บทนำ

ในปัจจุบัน กุ้งทะเลจัดเป็นสัตว์น้ำทะเลที่มีคุณค่าสูงทั้งในทางเศรษฐกิจและทางด้านอาหารชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปริมาณกุ้งที่ผลิตได้ต่อปีทั่วประเทศใน พ.ศ. ๒๕๐๘ มีจำนวนมากกว่า ๓๕,๐๐๐ ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ ๕๒๕ ล้านบาท (กรมประมง, ๒๕๑๐) ซึ่งในจำนวนนี้ได้ส่งยอดไปจำหน่ายต่างประเทศกว่า ๒,๐๐๐ ตัน คิดเป็นมูลค่าเกือบ ๕๐ ล้านบาท นับว่า เป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอันมาก แต่ปริมาณจับของกุ้งทะเลนี้อาจลดลงได้ต่อไปในภายภาคหน้าเนื่องจากการเพิ่มทวีกำลังประมงอันมีผลก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในประชากรกุ้งทะเลขึ้น ฉะนั้น การศึกษาค้นคว้าถึงวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สมดุลย์กับประชากรที่ทวีขึ้น จึงจัดเป็นเรื่องจำเป็น และเป็นงานสำคัญอย่างหนึ่งตามแผนงานสอบสวนและค้นคว้าเรื่องกุ้งทะเล ตามโครงการทดลองและส่งเสริมการประมงทะเล อันเป็นแผนงานหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ซึ่งมุ่งที่จะทำการปรับปรุงและส่งเสริมกิจการประมงกุ้งทะเลให้คงเจริญรุ่งเรืองสืบต่อไป

การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลนี้ แม้จะยังไม่เคยมีผู้ใดทดลองศึกษามาก่อนในประเทศไทย แต่ก็ได้มีผู้รายงานถึงความสำเร็จของการทดลองเพาะเลี้ยงในต่างประเทศมากว่าสามสิบปีแล้ว ใน พ.ศ. ๒๔๗๗ Hudinaga ได้นำแม่กุ้ง Penaeus japonicus Bate มาทดลองเพาะเลี้ยงในห้องทดลอง ปรากฏว่า สามารถเพาะเลี้ยงไข่กุ้งดังกล่าวได้เจริญถึงขั้น Zoea (Mysis) และเมื่อทดลองต่อไปก็สามารถเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนได้จนเจริญถึงขั้น Post larva เป็นจำนวนมาก (Hudinaga, 1942) นับว่าเป็นประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งในญี่ปุ่นตราบถึงปัจจุบัน ดังรายงานของ Hudinaga & Kittaka(1967ซึ่งทดลองเลี้ยงแม่กุ้งจำนวนมากในบ่อเพาะพักขนาดใหญ่ ปรากฏว่าสามารถเลี้ยงลูกกุ้งให้เจริญถึงขั้น Post larva ได้ถึง ๒๔ %

Pearson (1939) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกกุ้งชนิด Penaeus setiferus (Limn.) จากไข่กุ้งที่รวบรวมได้โดยการลากถุงแพลงค์ตอนในทะเล กับที่รวบรวมได้จากแม่พันธุ์ซึ่งนำมาเพาะเลี้ยง ต่อมา Menon (1952) ได้ทดลองเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลชนิด Metapenaeus dobsoni, Miers ในห้องทดลองปรากฏว่าสามารถเลี้ยงลูกกุ้งได้เจริญถึงขั้น Post larva แต่อัตราการรอดตายยังต่ำ Menon ยังได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของลูกกุ้งในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตอีกด้วย, และ Brood (1957) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกกุ้งชนิด Palaemonetes pugio Holthuis กับ P. vulgaris (Say) พบว่า คล้ายคลึงกันมาก และได้รายงานไว้ด้วยว่าระยะเวลาที่ลูกกุ้งจะลอกคราบแต่ละครั้งนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโต สำหรับกุ้งสกุลนี้ ต่อมา Dobkin (1963) ได้ทดลองเพาะเลี้ยงลูกกุ้งชนิด P. paludosus (Gibbles,1850) พบว่า หลังจากไข่กุ้งฟักเป็นตัวอ่อนแล้วจะเกิดมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างสมบูรณ์ภายใน ๕ - ๑๐ วัน โดยลูกกุ้งส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตถึงขั้นPost larva ระยะแรกภายใน ๕ วัน Dobkin (1961) ยังได้ศึกษาถึงลักษณะทางอนุกรมวิธานและการเจริญเติบโตเบื้องต้นโดยทุกระยะของลูกกุ้งชนิด Penaeus fluorarum ด้วยปรากฏว่า เขาสามารถเลี้ยงได้รอดจนถึงขั้น Protozoea ระยะแรกเท่านั้น

นอกเหนือไปจากกุ้งสกุลต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว ยังมีผู้เคยทดลองเพาะเลี้ยงลูกกุ้งสกุลอื่น ๆ อีกบ้าง เช่น Inoue & Nonaka (1963) ทดลองเลี้ยงลูกกุ้งมังกร, Panulirus japonicus (V. Siebold) ได้จนถึงขั้นตัวอ่อนระยะที่ ๗ ภายในเวลา ๔๐ - ๔๘ วัน, Cook & Renfro (1965) ทดลองเลี้ยงลูกกุ้งชนิด Xiphopenaeus kroyeri(Heller) ได้ถึงขั้นProtozoea I และ Cook & Murphy (1965) ทดลองเพาะเลี้ยงลูกกุ้งชนิด Sicyonia brevirostris Stimpsm ได้จนเจริญถึงขั้น Post larva เป็นต้น Cook & Murphy นี้ยังได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะ

ของลูกกุ้งในทุกระยะของการเจริญเติบโตเบื้องต้นกับลูกกุ้งในสกุล Sicyonia อื่น ๆ อีกหลายชนิดด้วย

สำหรับกุ้งตะกาด หรือ Metapenaeus ensis (De Haan, 1844) นั้น ยังไม่เคยมีผู้ใดทดลองเพาะเลี้ยงและศึกษาถึงลักษณะทางอนุกรมวิธานของระยะวัยอ่อนมาก่อน แม้ว่าจะเป็นกุ้งทะเลที่มีอยู่ทั่วไปในย่านเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นับตั้งแต่แถบรัฐควีนสแลนด์, ประเทศออสเตรเลีย, ขึ้นไปจนถึงแถบประเทศญี่ปุ่นและเกาหลี (Holthuis & Rosa, 1965) สำหรับในประเทศไทยนั้น จะพบอยู่เสมอรวมทั้งในบริเวณแหล่งทำนากุ้ง การศึกษาค้นคว้าถึงวิธีการเพาะเลี้ยงเพื่อหาสภาพอันเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งตะกาดวัย-ต่าง ๆ จึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง และเห็นได้ชัดว่า จะอำนวยประโยชน์เป็นอย่างมาก ต่อการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำชนิดนี้ของประเทศในอนาคต

จุดประสงค์ในการศึกษาและทดลองครั้งนี้ก็เพื่อศึกษาถึงวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งตะกาดตั้งแต่ระยะที่เป็นไข่จนถึงระยะวัยอ่อน (Post larval Stages) โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะรูปร่างทางอนุกรมวิธานที่เปลี่ยนแปลงไปตามขั้นของการเจริญเติบโต ตลอดจนอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อลูกกุ้งในระยะนี้

อุปกรณ์และวิธีการศึกษาทดลอง

การศึกษาทดลองครั้งนี้ ใช้กุ้งตะกาด (รูปที่ ๑) ที่มีรังไข่เจริญเต็มที่ (Matured gonad) จากบ่อเพาะเลี้ยงมาแยกเลี้ยงไว้ในอ่างเพาะพัก (Spawning tank) ซึ่งทำด้วยไม้ ขนาด ๑ x ๑ x ๑.๕ เมตร (รูปที่ ๒) โดยให้ออกซิเจนเพิ่มในน้ำที่เลี้ยงอยู่ตลอดเวลา แม่กุ้งที่มีไข่แก่นี้จะวางไข่ภายใน ๒๔ ชั่วโมงหลังจากที่แยกมาเพาะเลี้ยงจากนั้นจึงทำการแยกไข่กุ้งที่ได้มาเพาะเลี้ยงในอ่างแก้ว (รูปที่ ๓) เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างและการเจริญเติบโตต่อไป

๑. <u>การศึกษาถึงลักษณะทางอนุกรมวิธานของลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อนระยะต่าง ๆ</u>

นำไข่กุ้งที่รวบรวมได้มาแยกเลี้ยงไว้ในบิกเกอร์ขนาด ๕๐๐ มล. ในละหนึ่งฟอง ทั้งนี้โดยแยกทำการทดลองออกเป็นสองชุด ชุดแรกนั้นใช้เก็บรวบรวมคราบที่เกิดภายหลังการลอกคราบ (Moulting) ของลูกกุ้งแต่ละระยะ เพื่อทราบถึงจำนวนครั้งของการลอกคราบที่เกิดขึ้นทั้งหมด ส่วนชุดหลังนั้นเก็บรวบรวมทั้งคราบที่เกิดและลูกกุ้งที่มีอยู่ในแต่ละระยะ เพื่อนำมาศึกษาถึงลักษณะรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละขั้นของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อน โดยนำมาดองรักษาด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน ๕ % และทำการผ่าตัดตรวจดูรูปร่างลักษณะของอวัยวะและระยางค์ต่าง ๆ ของลูกกุ้งแต่ละระยะด้วยกล้องจุลทัศน์ และบันทึกภาพแสดงลักษณะดังกล่าวเหล่านั้นโดยอาศัย Camera Lucida ช่วยในการวาดภาพ

๒. <u>การศึกษาถึงการเจริญเติบโตของลูกกุ้งวัยอ่อนระยะต่าง ๆ</u>

ไข่กุ้งที่นำมาเพาะเลี้ยงไว้จะฟักเป็นตัวอ่อนระยะ Nauplius ขั้นที่ ๑ (Nauplius I) ภายใน ๑๒ ชั่วโมง การให้อาหารแก่ลูกกุ้งนี้จะแตกต่างกันไปตามระยะของการเติบโต คือ ในขั้น Nauplius นี้ ยังไม่ต้องให้อาหาร ด้วยเหตุที่ลูกกุ้งขั้นนี้ยังคงได้อาหารจากไข่แดง (Yolk) ที่คงมีเหลือสะสมอยู่จากไข่ ต่อเมื่อลูกกุ้งเจริญถึงระยะ

Protozoea (ภายใน ๓๖ - ๔๘ ชั่วโมง หลังจากเริ่มเพาะฟัก) จึงต้องเติมอาหารจำพวกไดอะตอมที่เพาะเลี้ยงไว้ (ดูผนวก ก.) ในปริมาณที่พอเหมาะ

เมื่อลูกกุ้งเจริญเติบโตถึงขั้น Mysis (Zoea) จะต้องเพิ่มอาหารขึ้นอีกโดยใช้อาหารจำพวก Brine shrimps (Artemia salina) หรือ Crustaceans อื่น ๆ ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ดี Hudinaga (1942) ได้รายงานไว้ว่า Brine shrimps เป็นอาหารที่เหมาะสมต่อลูกกุ้งวัยนี้มากที่สุด และสามารถเตรียมเพาะเลี้ยงได้โดยง่าย (ดูผนวก ข.)

สำหรับลูกกุ้งที่เจริญเติบโตขึ้นถึงขั้น Post larva นั้น จะเริ่มกินอาหารจำพวกเนื้อหอยบดละเอียดในปริมาณที่พอเหมาะ Hudinaga (1942) ได้รายงานถึงการใช้หอยสองฝา จำพวกหอยลาย (Paphia sp.) ชนิดที่เรียกโดยสามัญว่า Asari ว่าให้ผลดีที่สุดต่อการใช้เป็นอาหารของลูกกุ้งขั้นนี้

การให้อาหารข้างต้นนั้นกระทำวันละสามครั้ง คือ ในเวลา ๙.๐๐, ๑๓.๐๐ และ ๑๗.๐๐ น.

ลูกกุ้งที่ทำการเพาะเลี้ยงไว้โดยวิธีข้างต้นนี้ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาถึงการเจริญเติบโตของลูกกุ้งวัยอ่อนระยะต่าง ๆ โดยนำมาตรวจวัดขนาดความยาวด้วย Micrometer

๓. <u>การศึกษาถึงสภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน</u>

การเพาะเลี้ยงลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อนระยะต่าง ๆ นั้นกระทำโดยใช้อ่างแก้วสำหรับเลี้ยงปลาขนาด ๑ ฯ ๑ ฯ ๑.๕ ฟุต ซึ่งบรรจุน้ำทะเลธรรมชาติที่ผ่านการกรองด้วยผ้ากรองตาละเอียดก่อนแล้ว น้ำในถังเพาะฟักและในบิกเกอร์ไม่มีการถ่ายเท (Closed circulation system) คงมีการขจัดตะกอนและถ่ายเปลี่ยนน้ำบ้างตามความเหมาะสมโดยไม่มีกำหนดแน่นอน สำหรับการเพิ่มออกซิเจนในน้ำ (Aeration) นั้นต้องกระทำอยู่

ตลอดเวลา ยกเว้นชุดที่ทดลองเพาะเลี้ยงในบิกเกอร์ซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอแล้ว

การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมนี้ อาทิยการตรวจวัดอุณหภูมิ, ความเค็ม (Salinity) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเป็นหลักเบื้องต้น

ผลการทดลองศึกษา

เมื่อนำแม่กุ้งตะกาด, Metapenaeus ensis, ซึ่งมีรังไข่เจริญเต็มที่จากบ่อเพาะเลี้ยงมาแยกไว้ในอ่างเพาะฟักนั้น แม่กุ้งจะเริ่มวางไข่ในตอนกลางคืน เวลาที่วางไข่นั้นอาจแตกต่างกันไปตามชนิดและระยะเวลา ดังที่ Hudinaga (1942) เคยรายงานถึงการวางไข่ของกุ้ง Peneaus japonicus ไว้ว่า จะวางไข่ในระหว่างเวลา ๒๐.๐๐ น. ในระหว่างเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนกรกฎาคม และเปลี่ยนเป็นเวลา ๒๔.๐๐ - ๐๔.๐๐ น. ในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน เป็นต้น และการวางไข่นี้ แม่กุ้งอาจจะไม่วางไข่ทีเดียวทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อม แม่กุ้งจะหยุดวางไข่ทันที (Hudinaga, ibid.)

ไข่กุ้งที่เกิดจะค่อยจมลงสู่ก้นล่างเพาะฟัก อันเป็นลักษณะประจำของกุ้งจำพวก Penceid คือ เป็นไข่ประเภท Demersal แต่หากมีการรบกวนเกิดขึ้นก็จะลอยขึ้นเบื้องบนได้ง่าย เพราะมี Porivitelline space กว้าง ทำให้ลอยตัวได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้พบไข่กุ้งปะปนอยู่ในตัวอย่างแพลงค์ตอนที่จากได้ด้วย (Menon, 1952; Renfro & Cook, 1962)

ไข่กุ้งที่เกิดจะฟักออกเป็นตัวอ่อนระยะ Nauplius ขั้นที่หนึ่ง (Nauplius I) ภายในเวลา ๔ - ๑๓ ชั่วโมงหลังจากการวางไข่และจะเจริญเติบโตต่อไปจนถึงระยะ Post larva ขั้นที่หนึ่ง ภายในเวลา ๑๕ วัน ดังรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาในการเจริญเติบโตผ่านขั้นวัยอ่อนต่าง ๆ ในตารางที่ ๑

ตารางที่ 1

การเจริญเติบโตของลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อนระยะต่าง ๆ

ระยะวัยอ่อนขั้นต่าง ๆ Substage	ระยะเวลาภายหลังการวางไข่ (วัน) Days after spawning
Nauplius I	½
Nauplius II	¾
Nauplius III	1
Nauplius IV	1 ½
Nauplius V	2
Nauplius VI	2 ½
Protozoea I	4
Protozoea II	5
Protozoea III	7
Zoea (Mysis) I	9
Zoea (Mysis) II	11
Zoea (Mysis) III	12
Post larva I	15

I. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อนในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตเบื้องต้น

๑. ระยะไข่ (Egg stage)

ไข่ของกุ้งตะกาดที่พบในการทดลองนี้ มี ๒ แบบคือ แบบไข่ปรกติ (Normal eggs) และไข่ที่ไม่สมบูรณ์ (Abnormal eggs)

๑.๑ ไข่ปรกติ (รูปที่ ๔) เป็นไข่ที่ยังละลายตัวเป็นตัวอ่อนต่อไป มีรูปกลม, สีเหลืองอ่อนแกมเขียว, ใส (Translucent) และมีขนาดผ่าศูนย์กลางระหว่าง ๐.๒๒-๐.๒๔ มม. (วัดจากไข่จำนวน ๑๐๐ ฟอง) ซึ่งเล็กกว่าไข่กุ้งในสกุล Metapenaeus อีก ๒ ชนิด คือ M. dlobsoni, Miers (๐.๒๔ - ๐.๒๘ มม.) และ M. stebbingi (๐.๒๖ - ๐.๒๗ มม.) ตามรายงานของ Menon 1952 ภายในไข่ปรกตินี้จะมีตัวอ่อนระยะ Nauplius ซึ่งมีเยื่อ Embryonic membrane หุ้มอยู่ ส่วนผนังไข่ (Egg membrane) นั้นบางและใส่ค่อนข้าง (Transparent) ระหว่างผนังไข่และเยื่อหุ้มตัวอ่อนมีช่องว่างซึ่งเรียกว่า Perivitelline space (Pearson, 1939) ซึ่งมีขนาดกว้างประมาณ 2 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ อันจัดว่ากว้าง เมื่อเปรียบกับช่องว่างระหว่างผิวไข่ของ Penaeus japonicus (Hudinaga, 1942) แต่มีขนาดใกล้เคียงกับช่องว่างระหว่างผิวไข่ของ M. burkenroadi, M. barbata และ Trachypenaeus curvirostris ซึ่งได้ทดลองเลี้ยงไว้พร้อมกัน

การแบ่งเซลล์ของตัวอ่อนขั้นแรกในไข่ปรกตินี้จะเกิดขึ้นเร็วมาก Hudinaga (ibid.) ได้รายงานไว้ว่า ในไข่กุ้งจำพวก P. japonicus นั้นจะเกิดการแบ่งเซลล์ครั้งแรกภายในเวลาเพียง ๒ - ๓ นาทีหลังจากการวางไข่เท่านั้น

๑.๒ ไข่ชนิดไม่สมบูรณ์ (Abnormal eggs) ไข่ประเภทนี้มีขนาดเล็กกว่าไข่ปรกติเล็กน้อย มีสีคล้ำและทึบแสง ไข่แดงกระจายทั่วไปภายในไข่และไม่มีการแบ่งเซลล์ เปลือกหุ้มตัวอ่อนเห็นไม่ชัด ไข่ประเภทนี้จะไม่เจริญต่อไปเป็นตัวอ่อน (รูปที่ ๗)

๒. ระยะ Nauplius ขั้นที่หนึ่ง (Nauplius I)

ลูกกุ้งที่ฟักออกจากไข่จะเป็นตัวอ่อนในระยะ Nauplius I ภายในเวลา ๑-๒ ชั่วโมง หรือประมาณ ๒ วันหลังจากการวางไข่

๒.๑ ลักษณะของ Nauplius I :

รูปร่างคล้ายลูกแพร์ มีส่วนหัวใหญ่กว่าทางลาง (รูปที่ ๖) ทางด้านบนหรือด้านล่างจะเว้าเป็นรูปรี, สีเหลืองปนน้ำตาล, ทึบแสง, มีระยางค์ ๓ คู่, คู่แรกเรียกว่า Antenna คู่ที่หนึ่งเป็นแบบ Uniramous คือมีทางด้านเดียว (รูปที่ ๘) คู่ที่สองเรียกว่า Antenna คู่ที่สองเป็นแบบ Biramous ประกอบด้วย Endopodite และ Exopodite มีขนาดยาวเท่ากับคู่ที่หนึ่ง (รูปที่ ๘) คู่ที่สามเรียกว่า Mandible มีขนาดสั้นกว่าสองคู่แรก และเป็นแบบ Biramous ประกอบด้วย Endopodite และ Exopodite เช่นกัน (รูปที่ ๘) ระยางค์ทั้งสามคู่นี้ยังไม่มีการแบ่งตัวเป็นข้อ ๆ Setae แบบธรรมดา คือยังไม่เป็น Plumose

ที่จุดกึ่งกลางระหว่างโคนระยางค์คู่ที่หนึ่งทางด้านล่างของลำตัว มี Nauplial eye ๑ ดวง มีสีแดงเข้ม

ส่วนหัวทางด้านล่าง มี Labrum ยื่นออกมา แต่ยังไม่เห็น Labrium

ท้ายตัวส่วนปลายมี Caudal spine ๑ คู่ (รูปที่ ๑๐)

๒.๒ ขนาด

ลำตัว : ความยาว ๐.๑๗ - ๐.๒๔ มม.

ความกว้าง ๐.๑๖ - ๐.๑๙ มม.

Antenna	คู่แรก ยาวประมาณ	๐.๑๗ - ๐.๒๐	มม.
Antenna	คู่ที่สอง "	๐.๑๘ - ๐.๒๑	มม.
Mandible	"	๐.๐๙ - ๐.๑๑	มม.
Caudal spine	"	๐.๐๖	มม.

๖.๓ การจัดตำแหน่งของขน (Setae) บนระยางค์ (Setation of Appendages)

Antenna คู่ที่หนึ่ง มีขน ๘ เส้นตอนปลายสุด ขนาดยาว ๒ เส้นและสั้น ๑ เส้น ทางด้านนอกมีขนขนาดยาวปานกลาง ๑ เส้น และทางด้านในมีขนสั้น ๆ ๒ เส้น (ดูรูปที่ ๘)

Antenna คู่ที่สอง Endopod ทางปลายสุดมีขนขนาดยาว ๒ เส้น ด้านในมีขนสั้น ๓ เส้น ส่วน Exopod มีขนยาว ๒ เส้นตอนปลาย และอีก ๓ เส้นทางด้านใน (ดูรูปที่ ๘)

Mandible : มีขนอยู่ตอนปลาย Endopod และ Exopod แห่งละ ๓ เส้น

๗. ระยะ Nauplius ขั้นที่สอง (Nauplius II)

ลูกกุ้งวัยอ่อนขั้นนี้ไม่มีตัวอย่างสำหรับทำการศึกษา

๘. ระยะ Nauplius ขั้นที่สาม (Nauplius III)

๘.๑ ลักษณะของ Nauplius III (รูปที่ ๑๑)

ลำตัวเริ่มยาวกว่าขั้นแรก และเริ่มมีระยางค์ขึ้นใหม่ ๔ คู่ ทางด้านล่างของลำตัว ระยางค์ทั้งสี่คู่แบ่งออกเป็น Maxilla I, Maxilla II, Maxilliped I และ Maxilliped II สำหรับระยางค์ที่อยู่เดิมนั้นเกิดลักษณะเปลี่ยนแปลง คือ ขนเส้นหนึ่งตรงปลายสุดของ Exopod ของ Antenna II แยกออกเป็น ๒ แฉก (Bifurcate)

และ Protopod ของ Antenna II แบ่งออกเป็น ๒ ปล้อง, ขอบระยางค์ต่าง ๆ มีลักษณะเป็นแบบ Plumose โคนของ Mandible เริ่มโป่งออก และมี Caudal spine ๑ คู่ (รูปที่ ๑๕)

๔.๖ ขนาด :

ลำตัว	ยาวประมาณ	๐.๗๖ - ๐.๘๕	มม.
	กว้างประมาณ	๐.๑๖	มม.
Antenna	คู่ที่หนึ่ง ยาวประมาณ	๐.๑๙ - ๐.๒๐	มม.
Antenna	คู่ที่สอง "	๐.๑๘ - ๐.๑๙	มม.
Mandible	"	๐.๑๑	มม.
Caudal spine	"	๐.๑๔	มม.

๔.๗ การขัดตัวของขนบนระยางค์

Antenna I : ทางปลายสุดมีขน ๘ เส้นแต่เดิม แต่ในด้านนอกหายไป ส่วนด้านในมีขนาดกลางเพิ่มขึ้น ๑ เส้น (รูปที่ ๑๐)

Antenna II : Endopod ตรงปลายสุดมีขนยาว ๒ เส้น ทางด้านในมีขนสั้น ๆ ๒ เส้นและขนาดกลางอีก ๑ เส้น ส่วน Exopod มีขนยาว ๒ เส้นและขนขนาดปานกลาง ๑ เส้นในกลุ่มปลายด้านในมียาว ๔ เส้น (รูปที่ ๑๓)

Mandible : คงเหมือนกับระยะ Nauplius I

๕. ระยะ Nauplius ขั้นที่สี่ (Nauplius IV)

๕.๑ ลักษณะของ Nauplius IV (รูปที่ ๑๖)

ลำตัวยาวขึ้น, ระยางค์ที่เกิดใหม่ทั้งสี่คู่ในขั้นที่สามนั้นเริ่มเห็นชัดขึ้นและมีลักษณะเป็น Birramus, Exopod ของ Antenna II แบ่งเป็นปล้อง ๆ, ส่วนโคนของ Mandible พองออกจนเห็นได้ชัด และมี Caudal spine เพิ่มขึ้นเป็น ๔ คู่

๕.๒ ขนาด :

ลำตัว	ยาวประมาณ	๐.๑๐ - ๐.๑๕	มม.
	กว้างประมาณ	๐.๐๗	มม.
Antenna I	ยาวประมาณ	๐.๑๔ - ๐.๒๐	มม.
Antenna II	"	๐.๑๔ - ๐.๑๙	มม.
Caudal spine	"	๐.๑๔ - ๐.๑๙	มม.

๕.๓ การจัดตัวของขนบนระยางค์

Antenna I : ส่วนปลายสุดคงมีขนขนาดยาว ๖ เส้น และขนาดกลาง ๑ เส้นเท่าเดิม แต่ด้านนอกมีขนสั้น ๑ เส้น และด้านในเหลือขนขนาดกลาง ๒ เส้น (รูปที่ ๑๗)

Antenna II : Endopod มีขนยาว ๓ เส้น และขนสั้น ๑ เส้นอยู่ตรงปลาย ซึ่งเพิ่มขึ้นจากขั้นที่สาม ๑ เส้น ส่วนด้านในมีขนสั้น ๒ เส้น สำหรับขนขนาดกลางที่มีอยู่ในขั้น Nauplius III นั้นหายไป

Exopod มีขนขนาดยาวเพิ่มขึ้นอีก ๑ เส้นตรงปลาย จึงรวมเป็นขนขนาดยาว ๓ เส้นกับขนาดกลาง ๑ เส้น ส่วนด้านในนั้นคงมีขนยาว ๔ เส้นเท่าเดิม (รูปที่ ๑๘)

Mandible : ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

๖. ระยะ Nauplius ขั้นที่ห้า (Nauplius V)

๖.๑ ลักษณะของ Nauplius V (รูปที่ ๑๐,๒๑)

ลักษณะเด่นของลูกกุ้งวัยอ่อนขั้นนี้คือ เริ่มมี Carapace เกิดขึ้นทางด้านหลังของลำตัว, ระยางค์บนส่วนท้องเห็นชัดมาก, Caudal spine เพิ่มจำนวนขึ้นอีก ๑ คู่ (รูปที่ ๒๔), ส่วนโคนของ Antenna I เริ่มมีการแบ่งเป็นปล้องแต่ยังเห็นได้ชัด, และส่วนโคนของ Mandible ที่พบออกมีลักษณะกลม

๖.๒ ขนาด :

ลำตัว	ยาวประมาณ	๐.๓๐ - ๐.๓๕	มม.
	กว้างประมาณ	๐.๑๖	มม.
Antenna I	ยาวประมาณ	๐.๒๕ - ๐.๒๘	มม.
Antenna II	"	๐.๑๕ - ๐.๑๗	มม.
Mandible	"	๐.๑๓	มม.
Caudal spine	"	๐.๐๕ - ๐.๐๔	มม.

๖.๓ การจัดตัวของขนระยางค์

Antenna I : ส่วนปลายสุดมีขนยาว ๒ เส้น และขนขนาดกลาง ๒ เส้น (ซึ่งเพิ่มจากที่มีอยู่เดิม ๑ เส้น) ด้านในและด้านนอกมีขนขนาดกลางเพิ่มขึ้นด้านละ ๑ เส้น (รูปที่ ๒๑)

Antenna II : Endopod ส่วนปลาย ประกอบด้วยขนยาว ๓ เส้น, สั้น ๒ เส้น ด้านในมีขนสั้น ๒ เส้น ส่วน Exopod นั้นด้านในมีขนสั้นเพิ่มขึ้น ๑ เส้น (รูปที่ ๒๓)

Mandible : ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

๗. ระยะ Nauplius ขั้นที่หก (Nauplius VI)

๗.๑ ลักษณะของ Nauplius VI (รูปที่ ๖๖)

ลักษณะเด่นของลูกกุ้งขั้นนี้ คือ มี Carapace คลุมส่วนหลังด้านหัว, มีความยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวลำตัว, ระยางที่เกิดใหม่บนส่วนของตั้งตูดูเจริญมากขึ้น, ส่วนโคนของ Antenna I แบ่งออกเป็น ๕ ปล้อง และ Caudal spines มี ๑ คู่ (รูปที่ ๖๗)

๗.๒ ขนาด :

ลำตัว	ยาวประมาณ	๐.๓๙	มม.
	กว้างประมาณ	๐.๑๘	มม.
Antenna I	ยาวประมาณ	๐.๒๓	มม.
Antenna II	"	๐.๒๐	มม.
Mandible	"	๐.๑๓	มม.
Caudal spine	"	๐.๑๐	มม.

๗.๓ การจัดตัวของขนและยางค์

Antenna I : ส่วนปลายสุดมีขนขนาดกลางเพิ่มขึ้น ๑ เส้น ด้านนอกมี ๒ เส้น และด้านในมีขนขนาดสั้น ๑ เส้น (รูปที่ ๖๗ ก.)

Antenna II : Endopod มีขนยาว ๗ เส้น และขนขนาดกลาง ๑ เส้น ส่วนปลายสุด ด้านในมีขน ๒ เส้น ส่วน Exopod คงเหมือนเดิม (รูปที่ ๖๗)

Mandible : ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ ๖๘)

001785

๔. ระยะ Protozoea ขั้นที่หนึ่ง (Protozoea I)

๔.๑ ลักษณะของ Protozoea I (รูปที่ ๓๐)

ตัวอ่อนของกุ้งตะกาดในขั้นนี้จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากระยะ Nauplius คือ มีคำหัวที่แบ่งออกได้เป็นส่วนหัวและส่วนอก บริเวณส่วนหัวนี้มี Carapace ปกคลุมตลอดไปถึงบริเวณคำหัวปล้องที่สอง (2nd thoracic somite) อันจะเป็นส่วนอก (Thoracic segment) ต่อมา Somite ส่วนคำหัวที่เหลืออีก ๔ ปล้องนั้นจะเจริญต่อไปเป็นส่วนท้อง, Nauplial eye (หรือ Ocellus) นั้นยังคงมีอยู่ แต่จะเกิดมีตาประกอบ (Compound eyes) ชนิดไม่มีก้าน (Stalk) ขึ้นด้วย, ระยางค์ส่วนหัวทั้งสามคู่ คือ Antenna I & II และ Mandible ซึ่งใช้เป็นระยางค์ว่ายน้ำในขั้น Nauplius นั้น จะเปลี่ยนไปทำหน้าที่เกี่ยวกับการกินอาหารในขั้น Protozoea นี้ โดย Endopod และ Exopod ของ Mandible จะหดหายไป และระยางค์ที่เกิดใหม่บนส่วนท้องในขั้น Nauplius ทั้งสี่คู่จะเจริญขึ้นเป็น Maxillae I & II และ Maxillipeds I & II ระยางค์ที่เรียกว่า Maxillipeds ทั้งคู่นี้จะทำหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำ และโดยแต่ละคู่ที่ตัวอ่อนระยะนี้คำตัวมาขึ้น การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนในน้ำจึงจำกัด (Hudinaga, 1942)

ตัวอ่อนในขั้นนี้จะมีลักษณะใส (Translucent) ในบริเวณคำหัวส่วนหัว และ Antenna II ส่วนหางนั้นมีสีเหลืองปนน้ำตาล และขึ้นบริเวณกลางหลังปล้องของส่วนคำตัว จะมีจุดสีแดงกระจายอยู่ทั่วไป

ส่วนหาง (Telson) ตรงปลายนั้นจะแบ่งออกเป็น ๒ แฉก (lobe) คำนี้มีลักษณะเป็นหางแบบส้อม (Forked tail) ซึ่งลักษณะของแฉกของหางนี้ในการจำแนกชนิดถูกกุ้งได้ด้วย (Pearson, 1939), Telson spines

กงมีจำนวน ๗ คู่ เท่ากับในระยะ Nauplius VI (รูปที่ ๓๔) และเป็นแบบ
สังเกตว่าส่วนหางกับส่วนท้องยังไม่ได้แยกจากกันอย่างชัดเจน

๔.๑ ขนาด :

ความยาว	ยาวประมาณ	๐.๖๘ - ๐.๗๖	มม.
Carapace		๐.๔๑ - ๐.๔๖	มม.

๔.๒ การจัดตำแหน่งของขนในระยางต่าง ๆ ของ Protozoea I :

ตัวอ่อนในขั้น Protozoea I นี้จะมีระยางจำนวน ๗ คู่ ซึ่งมีลักษณะต่างกัน
ดังนี้

๔.๒.๑ Antenna I เป็นระยางคู่ยาวที่สุด แบ่งได้เป็น ๓ ส่วนใหญ่ ๆ คือ
ส่วนโคนประกอบด้วยปล้องเล็ก ๆ ๕ ปล้อง ซึ่งมีขนสั้น ๑ เส้น, ส่วนกลาง
ประกอบด้วยขน ๓ เส้น อยู่ทางด้านใน และอีก ๑ เส้นอยู่ทางด้านนอก รวม-
เป็น ๔ เส้น, และส่วนปลายซึ่งมีขนขนาดยาว ๒ เส้นกับขนขนาดกลาง ๑
เส้นอยู่ตอนปลาย และมีอีก ๑ เส้นอยู่ทางด้านใน (รูปที่ ๓๘ ก.)

๔.๒.๒ Antenna II ประกอบด้วย Protopod, Endopod และ Exopod
(รูปที่ ๓๘ ข.)

๔.๒.๒.๑ Protopod แบ่งเป็น ๒ ปล้อง มีขน ๑ เส้น

๔.๒.๒.๒ Endopod แบ่งเป็น ๓ ส่วน ๆ โคนมีขน ๔ เส้น กับส่วนปลาย ซึ่งมี
ขนขนาดยาว ๔ เส้น และขนาดปานกลาง ๑ เส้น รวมเป็น ๕
เส้นอยู่ตรงปลายสุด

๔.๒.๒.๓ Exopod มีขน ๑๐ เส้น อยู่ตรงปลายและอยู่ด้านใน และอีก ๑
เส้นอยู่ด้านนอก

๔.๓๓ Mandible ไม่มี Exopod และ Endopod หากแต่เป็นแผ่นอยู่ที่ส่วนปลาย ซึ่งใช้ในการเคี้ยวอาหาร (รูปที่ ๓๖)

๔.๓๔ Maxilla I ประกอบด้วย Protopod, Endopod และ Exopod เช่นเดียวกับ Antenna II หากแต่มีลักษณะแตกต่างกัน (รูปที่ ๓๖) คือ

๔.๓๔๑ Protopod ไม่แบ่งเป็นปล้อง แต่แบ่งเป็น ๖ lobe ใหญ่ ๆ ซึ่งแต่ละ lobe มี spine ที่มีลักษณะคล้ายฟันอยู่เป็นจำนวนมาก

๔.๓๔๒ Endopod แบ่งเป็น ๓ ปล้อง ๆ ที่หนึ่งมีขน ๓ เส้น, ปล้องที่สองมี ๓ เส้น และปล้องสุดท้ายมีขน ๔ เส้น

๔.๓๔๓ Exopod มีลักษณะเป็นปุ่ม ซึ่งมีขนขนาดยาวอยู่ ๔ เส้น

๔.๓๕ Maxilla II ประกอบด้วย Protopod, Endopod และ Exopod เช่นเดียวกัน (รูปที่ ๓๗)

๔.๓๕๑ Protopod ไม่แบ่งเป็นปล้อง แต่แบ่งเป็น ๔ lobe ซึ่งมีขนเป็นจำนวนมากอยู่บนขอบด้านในของแต่ละ lobe

๔.๓๕๒ Endopod แบ่งเป็น ๔ ปล้อง ๆ ที่หนึ่งและสองมีขนปล้องละ ๓ เส้น, ปล้องที่สามและสี่มีขนปล้องละ ๔ เส้น ส่วนปล้องที่ห้าอันเป็นปล้องสุดท้ายมีขน ๓ เส้น

๔.๓๕๓ Exopod มีลักษณะเป็นปุ่มเล็ก ๆ ซึ่งมีขนยาว ๔ เส้น

๔.๓๖ Maxilliped I เจริญเต็มที่มีลักษณะเป็น Biramous ซึ่งแบ่งได้เป็น ๓ ส่วน คือ Protopod, Endopod และ Exopod เช่นกัน (รูปที่ ๓๘ ก.)

๔.๓๖๑ Protopod แบ่งออกเป็น ๒ ปล้อง ซึ่งมีขนจำนวน ๑๑ - ๑๖ เส้นเรียงอยู่ตามขอบด้านใน

๔.๓๖ Endopod แบ่งเป็น ๔ ปล้อง ๆ แรกมีขน ๓ เส้น, ปล้องที่สองมี ๑ เส้น, ปล้องที่สามมี ๒ เส้น และปล้องสุดท้ายมี ๓ เส้น

๔.๓๗ Exopod มีขน ๗ -๘ เส้น

๔.๓๘ Maxilliped II ประกอบด้วย ๓ ส่วนเช่นกัน (รูปที่ ๓๔ ง.) คือ

๔.๓๙ Protopod แบ่งเป็น ๒ ปล้องซึ่งมีขน ๒ เส้นบนขอบด้านใน

๔.๓๙ Endopod แบ่งเป็น ๔ ปล้องซึ่งปล้องที่หนึ่งและสามมีขนปล้องละ ๑ เส้น ปล้องที่สองมี ๑ เส้นและปล้องที่สี่มี ๔ เส้น

๔.๓๙ Exopod ไม่แบ่งเป็นปล้อง แต่มีขน ๒ เส้นโคนอยู่ตรงปลายสุด ๑ เส้น และที่ด้านข้างอีก ๔ เส้น

๕. ระยะ Protozoea ขั้นที่สอง (Protozoea II)

๕.๑ ลักษณะของ Protozoea II :

ลักษณะเด่นของตัวอ่อนขั้นนี้ คือการเกิดมีตาประกอบชนิดมีก้าน (Stalked compound eyes) ขึ้น ส่วน Nauplial eye หายไป, เริ่มมีกรี (Rostrum) เกิดขึ้น, เริ่มมี Maxilliped III เจริญขึ้นแต่ยังไม่เห็นชัดเท่าไรนัก เป็นเพียงตุ่มอ่างเล็กตรงลด ซึ่งเริ่มระบางที่จะใช้เป็นขาเดินเกิดขึ้นเป็นปุ่มเล็ก ๆ ส่วนส่วนท้องเริ่มแบ่งเป็นปล้องเห็นได้ชัด สำหรับ Telson spine ยังคงมีจำนวนเท่ากับในระยะแรก คือ มี ๘ คู่ (รูปที่ ๓๗)

๕.๒ ขนาด :

ลำตัว	ความยาวเฉลี่ย	๑.๓๑ - ๑.๘๖ มม.
Carapace	"	๐.๕๑ - ๐.๖๗ มม.

๙.๓ การจัดตัวของขนระยางค่าง ๆของ Protozoea II;

ระยางค่าง ๆ ของ Protozoea II นี้จะมีความแตกต่างกับระยะก่อนนี้บ้างเล็กน้อยดังนี้

๙.๓๑ Antenna I มีขนเพิ่มขึ้น ๑ เส้นที่ปลายสุด (รูปที่ ๓๘ ก.)

๙.๓๒ Antenna II เหมือนกับระยะแรก (รูปที่ ๓๘ ข.)

๙.๓๓ Mandible คล้ายคลึงกับระยะแรก (รูปที่ ๔๐)

๙.๓๔ Maxilla I เหมือนกับระยะแรก (รูปที่ ๓๙ ก.)

๙.๓๕ Maxilla II มีขนเพิ่มมากขึ้นที่ขอบของ Protopod (รูปที่ ๓๙ ข.)

๙.๓๖ Maxillipod I มีขนเพิ่มขึ้น ๓ เส้นที่ด้านข้างของ Protopod เท่าเดียวกับที่ Endopod (รูปที่ ๔๐ ก.)

๙.๓๗ Maxilliped II มีขนเพิ่มขึ้น ๖ เส้นที่ด้านข้างของ Protopod (รูปที่ ๔๐ ข.)

๑๐. ระยะ Protozoea ขั้นที่สาม (Protozoea III)

๑๐.๑ ลักษณะของ Protozoea III :

ลักษณะเด่นของกุ้งนี้ก็คือ มี Uropod ซึ่งเป็น Biramous, ส่วนท้องแยกจากส่วนหรางกรอบเห็นได้ชัดเจน, ระยางค่าเกิดใหม่ด้านข้างของหรางกรอบเริ่มมองเห็นได้ชัด, ส่วนด้านหลังของส่วนท้อง ๕ ปล้องแรกนั้นเริ่มเกิดมี spine ขึ้นสำหรับส่วนท้องปล้องที่หกนั้นยังเกิดมี spine ยางด้านข้างมีจำ ๑ คู่กลาย, เช่นเดียวกับบางส่วนหัวซึ่งเกิดมี Supraorbital spine ทางด้านหน้าของ Carapace มีขนาดยาวขึ้นกว่าระยะก่อน, Maxilliped III เริ่มเจริญมากขึ้น (รูปที่ ๔๑)

๑๐.๖ ขนาด : ความยาวตัว ๖.๐ – ๘.๖ มม.

ความยาวของ Carapace ๐.๖ มม.

๑๐.๗ การจัดตัวของขนบนระยางต่าง ๆ ของ Protozoea III :

๑๐.๗๑ Antenna I ปล้องเล็ก ๆ ตรงบริเวณโคน (ดู ๘.๓๑) เชื่อมต่อกันเป็นปล้องเดียว และมีขนตรงส่วนโคนนี้ ๑ เส้น ส่วนกลางมี ๓ เส้น และส่วนปลายสุดมี ๖ เส้น (รูปที่ ๔๔)

๑๐.๗๒ Antenna II มีขนเพิ่มขึ้นอีก ๒ เส้นบน Endopod, ส่วนปลาย ๑ เส้น และคาเขาง ๑ เส้น (รูปที่ ๔๕)

๑๐.๗๓ Mandible คล้ายคลึงกับในระยะก่อน (รูปที่ ๔๙)

๑๐.๗๔ Maxilla I มี spine เพิ่มขึ้น ๑ อันบน lobe ส่วนปลาย อีก ๑ อันบน lobe ส่วนกลาง (รูปที่ ๔๖ ก.)

๑๐.๗๕ Maxilla II ส่วน Exopod เริ่มแยกจาก Protopod (รูปที่ ๔๖ ข.)

๑๐.๗๖ Maxilliped I มีขนเพิ่มขึ้นอีก ๒ เส้นบนส่วน Exopod (รูปที่ ๔๗ ก)

๑๐.๗๗ Maxilliped II มีขนเพิ่มขึ้นบน Exopod และ Protopod แห่งละ ๑ เส้น และบน Endopod มีขนเพิ่มขึ้น ๒ เส้น (รูปที่ ๔๗ ข.)

๑๐.๗๘ Maxilliped III แบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือ Protopod, Endopod และ Exopod (รูปที่ ๔๘)

๑๐.๗๘ก Protopod อาจแบ่งเป็นปล้องหรือไม่แบ่ง, ไม่มีขน

๑๐.๗๘ข Endopod แบ่งเป็น ๓ ปล้อง, มีขน ๕ เส้น

๑๐.๓๘ Exopod ไม่แบ่งเป็นปล้อง, มีขน ๓ - ๔ เส้น

๑๐.๓๙ Uropod เป็นแบบ Biramous ยกเว้น Exopod มีขน ๖ - ๗ เส้น และมี ๖ - ๗ เส้นแทน Endopod, ขนเหล่านี้มีขนาดสั้นและอยู่ทางขอบ

๑๑. ระยะ Zoea (หรือ Mysis) ขั้นที่หนึ่ง (Zoea I)

๑๑.๑ ลักษณะของ Zoea I (รูปที่ ๕๐)

หลังจากการลอกคราบของตัวอ่อนระยะ Protozoea III รูปร่างของลูกกุ้งจะเปลี่ยนไปมาก กล่าวคือ มีลำตัวซึ่งแบ่งได้เป็นส่วนหัวกับส่วนท้อง ส่วนตาทั้งสองอยู่กับส่วนหัวอยู่ใต้ Carapace ซึ่งปกคลุมตลอด ตอนปลายส่วนหัวมีหนวดสำหรับส่วนท้องนั้นค่อนข้างยาวและแบ่งเป็น ๖ ปล้อง ๆ ที่ ๑ - ๕ นั้นมีขนาดเท่ากัน แต่ปล้องที่ ๖ นั้นยาวกว่าและมีส่วนแทนหาง (Uropod) ติดอยู่ส่วนปลายหาง (Telson) มี spine ๗ คู่ อยู่บริเวณปลาย ๖ คู่ และด้านข้างอีก ๑ คู่ Telson spine เหล่านี้มีขนเล็ก ๆ ด้วย (รูปที่ ๕๗)

ลูกกุ้งในระยะนี้ยังเดิน (Pereiopod) เจริญมาก และมีตาเจริญดี

๑๑.๒ ขนาด : ความยาวตัว ประมาณ ๑.๑๕ - ๑.๓๐ มม.

ความยาว Carapace ๐.๖๓ มม.

ความยาวของส่วนท้องปล้องสุดท้าย " ๐.๕๓ มม.

๑๑.๓ ระยางค์ต่าง ๆ ของ Zoea I

๑๑.๓๑ Antenna I ประกอบด้วยปล้องใหญ่ ๆ ๓ ปล้อง ปล้องแรกยาวที่สุด มี Stylocerite และ spine ๑ อันอยู่ที่ขอบด้านใน ส่วนปล้องที่สามนั้นตอนปลายแยกเป็น ๒ กิ่งคือ Outer flagellum

ซึ่งมีขน ๔ เส้น และ Inner flagellum ซึ่งสั้นกว่าและมีขน ๑ เส้น ทางด้านข้างและส่วนปลายของแต่ละปล้องมีขนแข็งอยู่มาก (รูปที่ ๔๑ ก.)

๑๑.๑๖ Antenna II (รูปที่ ๔๑ ข.) ประกอบด้วย

๑๑.๑๖๑ Protopod ซึ่งแบ่งเป็น ๒ ปล้อง ไม่มีขน

๑๑.๑๖๒ Endopod ซึ่งไม่แบ่งเป็นปล้อง, มีขน ๔ เส้น

๑๑.๑๖๓ Exopod ไม่แบ่งเป็นปล้อง, มีลักษณะแบนและยาวกว่า ๑๑ เท่า เรียงอยู่ใต้ส่วนล่างและปลายสุด

๑๑.๑๗ Mandible มีแผ่นเล็ก ๆ เกิดขึ้นด้านบนซึ่งจะเจริญต่อไปเป็น Mandibular palp (รูปที่ ๔๗)

๑๑.๑๘ Maxilla I คงมีรูปร่างเหมือนในระยะ Protozoea III เพียงแต่มี spine เพิ่มขึ้นที่ lobe ตอนต้น ๑ อัน ส่วน spine ที่ lobe ตอนล่างนั้นหายไป ๑ อัน (รูปที่ ๔๖)

๑๑.๑๙ Maxilla II รูปร่างเปลี่ยนไปจากระยะก่อนเล็กน้อย โดย Exopod หายไปและขนบน Protopod กับ Exopod มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ ๔๘)

๑๑.๒๐ Maxilliped I มีลักษณะทั่วไปเหมือนกับในระยะ Protozoea III แต่ขนบน Exopod และ Endopod มีจำนวนเพิ่มขึ้น ๑ เส้น (รูปที่ ๔๔)

๑๑.๒๑ Maxilliped II มีรูปร่างยาวกว่าในระยะก่อน, Exopod มี ๔ เส้น ส่วนที่ต่อกับขอบในของ Protopod และทางด้านของ Endopod มีขนขึ้น จำนวนเพิ่มขึ้นเป็น ๑ - ๔ ปล้อง-

ทำหน้าที่ ๑,๑๐ และ ๔ เส้น (รูปที่ ๔๔)

๑๑.๓๔ Maxilliped III เปลี่ยนรูปไปจากระยะก่อนมาก ใหญ่กว่ามากในตัวผู้ และยาวกว่าเดิน ส่วน Protopod แบ่งเป็น ๒ ปล้อง, Endopod มี ๔ ปล้อง แต่ Exopod ไม่แบ่งเป็นปล้องมีขน ๔ เส้น (รูปที่ ๔๖)

๑๑.๓๕ Uropod ประกอบด้วย Protopod ซึ่งไม่แบ่งเป็นปล้อง, ส่วน Endopod และ Exopod มีลักษณะแบน (รูปที่ ๔๗)

๑๑.๓.๑๐ Pereiopod ประกอบด้วย Protopod ซึ่งไม่แบ่งเป็นปล้อง, Endopod สั้น มีขน ๓ เส้น และ Exopod ยาว มีขน ๔ เส้น จากเดิน ๓ คู่แรกมีก้าม (Chelae) อยู่ตอนปลายด้วย (รูปที่ ๔๘)

๑๒. ระยะ Zoea ขั้นที่สอง (Zoea II)

๑๒.๑ ลักษณะของ Zoea II (รูปที่ ๔๙)

ลักษณะเด่นของลูกกุ้งระยะนี้ คือ กรีมีเพิ่ม ๖ คู่ และมี dopatic spine ทางด้านล่างของปล้องของตั้งแต่ปล้องที่ ๑ - ๕ เริ่มมีขาว่ายน้ำ (Pleopod) เกิดขึ้นเป็นปุ่มเล็ก ๆ และขอบท้ายของส่วนหาง (Telson) เปลี่ยนเป็นเส้นตรง (รูปที่ ๔๙)

๑๒.๒ ขนาด : ความยาวทั้งตัว ยาวประมาณ ๑.๙๐ - ๒.๔๐ มม.

ความยาว Carapace " ๐.๙๐ มม.

ความยาวของส่วนของปล้อง ๑ ๐.๖๐ มม.

๑.๓.๓ รยางค์ส่วนต่าง ๆ ของ Zoea II

๑.๓.๓.๑ Antenna I (หรือ Antennule) มี Statocyst เจริญขึ้นมาก ส่วนโคน, ปลายด้านล่างมีจำนวนมากขึ้นกว่าในระยะก่อน (รูปที่ ๖๐)

๑.๓.๓.๒ Antenna II ส่วน Exopod ซึ่งเป็นแผ่นมีขนที่มี spine ที่ขอบด้านข้างสั้นลงมาก ปลายสุดยาวยื่นด้านนอก มีจำนวนขนเพิ่มขึ้นเป็น ๖๐ เส้น ส่วน Endopod แบ่งเป็น ๔ ปล้อง (รูปที่ ๖๑)

๑.๓.๓.๓ Mandible ส่วน Mandibular palp ซึ่งอยู่บนปลายด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าในระยะก่อน (รูปที่ ๖๒)

๑.๓.๓.๔ Maxilla I ส่วน Exopod มีขนาดใหญ่ กว่าระยะก่อน Endopod ปลายสุดมีขนยื่นยาวเป็นพู่ ๔ เส้น (รูปที่ ๖๔ ก.)

๑.๓.๓.๕ Maxilla II ส่วน Exopod มีขนาดใหญ่มาก ปลายมีขน ๒๖ เส้น (รูปที่ ๖๔ ข.)

๑.๓.๓.๖ Maxilliped I ไม่เปลี่ยนแปลง (รูปที่ ๖๔ ค.)

๑.๓.๓.๗ Maxilliped II มีรยางค์ขึ้นที่ Protopod ๗ เส้น ส่วนที่ Endopod มี ๔ เส้น (รูปที่ ๖๕ ก.)

๑.๓.๓.๘ Maxilliped III มีรยางค์ขึ้นที่ Protopod ๑๐ เส้น ส่วนที่ Endopod มี ๔ เส้น (รูปที่ ๖๕ ข.)

๑.๓.๓.๙ Periopod ส่วน Endopod มีการแบ่งปล้องเพิ่มขึ้นเป็น ๓ ปล้อง (รูปที่ ๖๖)

๖๓. ระยะ Zoea ขั้นที่สาม (Zoea III)

๖๓.๑ ลักษณะของ Zoea III (รูปที่ ๔๑)

ลักษณะเด่นของตูลคุงระยะนี้คือ ขาว่ายน้ำแบ่งเป็นสองแฉกแล้ว
(setae) ปรากฏให้เห็นชัดเจนทุกขา

๖๓.๒ ขนาด : ความยาวตัว ยาวที่สุดของ ๑.๔๐ - ๑.๔๖ มม.

ความยาว Carapace " ๐.๗๐ มม.

ความยาวของก้านตา
ข้างหนึ่ง ๆ ๐.๖๔ มม.

๖๓.๓ ระยางค์ต่าง ๆ ของ Zoea III

๖๓.๓๑ Antenna I ก้านเส้นเดียว (รูปที่ ๔๖)

๖๓.๓๒ Antenna II (รูปที่ ๔๗)

๖๓.๓.๑ Exopod ก้านเส้นเดียว ยาวเท่า

๖๓.๓๒ Mandible ส่วน Mandibular palp ยังคงมีขนาดเล็ก ไม่แบ่งเป็น
ข้อ มีหนามที่ปลาย spine (รูปที่ ๔๘)

๖๓.๓๓ Maxilla I ส่วน lobe ยังคงมี spine เช่นเดิม (รูปที่ ๔๙)

๖๓.๓๔ Maxilla II มีขนาดของ Endopod และ Protopod ใกล้เคียงกัน
(รูปที่ ๕๐)

๖๓.๓๕ Maxilliped I ส่วน Protopod มีขนาดเส้นเดียว (รูปที่ ๕๑)

๖๓.๓๖ Maxilliped II เหมือนกับระยะ Zoea II (รูปที่ ๕๒)

๖๓.๓๗ Maxilliped III ส่วน Endopod มีขนาดเล็กลง (รูปที่ ๕๓)

๖๓.๓๘ Pereiopod คู่ที่ ๑ และ ๒ ส่วนก้าม (Chelae) เริ่มยาวขึ้น
(รูปที่ ๕๔ และ ๕๕)

๑๓.๔๐ Pleopod แบ่งเป็นปล้องและมีขน (รูปที่ ๔๐)

๑๓.๔๑ Abdom spine แผ่นหลังปล้องที่ ๕ หายไป (รูปที่ ๔๑)

๑๔. ระยะ Post larva ขั้นที่หนึ่ง (Post larva I)

๑๔.๑ ลักษณะของ Post larva I (รูปที่ ๔๒)

ลูกกุ้งระยะนี้คล้ายกับกุ้งที่โตเต็มที่ (Adult) Carapace ลักษณะคล้ายของ
ของสร้างออกมิด ยกเว้น Hepatic spine เกิดขึ้น กรีขึ้นมีฟัน ๑ ซี่ ตัวใส
สีแดงส่วนหัวและส่วนท้องโคนขางมีจุดสีน้ำตาลเข้ม ๒ จุด

๑๔.๒ ขนาด : ความยาวทั้งตัว ยาวประมาณ ๓.๔๓ - ๓.๖๐ มม.

ความยาว Carapace " ๑.๔๕ - ๑.๔๙ มม.

ความยาวของส่วนท้อง
ปล้องที่ ๖ " ๑.๖๕-๑.๗๖ มม.

๑๔.๓ รยางค์ต่าง ๆ ของ Post larva I

๑๔.๓๑ Antenna I ส่วน Flagellum แบ่งเป็นปล้อง (รูปที่ ๔๓)

๑๔.๓๒ Antenna II ส่วน Endopod ยาวแบ่งเป็น ๔ ปล้อง ๆ ที่ ๑
ยาวที่สุด ขนแปรของ Exopod มี ๑๔ เส้น (รูปที่ ๔๔)

๑๔.๓๓ Mandible ส่วน Mandibular palp ยาวปานกลาง ๒ แบ่งเป็น
๒ ส่วน ๆ ล่างมีขน ๔ เส้น ส่วนบนมี ๔ เส้น (รูปที่ ๔๕)

๑๔.๓๔ Maxilla I ส่วน Endopod มีขนาดเล็ก ๒ เส้น ของปล้องที่ ๑
และ ๓ ส่วนอื่นไม่เปลี่ยนแปลง (รูปที่ ๔๖ ก.)

๑๔.๓๕ Maxilla II ส่วน Endopod ไม่มีขนแต่มีขนาดเล็กยาว
ส่วน Exopod ขยายให้ยาวส่วนยาว มีขนอยู่ที่ปลาย ๑๐
เส้น ส่วน Protopod เล็กมาก และแบ่งเป็น ๒ lobe

มีขนสั้น ๆ อยู่ที่ปลายของแต่ละ lobe (รูปที่ ๔๐ ง.)

๑๘.๑๖ Maxilliped I ส่วน Endopod มีขนาดเล็กลงไม่แบ่งเป็นปล้อง มีขน ๑ เส้นที่ปลายบน Exopod มีขนสั้น ๖ เส้นอยู่ที่ปลาย ๓ เส้นและด้านนอก ๓ เส้น ส่วน Protopod มีขนาดสั้นลง (รูปที่ ๔๑)

๑๘.๑๗ Maxilliped II ส่วนปลายของ Endopod โค้งงอ มีขนอยู่รวมกันที่ปลายมากขึ้นกว่าในระยะ Zoea III ส่วน Protopod ไม่มีขน Exopod เล็กลงกว่าเดิม ที่ปลายมีขน ๔ เส้น (รูปที่ ๔๒)

๑๘.๑๘ Maxilliped III ส่วน Exopod มี ๑ ปล้องแต่ขนาดเล็กกว่าในระยะ Zoea III Endopod แบ่งเป็น ๕ ปล้องแต่ไม่มีขน (รูปที่ ๔๓)

๑๘.๑๙ Pereiopod ๕ คู่แรกมี Exopod เหลืออยู่แต่ขนาดเล็กมาก (รูปที่ ๔๔) ส่วนคู่ที่ ๕ ไม่มีเลย (รูปที่ ๔๕)

๑๘.๒๐ Pleopod แบ่งเป็น ๒ ส่วน ๆ ปลายมีขน ๕ คู่ (รูปที่ ๔๖)

๑๘.๒๑ Telson มี Spines ๓ คู่ อยู่ทางด้านข้างแต่ละอัน ๔ คู่อยู่ปลายสุด (รูปที่ ๔๗)

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลูกกุ้งตะกาดกระทั่งถึงระยะ Post larva I นี้เท่านั้น

สำหรับการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับจำนวนขน (Setae) และ spines ในระยะต่าง ๆ ของลูกกุ้งตะกาดวัยอ่อนตลอดระยะการเจริญเติบโตเรื่องตั้งแต่ Nauplius มาจนถึง Post larval stage ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้นได้รวบรวมเป็นตารางเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ II.

ตารางที่ II. จำนวนขน (setae) และ spines ในระยะต่างๆ ของกุ้ง (L

Stages of Development	Caudal Spines	Number of Setae o							
		Antenna I	Antenna II		Mandible		Maxilla I		
			Ex.[2]	En.[3]	Ex.	En.	ex.	En.	Pro.[4]
Nauplius I	1+1	6	5	5	3	3			
Nauplius II[5]	-	-	-	-	-	-			
Nauplius III	3+3	6	7	5	3	3			
Nauplius IV	5+5	6	8	6	3	3			
Nauplius V	6+6	9	9	7	3	3			
Nauplius VI	7+7	9	9	6	3	3			
Prozoea I	7+7	11	12	10	-	-	4	10	12
Protozoea II	7+7	12	12	10			4	12	10
Protozoea III	7+7	12	12	12			4	10	15
Zoea I	7+7	26	12	5			4	8	14
Zoea II	7+7	35	20	6				7	12
Zoea III	7+7	37	22	1				7	15
Post larva I	7+7	45	24	14				2	13

1.Mxp.= Maxilliped ; 2.Ex.= Exopod ; 3.En.= Endopod ; 4.Pro.= Protopod ;

sis) ปฏิกิริยาการเจริญเติบโต

illa II			Exp. I			Exp.II			Exp.III		
Un.	Pro.	Ex.	Un.	Pro.	Ex.	Un.	Pro.	Ex.	Un.	Pro.
13	33	8	9	16	6	10	6			
9	25	7	12	19	6	10	8			
9	29	9	12	18	7	11	9	3	3	
12	22	7	12	16	4	11	5	5	13	2
7	17	6	12	19	4	11	10	5	13	3
14	8	6	10	21	4	13	14	5	14	2
	11	6	1	19	4	20	2	3	17	2

5. no sample.

II. การศึกษาการเจริญเติบโตของลูกกุ้งระยะต่าง ๆ

จากผลการตรวจวัดขนาดความยาวตัวและอายุระยะต่าง ๆ ของลูกกุ้งวัยอ่อนระยะต่าง ๆ (ตารางที่ III - VI) แสดงให้เห็นว่าในระยะที่เป็น Nauplius นั้น อัตราการเจริญเติบโตยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้อาจเพราะว่าเวลานี้ลูกกุ้งยังอยู่ในระยะที่ยังอ่อนต่อการปรับตัว ระบบการกินและย่อยอาหารยังไม่เจริญดี เพราะอาหารที่กินเข้าไปยังคงมีถุงอาหาร Yolk ที่ติดมาจากไข่อยู่ ส่วนในเรื่องเจริญเติบโตจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Protozoea จะเห็นได้ชัดว่า มี growth rate สูงมาก การเจริญเติบโตจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อในระยะที่เป็น Zoea ซึ่งมีอาหารกินแล้ว (ดูภาพที่) การให้อาหารลูกกุ้งในช่วงระยะนี้จึงเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะการขาดอาหารในระยะนี้ก็จะทำให้ growth rate ต่ำลงและเป็น mortality แต่การให้มากเกินไปก็มีอันตรายต่อลูกกุ้งเช่นกัน เช่น ในกระเพาะอาหารจะมีการสะสมของแก๊สต่าง ๆ ทำให้ท้องบวมและตายในที่สุด

ตารางที่ III. ผลการตรวจวัดขนาดตัวและความยาวของระยางค์ส่วน
ต่าง ๆ ของลูกกุ้งตะกาด (M.ensis) ระยะ Nauplius

State of Development	Nauplius I	Nauplius III	Nauplius IV	Nauplius V	Nauplius VI
อายุ (วัน)	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$
จำนวนตัวอย่าง	12	5	5	5	5
ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.)	0.275	0.338	0.342	0.346	0.39
ความกว้างลำตัวเฉลี่ย (มม.)	0.172	0.16	0.16	0.16	0.16
ความยาวของ Antenna I เฉลี่ย (มม.)	0.181	0.198	0.198	0.196	0.23
ความยาวของ Antenna II เฉลี่ย (มม.)	0.192	0.186	0.184	0.184	0.20
ความยาวของ Mandible เฉลี่ย (มม.)	0.099	0.11	0.11	0.12	0.13
ความยาวของ Caudal spine เฉลี่ย (มม.)	0.18	0.18	0.162	0.162	0.13

ตารางที่ IV. ผลการตรวจวัดขนาดตัวของลูกกุ้งกะกาก (M.eusis) ระยะ Protozoea.

Stage of Development	Protozoea I	Protozoea II	Protozoea III
อายุ (วัน)	4	5	7
จำนวนตัวอย่าง	6	6	6
ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.)	0.726	1.336	2.0
ความกว้างลำตัวเฉลี่ย (มม.)	0.313	0.383	0.46
ความยาวของ Carapace (มม.)	0.411	0.531	0.6
ความยาวของ Telson spine (มม.)	0.33	0.351	0.4

ตารางที่ ๗. ผลการตรวจวัดขนาดตัวของลูกกุ้งตะกาด (M. ensis) ระยะ Zoea (Lysis)

Stage of Development	Zoea I	Zoea II	Zoea III
อายุ (วัน)	9	11	12
จำนวนตัวอย่าง	5	5	5
ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.)	2.17	2.80	2.91
ความยาวของ Carapace เฉลี่ย (มม.)	0.63	0.7	0.79
ความยาวของส่วนท้องปล้องที่ ๖ เฉลี่ย (มม.)	0.53	0.6	0.69

ตารางที่ VI. ผลการตรวจวัดขนาดตัวของลูกกุ้งตะกาด (M.ensis) ระยะ Post larva I

Stage of Development	Post larva I
อายุ (วัน)	15
จำนวนตัวอย่าง	5
ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.)	3.206
ความยาวกระดอง Carapace (มม.)	0.99
ความยาวของส่วนท้องปล้องที่ 6 เฉลี่ย (มม.)	0.713

III. การศึกษาถึงวิธีพิสูจน์สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งวัยอ่อน

ลูกกุ้งวัยอ่อนนั้นประกอบมีความรู้สึกไว (Sensitive) ต่อสภาพแวดล้อมมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการเจริญขั้นต้น คือ ระยะ Nauplius และ Protozoea (Hudinaga & Kittaka, 1967) สภาพแวดล้อมที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง ได้แก่ อุณหภูมิ, ความเค็ม และ pH ของน้ำ ตลอดจนความเข้มและทิศทางของแสงอีกด้วย

จากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นของกรมประมงในขณะทำการทดลองนั้น พบว่า สภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งระยะต่าง ๆ วัยอ่อนนั้น ควรจะประกอบด้วย :-

อุณหภูมิของน้ำในระหว่าง ๒๘.๘ - ๓๑.๖ C

ความเค็มของน้ำ ประมาณ ๓๑.๖‰ ส่วนในพัน (S.)

และ pH ของน้ำ ประมาณ ๘.๐ - ๘.๖

การเปลี่ยนน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงลูกกุ้งในช่วงแรกนั้น โดยปกติควรไม่เกินจากวันละประมาณหนึ่งในสาม ในการระวังเพราะหากให้ลูกกุ้งได้รับการกระทบกระเทือนทำให้มีอัตราการตายสูงขึ้น ในระหว่างเพาะเลี้ยงลูกกุ้งระยะ Nauplius นั้นยังไม่เริ่มให้อาหาร น้ำที่ใช้เลี้ยงจึงยังคงมีสภาพดีอยู่ แต่เมื่อเริ่มให้อาหารจากไดอะตอม, Artemia spp., เนื้อปลา ตลอดจนสาหร่ายสีเขียวซึ่งใช้เป็นอาหารของ Artemia นั้น จะต้องระวังรักษาคุณภาพของน้ำนี้ ไม่ให้เสื่อมลงได้ง่าย ลูกกุ้งให้มาก อาหารที่ให้นั้นควรให้เพียงพอเหมาะ เพราะหากมีมากเกินไปแล้วอาจเกิดปัญหาแห่งความเสื่อมง่าย เช่น ไดอะตอมส่วนเกินนั้นอาจไปเกาะตามระบางเหงือกของลูกกุ้งทำให้การหายใจไม่ได้ หรืออาหารที่เหลือค้างอยู่อาจเกิดการบูดเน่า ทำให้

I16580515

น้ำเขียวได้ เป็นต้น จึงต้องงดให้อาหารที่เตรียมจากไข่แดงต้มก่อน ให้อาหารใหม่ทุกครั้ง

สำหรับแสงนั้นมีผลต่างต่อลูกกุ้ง นอกเหนือไปจากประโยชน์โดยตรงในการกระตุ้นการเจริญของโคลนหรือสาหร่ายสีเขียวที่ใช้เป็นอาหารลูกกุ้งแล้ว Artemia spp. โดยธรรมชาตินั้น ลูกกุ้งระยะ Nauplius จะมุ่งเข้าหาแสงที่มีกำลังเข้มต่ำ (Photopositive) แต่จะหลีกเลี่ยงแสงที่มีกำลังเข้มสูง (Photonegative) เช่นเดียวกับลูกกุ้งในระยะ Zoea หรือ Post larva ถ้ามีแสงจัดเข้ามาลูกกุ้งจะว่ายเข้าหาแสงอยู่ตามขอบตะแกรงเลี้ยง และตายไปในที่สุด ฉะนั้น ในการให้แสงสว่างเลี้ยงกุ้งจึงควรให้แสงทางด้านข้าง

วิจารณ์ผลและสรุป

การเจริญเติบโตเบื้องต้นของลูกกุ้งกะตากที่ได้ศึกษามานี้พอสรุปได้ว่า จากระยะ Nauplius จนถึง Post larva นั้น แบ่งออกได้เป็น ๒๖ ขั้น คือ Nauplius ๖ ขั้น, Protozoea ๓ ขั้น และ Zoea (Mysis) ๗ ขั้น ซึ่งข้อนี้แตกต่างกับระยะการเจริญเบื้องต้นของ Metapenaeus dobsoni ที่ Menon (1952) รายงานไว้ว่า ระยะ Nauplius ถึง Post larva นั้น แบ่งเป็น ๑๙ ขั้น คือ Nauplius ๘ ขั้น, Protozoea ๓ ขั้น และ Zoea ๘ ขั้น ข้อแตกต่างนี้เกิดได้จากเหตุ ๒ ประการ คือ ประการแรกนั้น M. ensis มีระยะการเจริญเติบโตเบื้องต้นมากกว่า M. dobsoni ซึ่งใช้เวลาเพียง ๑๔ - ๑๖ ชั่วโมงก็จะเจริญจากไข่เป็น Protozoea I แต่ M. ensis นั้นใช้เวลาเจริญในระยะ Nauplius (ถึง Protozoea I) นานถึง ๒๖ ชั่วโมง ฉะนั้นการเจริญในระยะ Nauplius นี้จึงมีอยู่มากกว่าที่ Menon พบใน M. dobsoni. สำหรับประการหลัง อาจเกิดจากวิธีกำหนดขั้นของการเจริญต่างกัน ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับ M. ensis นี้ถือตามหลักที่ Hudinaga (1942) ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับ Penaeus japonicus ว่า การลอกคราบของลูกกุ้งแต่ละครั้งนั้นจักเป็นการเจริญเติบโตขึ้น ๑ ขั้น และโดยที่ M. ensis มีการลอกคราบระหว่างเป็น Nauplius ๖ ครั้ง จึงนับว่า การเจริญของลูกกุ้งในระยะ Nauplius มี ๖ ขั้น ซึ่งระยะต่างๆ ของลูกกุ้งขั้นต่าง ๆ ดังที่ได้บรรยายไว้ข้างต้นนั้น จึงแตกต่างกับของ Menon อย่างไรก็ดี ยังอาจเทียบกันได้ว่า ระยะ Nauplius V ของ M. ensis ตรงกับระยะ Nauplius II ของ M. dobsoni และระยะ Nauplius VI ของ M. ensis เท่ากันได้กับระยะ Nauplius III ของ M. dobsoni ตามที่ Menon

ได้เคยรายงานไว้

สำหรับลำดับขั้นในการเจริญเติบโตเป็นตัวของลูกกุ้งชนิดอื่น ๆ นั้น คงแตกต่างกับของ M.ensis บ้างเล็กน้อยเท่านั้น อาทิเช่น Penaeus duorarum มีระยะ Nauplius ๕ ขั้น, Protozoea ๓ ขั้น และ Mysis ๓ ขั้น (Pearson, 1939), Rock shrimp (Sicyonia brevirastris) มีระยะ Nauplius ๕ ขั้น, Protozoea ๓ ขั้น และ Zoea ๒ ขั้น (Cook&Murphy,1965) ทั้งนี้ยกเว้น P.japonicus ซึ่งมีจำนวนขั้นในแต่ละระยะตรงกัน (Hudinaga, 1942).

ข้อแตกต่างเกี่ยวกับจำนวนขั้นในระยะการเจริญเติบโตของลูกกุ้งนี้ Broad (1957) ได้ความเห็นว่า ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่ได้ ลูกกุ้งถ้าได้รับแต่อาหารดี จะมีการลอกคราบขึ้นน้อยครั้ง ด้วยเหตุนี้ อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งจึงเป็นเรื่องสำคัญและต้องพิจารณาให้เหมาะสมทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ตั้งแต่ระยะ Protozoea I ซึ่งลูกกุ้งเริ่มกินอาหารจากภายนอกเป็นระยะที่อ่อนแอที่สุดในการได้อาหาร เพราะอาจไม่มีอาหารที่เหมาะสมแล้ว ลูกกุ้งอาจไม่สามารถลอกคราบขึ้น Protozoea II. จากการทดลองของเขา ได้ระบุอาหารที่เหมาะสำหรับลูกกุ้งขั้นนี้มากที่สุด โดยเฉพาะชนิด Skeletonema costatum, Nitzchia closterium (Hudinaga, 1942) และ Thalassiosira spp. (Cook,1967) การเหาะเลี้ยงไดอะตอมเท่านี้ยังไม่เป็นอาหารของลูกกุ้งระยะ Protozoea จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ต้องคำนึงในการเหาะเลี้ยงกุ้ง สำหรับลูกกุ้งที่เจริญขึ้นถึงขั้น Zoea นั้น จะได้อาหารจำพวก Artemia sp. ซึ่ง Hudinaga & Kittaka (1967) เคยรายงานไว้.

ผลการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกะตากขัดแย้งว่า ในระยะ Nauplius นั้นอัตราการเจริญเติบโตยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำแต่จะเพิ่มสูงมากในระยะ Protozoea และ Zoea ถัดมา แม้ว่าการทดลองครั้งนี้จะยังไม่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตในระยะหลังระยะ Post larva ได้แก่ Kenon (1952) ซึ่งทดลองเลี้ยงลูกกุ้งชนิดเดียวกัน คือ M. dobsoni ได้เขียนรายงานไว้ว่า อัตราการเจริญเติบโตในระยะ Post larva นั้น ลงมีน้ำหนักสูงมาก

เกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตนั้น ผลการทดลองครั้งนี้ได้ข้อมูลว่า ช่วงการทดลองเลี้ยงลูกกุ้งกะตากขัดแย้งนี้ ได้ใช้น้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง ๒๔.๔-๓๐.๖ C ซึ่งจัดว่าเป็นช่วงกว้างแต่เดียวกันกับที่ Hudinaga (1942) ได้ทดลองเลี้ยงตั้งแต่ระยะ Nauplius จนถึง Mysis นั้นเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง ๒๕-๓๔ C ซึ่งแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยปรากฏมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้งวัยอ่อนไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงในแหล่งน้ำ ซึ่งอุณหภูมิค่อนข้างเสถียรตลอดปี สำหรับความเค็มของน้ำที่ใช้เลี้ยงนั้น Hudinaga (ibid.) รายงานว่า ความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง ๒๕-๓๕ ‰ และ ๒๖ - ๓๒ ‰ สำหรับการเจริญของลูกกุ้ง ซึ่งการทดลองเลี้ยงกุ้งกะตากขัดแย้งในน้ำที่มีความเค็ม ๓๐.๖ ‰ นั้น แสดงให้เห็นว่าไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง

ผลการศึกษาและทดลองเลี้ยงลูกกุ้งกะตากขัดแย้งครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงกุ้งกะตากขัดแย้งในช่วงฤดูกาลนั้นเป็นสิ่งที่ควรทำได้ เพราะสามารถเก็บลูกกุ้งวัยอ่อนได้ตามต้องการ ซึ่งเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนลูกกุ้งวัยอ่อนไปได้อย่างเห็นได้ชัด เช่น การเลี้ยงกุ้งกะตาก และ Artemia sp. ที่จะใช้เป็นอาหารของลูกกุ้งเหล่านี้เป็นต้น

รายละเอียดทางด้านชีวนิสัยของลูกกุ้งวัยอ่อนระยะต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการและประสบการณ์ในการเพาะเลี้ยงที่ได้รับจากการศึกษาทดลองครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาทดลองถึงการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลเชิงการค้าเพื่อการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำทะเลของประเทศไทยในอนาคตต่อไป.