์ทีเมียอัตรา 20 ตัว/มิลลิลิตร ร่วมด้วยเพรียงสับ และสูตรที่ 4 ให้อาร์ทีเมียอัตรา 20 ตัว/มิลลิลิตรร่วมด้วยกุ้งสับ ผลปรากฏว่าการเลี้ยงโดยใช้อาหารสูตรที่ 1 ให้อัตรารอดสูงที่สุด (72.22 %) ส่วนการเลี้ยงโดยใช้อาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 ลูกปูมีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน (33.33, 50.00 และ 38.89 % ตามลำดับ) นอกจากนี้ ประภาพัณ เต็มภักดี (2545) ศึกษาการอนุบาลลูกปูทะเล (*S. olivacea*) จากระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเมกาโลปา โดยทำการเลี้ยงลูกปูจำนวน 300 ตัว ในลังโฟมที่บรรจุน้ำความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 15 ลิตร โดยมีชนิดอาหารและการให้อาหารดังนี้ 1. ให้โรติเฟอร์เสริมด้วยอาร์ทีเมีย 2. ให้โรติเฟอร์เสริมด้วยโคพีพอดแช่แข็ง 3. ให้อาร์ทีเมียเสริมด้วยโรติเฟอร์ 4. ให้อาร์ทีเมียเสริมด้วยโคพีพอดแช่แข็ง 5. ให้ microencapsulate เสริมด้วยอาร์ทีเมีย 6. ให้ microencapsulate เสริมด้วยโคพีพอดแช่แข็ง ในการให้อาหารเสริมจะให้

ในช่วงระยะซูเอีย 2 เป็นต้นไป จากการศึกษาพบว่า ในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีอัตราการรอดและสามารถพัฒนาเข้าสู่ซูเอีย 5 เท่ากับ 13.89, 4.00, 2.50, 10.33, 0.11 และ 0.00 % ตามลำดับ โดยอัตราการรอดของซูเอียในชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 4 สูงกว่า (p <.05) ชุดการทดลองอื่น ๆ ในขณะที่อัตราการรอดของซูเอียในชุดการทดลองที่ 5 และ 6 จะต่ำสุด (p <.05) ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยในการพัฒนาจากระยะซูเอีย 1 ถึงระยะซูเอีย 5 พบว่าในชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 4 ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า (p <.05) ชุดการทดลองอื่น ๆ โดยใช้ระยะเวลา 20.67 และ 21.67 วัน ตามลำดับ

ในทำนองเดียวกันได้มีการศึกษาหาชนิดของอาหารอื่น ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในกลุ่มครัสเตเซีย เพื่อทดแทนการใช้อาร์ทีเมีย เช่น นิเวศน์ เรืองพานิช และชิดา เพชรมณี (2521) ได้เริ่มศึกษาหาอาหารชนิดอื่นมาทดแทนอาร์ทีเมีย โดยได้ทำการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) จากระยะไมซิสไปจนถึงระยะ P4 ในถังขนาด 30 ลิตร ความเค็ม 30 ppt พบว่าการใช้โรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) และไรแดง (*Moina* sp.) มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการอนุบาลกุ้งกุลาดำทดแทนอาร์ทีเมีย เช่นเดียวกับ ฐานันดร์ ทัตตานนท์ และ สุจินต์ มณีวงศ์ (2520) ที่ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยไรแดงเปรียบเทียบกับการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย พบว่าไรแดงสามารถเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามได้เช่นเดียวกัน แต่มีอัตราการรอดตายต่ำกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย ขณะที่สมประสงค์ ขันถม, บัวดำ สิ้มสุรัตน์ และวิชัย ชัยชนะกสิกรรม (2543) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ P5 - P14 โดยใช้ไรแดงและอาร์ทีเมียเป็นอาหาร ในบ่อคอนกรีตกลม ที่มีน้ำความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 5 ลูกบาศก์เมตร ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 30 ตัว/ลิตร ให้อาหารวันละ 5 ครั้ง ผลปรากฏว่า อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยไรแดงสูงที่สุด (86 %) รองลงมาคือ ไรแดงสลับกับอาร์ทีเมีย (84 %) โดยสูงกว่าการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย (78 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักและความยาวของกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีค่าสูงที่สุด (0.0045 กรัม, 1.24 เซนติเมตร) โดยสูงกว่าอาหารอีก 2 ประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ไรแดงสลับกับอาร์ทีเมีย (0.0036 กรัม, 1.22 เซนติเมตร) ซึ่งสูงกว่าการอนุบาลด้วยไรแดง (0.0026 กรัม, 1.09 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า การนำไรแดงมาอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ จะให้แบบสลับหรือให้ไรแดงอย่างเดียวนั้น มีแนวโน้มที่สามารถใช้ทดแทนอาร์ทีเมียได้สำหรับลูกกุ้งระยะนี้ โดยที่มีอัตราการรอดตายสูงถึงแม้ว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงถึง 2 เท่า เมื่อใช้อาร์ทีเมียร่วมกับไรแดง และ 16 เท่าเมื่อใช้ไรแดงเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ ก่อเกียรติ กูลแก้ว (2538) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ P1 – P15 ด้วยอาหารสำเร็จรูปขนาด 100 – 400 ไมครอน มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 42 % ไขมันไม่ต่ำกว่า 7 % และ

อาร์ทีเมียแรกฟักในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร อนุบาลที่ความหนาแน่น 30 ตัว/ลิตร ปรากฏว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักมีอัตราการรอดตาย 81 % และการเจริญเติบโต (ความยาว) 11.9 มิลลิเมตร สูงมากกว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดี ต้นทุนการผลิตสำหรับอาร์ทีเมียมีต้นทุนที่สูงกว่าเล็กน้อย โดยมีต้นทุน 2.70 สตางค์/ตัว ขณะที่อาหารสำเร็จรูปมีต้นทุน 2.10 สตางค์/ตัว เมื่อพิจารณาเรื่องคุณภาพประกอบด้วยแล้ว การใช้อาร์ทีเมียจะได้เปรียบกว่า ซึ่งระดับโปรตีนของอาหารสำเร็จรูปอาจจะมีค่าต่ำเกินไป จึงส่งผลให้ผลผลิตไม่ดี แต่จากการทดลองของสุพิศ ทองรอด, อนันต์ ตันสุตะพานิช, ธนนัญช์ สังกรธนกิจ และปรานี สระบัว (2538) ที่ได้ทำการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียสถึงไมซีส 3 พบว่า อาร์ทีเมียเฟลก ซึ่งมีองค์ประกอบของอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยเป็นแหล่งโปรตีน สามารถใช้ทดแทนอาหารมีชีวิตได้เป็นอย่างดี ขณะที่ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง และสาคร มากท่า (2540) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ P1 - P15 ด้วยอาร์ทีเมียเฟลกขนาด 70 - 120 ไมครอน และอาหารสำเร็จรูปขนาด 100 - 700 ไมครอน โดยการควบคุมคุณภาพน้ำในระบบปิด ในบ่อคอนกรีตกลม ที่ความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร ปรากฏว่าอัตราการรอดตายของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปสูงกว่าอาร์ทีเมียเฟลก โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปและอาร์ทีเมียเฟลกที่ระยะ P 15 มีอัตราการรอดตาย 44% และ 24% ตามลำดับ

ที่กำบังหรือหลบซ่อน (Shelter)

ลูกปูมีพฤติกรรมชอบกินพวกเดียวกันเอง (Cannibalism) โดยตัวใหญ่จะกินตัวเล็กหรือที่มีการพัฒนาการช้ากว่า จึงมีผลทำให้มีอัตราการรอดตายลดลงอย่างมาก จึงควรที่จะหาวัสดุที่เหมาะสมเป็นแหล่งหลบซ่อนตัว หรือใช้เป็นที่กำบัง โดยเริ่มมีการใส่วัสดุหลบซ่อนตั้งแต่ลูกปูระยะซูเอียระยะที่ 4 เป็นต้นไป เนื่องจากลูกปูมีการพัฒนาก้ามดีแล้ว ปัจจุบันได้ใช้เชือกไนล่อนคลายเกลียวเพื่อเป็นแหล่งซุกซ่อนตัว ซึ่งก็ได้ผลดีในระดับหนึ่ง (บุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2544) ได้มีผู้ศึกษาการใช้วัสดุหลบซ่อนเพื่อการอนุบาลลูกสัตว์น้ำ เช่น จากการทดลองเลี้ยงลูกปูม้า *(P. pelagicus)* วัยอ่อนระยะเมกาโลปา อายุ 12 วัน จนมีอายุ 26 วัน ในตะกร้า 1 ใบ โดยเปรียบเทียบสภาพพื้นที่และกำบังต่างกัน พบว่าการใช้พื้นที่ว่างและมีสาหร่ายใบ (*Sargassum* sp.) เป็นที่กำบังทำให้ลูกปูม้าอายุ 26 วัน มีอัตราการรอดตายสูงสุดและสูงกว่าการใช้พื้นทรายหยาบและมีสาหร่ายใบเป็นที่กำบังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <.05) ส่วนการใช้เชือกโพลีคลายเกลียวทั้งพื้นที่ว่างและพื้นทรายหยาบ มีอัตราการรอดตายของลูกปูม้าอายุ 26 วันไม่แตกต่างเช่นกัน ขณะเดียวกันยังพบว่าการไม่ใส่อะไรเป็นที่กำบังทั้งพื้นว่างและพื้นทรายหยาบ และได้สรุปว่า การเลี้ยงลูกปูม้าวัยอ่อนอายุ 12 วัน จนถึงอายุ 26 วัน ไม่จำเป็นต้องใส่ทรายเพื่อเป็นพื้นให้ลูกปู (กรุณา สัตยมาศ และสุชาติ

ยังทรัพย์, 2532) นอกจากนี้ Juliana & Alan (2000) ได้ศึกษาผลของการใช้โคลนเป็นวัสดุรองพื้นร่วมกับการใส่ใบมะพร้าวและกิ่งไม้โกงกางเป็นวัสดุกำบังต่ออัตรารอดในการอนุบาลลูกปูทะเลขนาดเล็ก (*S. serrata*) พบว่าการใส่โคลนแต่เพียงอย่างเดียวให้อัตราการรอดสูงที่สุด 100 % และ Kumlu, Erodogan., Aktas & Saglamtimur, (2000) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งตะกาด (*Metapenaeus monoceros*)ระยะ PL 20 ในตู้กระจกขนาด 30 x 20 x 22 เซนติเมตร ด้วยความหนาแน่น 120 ตัว/ตู้ เป็นเวลานาน 30 วัน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งตะกาดในตู้ที่ไม่มีการใส่วัสดุหลบซ่อน กับตู้ที่ใส่วัสดุหลบซ่อนแนวตั้งและแนวนอน วัสดุหลบซ่อนที่ใช้ ได้แก่ ไม้สี่เหลี่ยม 15 x 15 เซนติเมตร ขึงด้วยตาข่ายพลาสติกขนาดตา 0.5 เซนติเมตร ผลปรากฏว่าการใช้และไม่ใช้วัสดุหลบซ่อนให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน โดยที่ตู้ที่ไม่ใส่วัสดุหลบซ่อนให้อัตรารอด 71 % ตู้ที่มีการใส่วัสดุหลบซ่อนในแนวตั้งให้อัตรารอด 70 % ส่วนตู้ที่มีการใส่วัสดุหลบซ่อนในแนวนอนให้อัตรารอด 63 % นอกจากนี้ยังไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอีกด้วย และได้แนะนำว่าไม่มีความจำเป็นต้องใส่วัสดุหลบซ่อนในการอนุบาลลูกกุ้งชนิดนี้ เนื่องจากเป็นการยุ่งยากในการจัดการ ซึ่งขัดแย้งกับ Tidwell, Coyle & Schulmeister (1998) ที่กล่าวว่ามีความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตจากการใส่วัสดุหลบซ่อนในบ่ออนุบาลลูกกุ้ง และ Cohen, Ra'anan, Rappaport & Arieli (1983) รายงานว่าการใส่วัสดุหลบซ่อนจะช่วยเพิ่มผลผลิต 14 % และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต 13 % เช่นเดียวกับ Sandifer, Hopskins, & Stokes (1987) ที่รายงานว่า การอนุบาลลูกกุ้งขาว (*P.vannamei*) ในบ่อที่มีการใส่วัสดุหลบซ่อนแนวตั้ง มีอัตรารอดดีกว่าบ่อที่ไม่ใส่ แต่อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

โรค (Disease)

โรคที่เกิดกับลูกปูวัยอ่อนมีหลายชนิด ที่ระยะซูเอีย 1 – 3 อัตราการตาย 50 – 70 % ของลูกปู สาเหตุหนึ่งเกิดจากลูกปูลอกคราบไม่ได้ เพราะถูกแบคทีเรียชนิดหนึ่งทำลายไคตินที่หนามบริเวณเปลือกส่วนหัว (Ting, Lin, Luo, & Tseng (1981) อีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *Halipthoros, Halocrusticida* และ *Lagenidium* ทำลายรยางค์หรือเกาะตามตัวทำให้ลูกปูวัยอ่อนไม่สามารถว่ายน้ำหาอาหารได้ตามปกติ (Rosa, Bondad- Reantaso, Nakayama, & Hatai, 1998)

คุณภาพของน้ำในบ่ออนุบาล

คุณภาพของน้ำในบ่อเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่ออัตรารอดของลูกปูวัยอ่อน การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลลูกปูวัยอ่อน ต้องสามารถกำจัดของเสียออกจากบ่ออนุบาลอย่างมีประสิทธิภาพ เช่นการเปลี่ยนจากระบบเปิด บ่อสี่เหลี่ยม มาใช้ระบบถังรูปกรวยสามารถเพิ่มอัตรารอดของลูกปูวัยอ่อนระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเป็นตัวปูอายุ 1 วัน จาก 15 % เป็น 20 % และถ้าใช้ระบบปิดถังอนุบาลรูปกรวยจะสามารถเพิ่มอัตรารอดของลูกปูวัยอ่อนระยะซูเอีย 1 ถึงระยะเป็นตัวปูอายุ 1

วัน เป็น 26 - 41 % การหมุนเวียนของน้ำในบ่ออนุบาล ขณะที่มีการนำเข้าบ่อก็จะกระตุ้นให้ลูกปูลอกคราบพร้อม ๆ กันในปริมาณมากได้ เมื่อลูกปูลอกคราบพร้อมกันโอกาสที่ลูกปูจะกินกันเองก็น้อยลง (บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2545)

น้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปูวัยอ่อน ถ้าผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนหรือฆ่าเชื้อด้วยยาปฏิชีวนะเสียก่อน จะช่วยให้ลูกปูระยะซูเอีย 1– 4 มีอัตราการรอดสูงขึ้น (Parado-Estepa, Fe Dolores & Quinitio, 1998) นอกจากนี้ พบว่า การเติม *Chlorella* sp. ช่วยให้สามารถผลิตลูกปู (*Scylla* sp.) ระยะเป็นตัวปูอายุ 1 วัน มีอัตรารอดประมาณ 41 % (Brick, 1974)

ได้มีผู้ทำการศึกษาวิธีการอนุบาลลูกปูชนิดต่าง ๆ ซึ่งได้มีความสนใจพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไปจึงได้ทำการสรุปดังตารางที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 วิธีการอนุบาลลูกปู การเจริญเติบโต อัตราการรอด และช่วงเวลาของการพัฒนาการของปูชนิดต่าง ๆ

ชนิด	ระยะที่อนุบาล	สภาวะการอนุบาล			ประเภท/ขนาด	ชนิดอาหาร	อัตราการรอด (%)	ช่วงเวลาการพัฒนาการ (วัน)	ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)					
ปูม้า (*Portunus pelagicus*)	Z1-M	26 – 32	32	153	ถังไฟเบอร์	โรติเฟอร์ + อาร์ทีเมีย	33..22	14	บุญชัย เจียมปรีชา และ
				111	500 ลิตร		37.03	14	ทวี จันทรศรี (2523)
ปูม้า (*P.pelagicus*)	Z1-M	26 – 30	28 - 36	118	บ่อซีเมนต์	โรติเฟอร์ + อาร์ทีเมีย	27.85	10	กรุณา สัตยมาศ (2532)
				130	ขนาด 5 ตัน		31.54	10	
ปูม้า (*P.pelagicus*)	C1-C4	28 – 34	32	1 ตัว/ถัง	ถังพลาสติก	อาหารสำเร็จรูป	100	4	Juwana (2000)
		28 - 32			ขนาด 8 ลิตร		94.3		
ปูแมงมุม (*Mithrax caribbaeus*)	Z1 – M	22	32 - 35	10	ถังพลาสติก	อาร์ทีเมีย	-	14.3	Larez et al. (2000)
		25			ขนาด 200 ลิตร		-	11.8	
		28					-	9.2	

(Z = Zoea stage; M = Megalopa stage; C = Crab stage)

บัณฑิตวิทยาลัย Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ระยะที่อนุบาล	สภาวะการอนุบาล			ประเภทบ่อ/ขนาด	ชนิดอาหาร	อัตราการรอด (%)	ช่วงเวลาการพัฒนาการ (วัน)	ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)					
ปูทะเล (*Scylla. serrata*)	Z1 – M	24.5 – 31.5	30 - 35	10	ถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร	อาร์ทีเมีย	0 – 24	17 – 21	Juliana & Alan (2000)
						โรติเฟอร์	0	-	
						โรติเฟอร์ + อาร์ทีเมีย	56	17 - 21	
ปูทะเล (*S. serrata*)	M - C	24.5 – 31.5	24 - 31	1	ถังพลาสติก ขนาด 8 ลิตร	อาร์ทีเมีย	72.22	7	Juliana & Alan (2000)
						อาร์ทีเมีย + หมึกสับ	33.33	7	
						อาร์ทีเมีย + เพรียงสับ	50.00	7	
						อาร์ทีเมีย + กุ้งสับ	38.89	7	
ปูทะเล (*S. serrata*)	C1 – C4	24.5 – 31.5	26	1 ตัว/ถัง	ถังพลาสติก ขนาด 8 ลิตร	อาร์ทีเมีย	100	-	Juliana & Alan (2000)
						อาร์ทีเมีย + หอยสับ	100	-	
						อาร์ทีเมีย + กุ้งสับ	100	-	
						อาร์ทีเมีย + อาหารสำเร็จรูป	100	-	
						อาหารสำเร็จรูป	100	-	

(Z = Zoea stage; M = Megalopa stage; C = Crab stage)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ระยะที่อนุบาล	สภาวะการอนุบาล			ประเภทบ่อ/ขนาด	ชนิดอาหาร	อัตราการรอด (%)	ช่วงเวลาการพัฒนาการ (วัน)	ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)					
ปูทะเล (*Scylla. serrata*)	C1 – C7	25 - 32	30	2	ถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร	ปลาสับ 20 % ของน้ำหนักตัว/วัน	26.7		Tran et al. (1998)
			24				36.7		
			18				26.7		
			12				13.3		
			6				6.7		
			0				0		
ปูทะเล (*S. olivacea*)	Z1 - M	28 - 30	28 – 30	20	กล่องโฟมขนาด 31.5 ซม.x43.5 ซม.x29.5ซม.	โรติเฟอร์ + อาร์ทีเมีย แรกฟัก + คลอเรลล่าน้ำเค็ม	23.32	20 – 25	Praipanapong (1999)
				40			16.22	20 – 25	
				60			4.15	20 - 25	

(Z = Zoea stage; M = Megalopa stage; C = Crab stage)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ระยะที่อนุบาล	สภาวะการอนุบาล			ประเภทบ่อ/ขนาด	ชนิดอาหาร	อัตราการรอด (%)	ช่วงเวลาการพัฒนาการ (วัน)	ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)					
ปูทะเล (*S. olivacea*)	Z1 - M	25 - 32	30	20	กล่องโฟมขนาด 31.5 ซม.x 43.5 ซม. x 29.5ซม.	โรติเฟอร์ + อาร์ทีเมีย	13.89	21	ประภาพัณ เต็มภักดี (2545)
						โรติเฟอร์ + โคพีพอดแช่แข็ง	4.00	28	
						อาร์ทีเมีย + โรติเฟอร์	2.50	26	
						อาร์ทีเมีย + โคพีพอดแช่แข็ง	10.33	22	
						Microencapsulate + อาร์ทีเมีย	0.11	29	
						Microencapsulate + โคพีพอดแช่แข็ง	0.00	-	

(Z = Zoea stage; M = Megalopa stage; C = Crab stage)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ระยะที่อนุบาล	สภาวะการอนุบาล			ประเภทบ่อ/ขนาด	ชนิดอาหาร	อัตราการรอด (%)	ช่วงเวลาการพัฒนาการ (วัน)	ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (ppt)	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)					
ปูทะเล (*S. olivacea*)	M1- C	25 - 32	30	1 ตัว/แก้ว 1 ใบ	แก้วพลาสติกทรงสูง 11.5 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางก้นแก้ว 8 ซม.และเส้นผ่านศูนย์กลางปากแก้ว 5.3 ซม.	อาร์ทีเมีย	75	12	ประภาพัณ เต็มภักดี (2545)
						เนื้อหอยสดสับ	19.4	15	
						อาร์ทีเมีย + อาหารกุ้งกุลาดำวัยอ่อน	63.89	11	
						อาร์ทีเมีย + เนื้อหอยสดสับ	58.33	12	
						อาหารกุ้งกุลาดำวัยอ่อน + เนื้อหอยสดสับ	47.22	11	

(Z = Zoea stage; M = Megalopa stage; C = Crab stage)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University