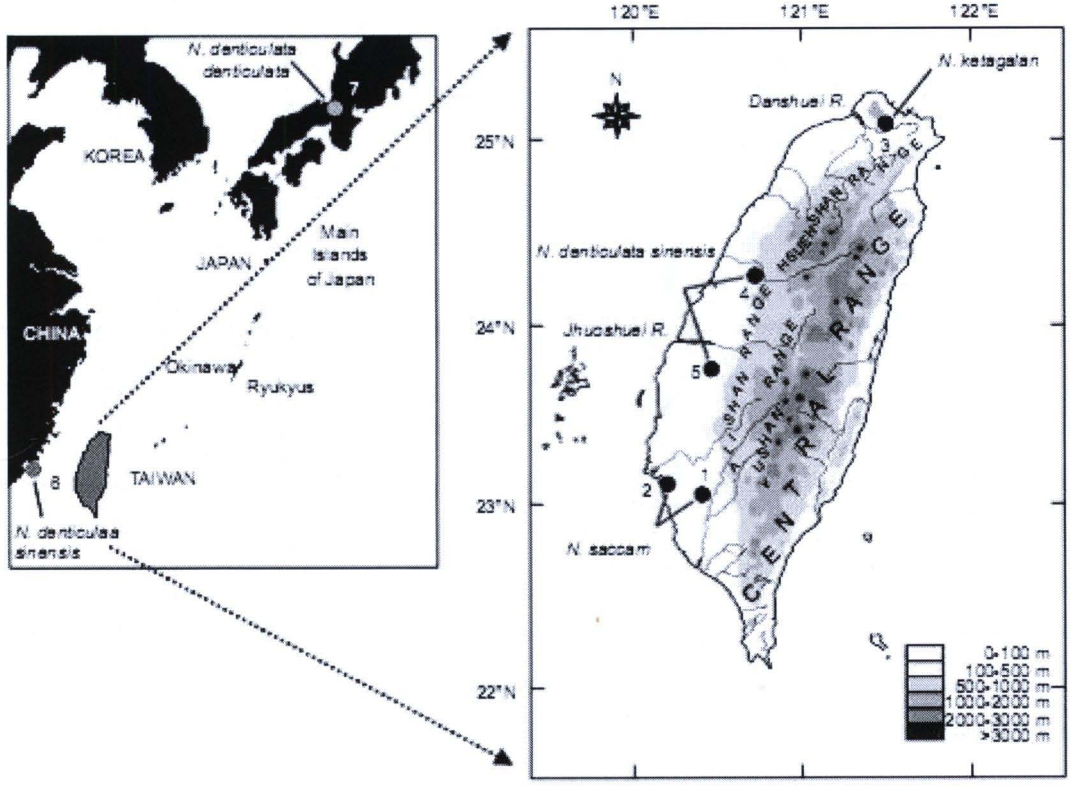
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางชีววิทยาของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina

2.1.1 ถิ่นของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina

จากการศึกษาของ His-Te and Yixiong (2007) พบว่า กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ส่วนใหญ่จะมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศไต้หวัน แต่สามารถพบได้ใน ประเทศรัสเซีย, ประเทศเกาหลี, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศจีน และ ประเทศเวียดนาม กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina จะมีความแตกต่างกับกุ้งในกลุ่มของ Caridina และ Macrobrachium ซึ่งจะมีความแตกต่างในเรื่องของ การพัฒนาของตัวอ่อน, ขนาดของไข่ โดยกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina จะมีขนาดของไข่ใหญ่กว่า และ กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ที่มีการค้นพบจะอยู่ในที่ตั้งที่มีลักษณะเป็น เกาะ ในเอกสารที่มีการค้นคว้าพบว่า กุ้งแคระที่อยู่ในครอบครัวของ Atyidae มีการค้นพบทั้งหมด 26 สายพันธุ์ และ มีอีก 5 สายพันธุ์ที่พึ่งมีการค้นพบใหม่ในประเทศไต้หวัน ในประเทศไต้หวันสามารถที่จะพบกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ได้ทั่วประเทศไต้หวัน แต่พบมากในทางตะวันตกเฉียงใต้ และ ทางเหนือ ของประเทศไต้หวัน สายพันธุ์ที่มีการพบมากที่สุดในประเทศไต้หวันคือ กุ้งแคระ *Neocaridina denticulate*



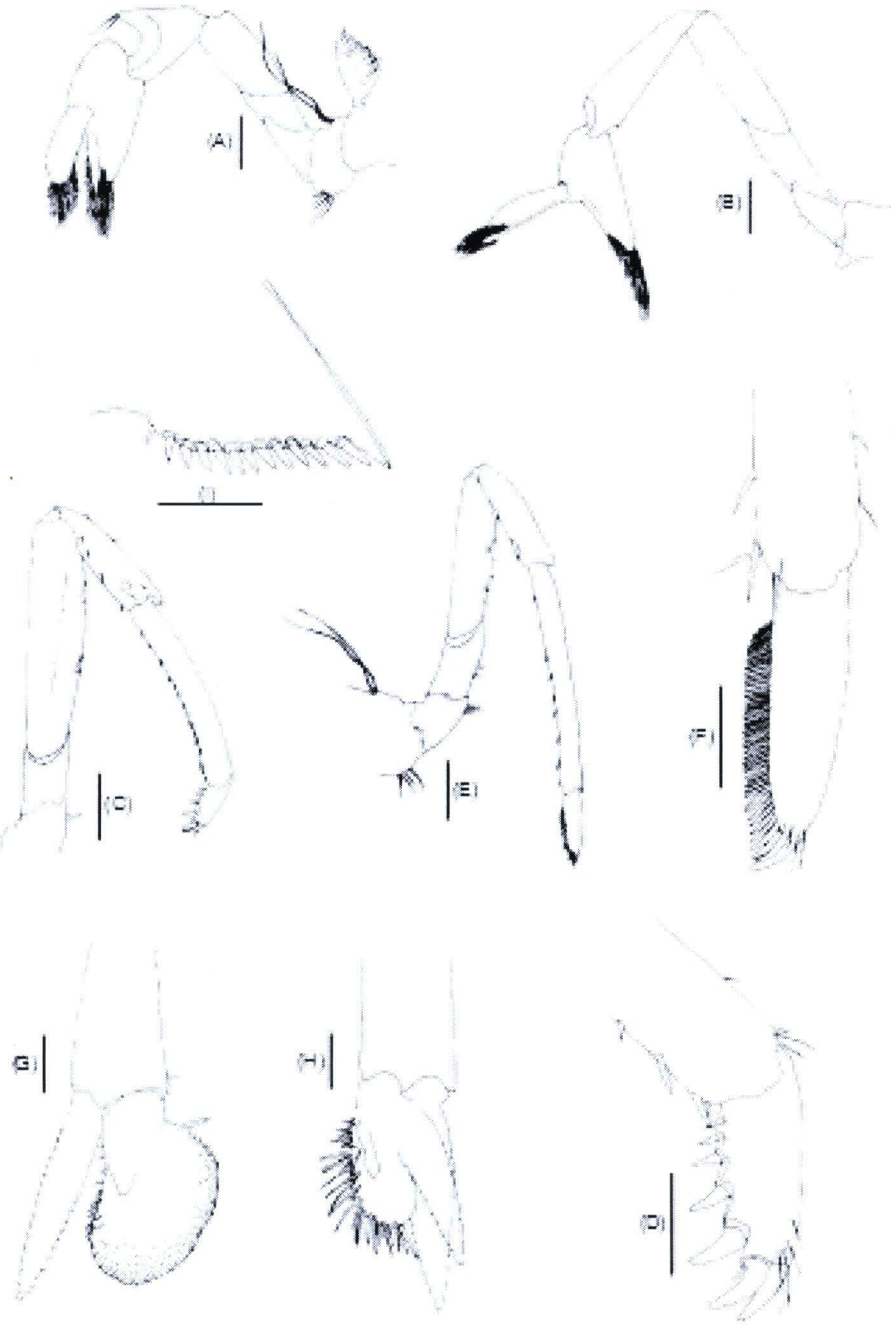
ภาพที่ 1-1 พื้นที่ที่พบกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ในประเทศไต้หวัน และ พื้นที่ใกล้เคียง
ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

2.1.2 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina แต่ละสายพันธุ์

2.1.2.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam*

ภาพที่ 1-2 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam* (A) cephalothorax, (B) telson, (C) distal portion of telson, (D) preanal carina, (E) scaphocerite, (F) mandible, (G) maxillula, (H) maxilla, (I) 1st maxilliped, (J) 2nd maxiliped, (K) 3rd maxilliped ขนาด A = 1mm. B, K = 0.5 mm. C, E = 0.2 mm. D, F-J = 0.3 mm.

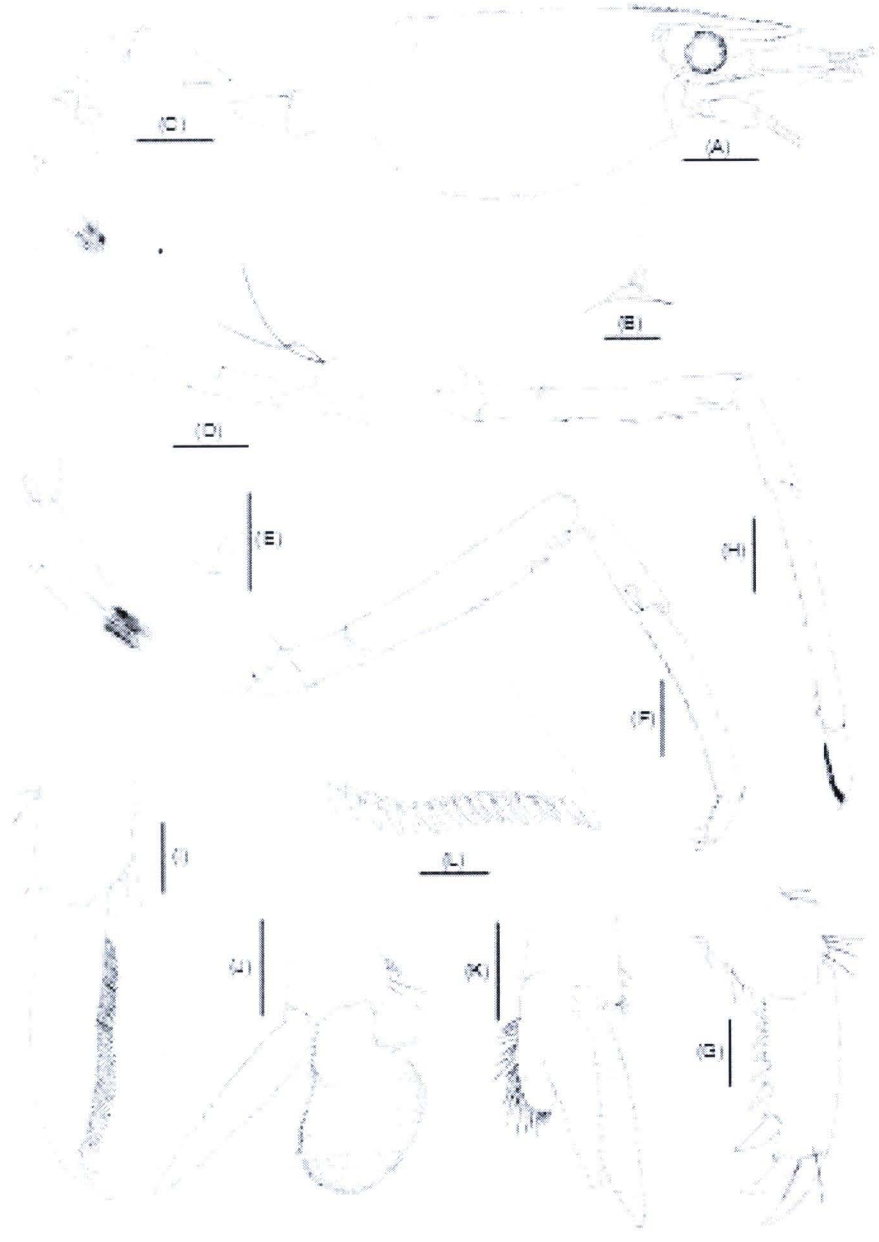
ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)



ภาพที่ 1-3 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam* (A) 1st pereiopod, (B) 2nd pereiopod, (C) 3rd pereiopod, (D) dactylus, (E) 5th pereiopod, (F) dactylus, (G) male 1st pleopod, (H) male 2nd pleopod, (I) uropodal diaeresis ขนาด A, B, G, H = 0.3 mm. C, E = 0.5 mm. D, F, I = 0.2 mm.

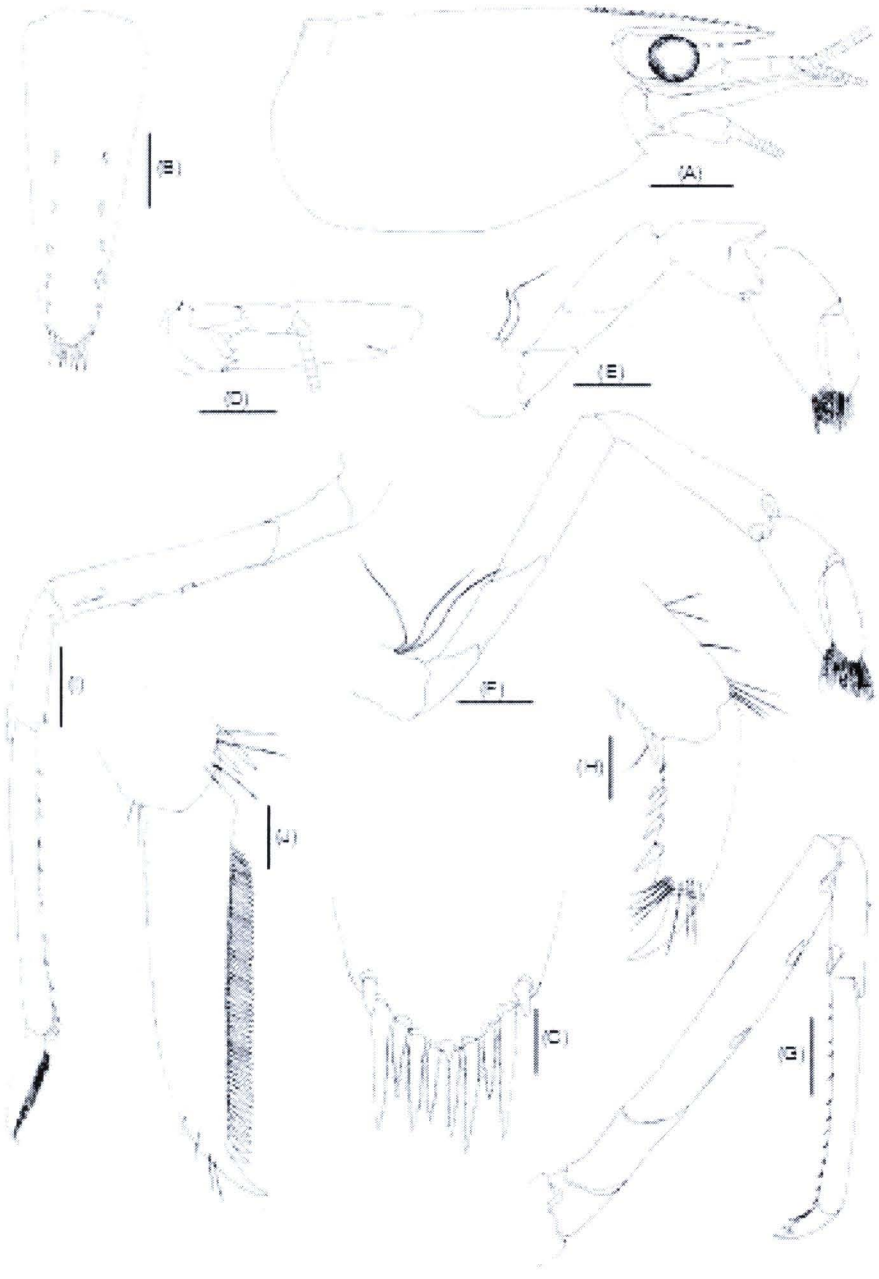
ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

2.1.2.2 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan*



ภาพที่ 1-4 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan* (A) cephalothorax, (B) preanal carina, (C) 1st pereiopod, (D) 2nd pereiopod, (E) hook plate on lower posterior margin of coax, (F) 3rd pereiopod, (G) dactylus, (H) 5th pereiopod, (I) dactylus, (J) male 1st pleopod, (K) male 2nd pereiopod, (L) uropodal diaesis ขนาด A = 1mm. B-F, H, J, K = 0.5 mm. G, F, L = 0.2 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)



ภาพที่ 1-5 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan* (A) cephalothorax, (B) telson, (C) distal portion of telson, (D) scalphocerite, (E) 1st pereiopod, (F) 2nd pereiopod, (G) 3rd pereiopod, (H) dactylus, (I) 5th pereiopod, (J) dactylus ขนาด A, D = 1mm. B, E, F, G = 0.5 mm. C, H, J = 0.2 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

2.2 ฮอร์โมนที่พบในกุ้ง

จากการศึกษาฮอร์โมนที่พบในกุ้งกุลาดำ และ กุ้งทะเลชนิดอื่นๆ ของ นันทริกา (2550) พบว่าฮอร์โมนเพศได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มของ estrogen, progesterone, human chorionic, gonadotropin และ testosterone รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนที่เกี่ยวของกับการลอกคราบ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มของ ecdysone และ ความสัมพันธ์ของฮอร์โมนต่าง ๆ ต่อสารอื่นในร่างกาย เช่น vitellogenin ซึ่งจะมีผลต่อการเติบโตของกุ้ง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาองค์ประกอบของฮอร์โมนทั้งทางมหภาคและจุลภาคเพื่อดูโครงสร้างต่างๆ รวมทั้งการศึกษาในระดับโมเลกุล และ การทำ molecular cloning ของสาย peptide hormone ต่างๆ ด้วย โดยมีวิธีการต่างๆ มาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ เช่น PCR, HPLC และ mass spectrometer เป็นต้น ผลจากการศึกษาวิจัยเหล่านี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และ การเร่งการเติบโตของกุ้งเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพสูงขึ้นต่อไปได้

2.2.1 การใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ในกุ้ง

ในปัจจุบันมีการสนับสนุนการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการใช้ฮอร์โมนในกุ้งอย่างจริงจัง ผลประโยชน์ที่จะได้รับในวงการผู้ผลิตกุ้งมีสูงมาก เพราะสามารถเพาะพันธุ์กุ้งได้โดยไม่ต้องใช้เทคนิคการบีบก้านตากุ้ง จึงไม่ทำให้เกิดความเสียหายและสามารถใช้พ่อแม่พันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังจะทำให้สามารถกระตุ้นการลอกคราบของกุ้งทำให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและสามารถจัดการฟาร์มได้ง่าย นอกจากนี้การผลิตฮอร์โมนสังเคราะห์สำเร็จจะทำให้สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศทั้งจากการเลี้ยงกุ้งและจากการขายผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ด้วย ในปัจจุบันยังมีการสนับสนุนให้ใช้สารต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศ เช่น สมุนไพรสกัด ได้แก่ หม่อน นำมาทำการสกัดเพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มการเจริญเติบโตของกุ้ง เป็นต้น จึงควรให้การส่งเสริมการใช้สารสกัดทั้งจากผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ และ ธรรมชาติเพื่อให้ประเทศไทยมีศักยภาพสูงสุดในการผลิตกุ้งต่อไปในอนาคต (จงรักษ์ และ ประภาพร, 2548)

2.2.1.1 การใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

จากการศึกษาของ ปภาศิริ และ คณะ (2550) เกี่ยวกับการใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ต่อการสร้างไข่ในกุ้งกุลาดำ โดย นำแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีการพัฒนาของรังไข่ระยะที่ 1 แบ่งเป็น normal control, ชุดการทดลองที่ 1 (sham control ; absolute ethanal), ชุดการทดลองที่ 2 (ได้รับฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน 0.1->0.3->0.9 ไมโครกรัม/กรัม), ชุดการทดลองที่ 3 (ได้รับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน 0.5->1.5->4.5 ไมโครกรัม/กรัม) และ ชุดการทดลองที่ 4 (ได้รับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน 1->3->9 ไมโครกรัม/กรัม) ทดลองเป็นเวลา 30 วัน พบว่าแม่พันธุ์ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ยังคงมีระยะการพัฒนาของไข่ระยะที่ 1 ต่างจากการศึกษาลักษณะของเซลล์ไข่ที่พบว่า ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน สามารถกระตุ้นการพัฒนาของไข่ขึ้นมาได้ระดับหนึ่งโดยจะพบ early mature oocyte มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับ normal control และ sham control

2.2.1.2 การใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล

Isao and Rie (2006) ได้ทำการศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ vitellogenin และ การพัฒนาของรังไข่กุ้ง kuruma (*Marsupenaeus japonicus*) โดยการนำเนื้อเยื่อของรังไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิมาแล้ว 3 วัน มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความเข้มข้นของฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ต่างกัน 4 ระดับคือ 3.6, 36.7, 367 และ 3671 nM พบว่าการพัฒนาส่วนใหญ่ของรังไข่จะอยู่ในระยะ oil globule (ระยะ primary vitellogenic) ซึ่งจะอยู่บริเวณเซลล์ follicle เมื่อสังเกตเนื้อเยื่อของรังไข่ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล

เป็นตัวเหนี่ยวนำ ให้สังเคราะห์ vitellogenin และ ยังช่วยกระตุ้นให้รังไข่ของกุ้งที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีการพัฒนาเร็วขึ้น

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Da-ji *et al.* (2006) ได้ใช้ ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล กับกุ้งแคระ *Neocaridina denticulata* เพศเมียขนาด 13-16 มิลลิเมตร มาแช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่มีความเข้มข้น 2 ระดับคือ 10 และ 100 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นเวลา 96 ชั่วโมง และ นำกุ้งเพศเมียมาผสมกับกุ้งเพศผู้ในถังทดลองขนาด 10 ลิตร โดยปล่อยกุ้งเพศผู้ 20 ตัว ต่อ กุ้งเพศเมีย 20 ตัว เมื่อกุ้งเพศเมียได้รับการผสมแล้ว โดยสังเกตจากกุ้งเพศเมียสร้างไข่มาติดที่ขาว่ายน้ำ จึงแยกออกมาเลี้ยงไว้ในถังทดลองขนาด 1 ลิตร พบว่า ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/ลิตร จะส่งผลต่อไข่ทำให้เสียในระยะเวลา 3 วัน ส่วนในกลุ่มที่แช่ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/ลิตร จะทำให้ระยะเวลาในการฟักตัวของไข่สั้นกว่า และ ปริมาณไข่มากกว่าในกลุ่มควบคุม

2.3 การศึกษาการพัฒนารังไข่และตัวอ่อนของกุ้ง

2.3.1 การพัฒนารังไข่ของกุ้ง

Medina *et al.* (1996) ได้ศึกษาการพัฒนาของรังไข่ของกุ้ง *Penaeus kerathurus* ภายในบ่อเลี้ยง โดยการสุ่มจับกุ้งเพศเมียจากบ่อเลี้ยง 5 ตัวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนกรกฎาคมมาทำการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ พบว่า เนื้อเยื่อรังไข่แบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ (ภาพที่ 8) ได้แก่

2.3.1.1 ระยะที่ 1 (previtellogenic)

ระยะแรกจะอยู่ในช่วง เดือนมีนาคม ขนาดของไข่ยังมีขนาดเล็ก โดยมีขนาดอยู่ที่ 17 - 26 ไมโครเมตร จะรวมกันอยู่ตรงกลางของรังไข่ และ ไข่ขนาดใหญ่ โดยมีขนาดอยู่ที่ 26 - 65 ไมโครเมตร ซึ่งจะอยู่บริเวณรอบนอกของรังไข่กุ้ง

2.3.1.2 ระยะที่ 2 (early vitellogenic)

ไข่ในระยะที่ 2 จะอยู่ในช่วง เดือนเมษายน ขนาดของไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีขนาดอยู่ที่ 80 – 100 ไมโครเมตร สามารถที่จะเห็น ไซโตพลาสซึมที่ติดสียอมได้

2.3.1.3 ระยะที่ 3 (late vitellogenic)

ไข่ในระยะที่ 3 จะอยู่ในช่วง เดือนมิถุนายน ขนาดของไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีขนาดอยู่ที่ 100 – 200 ไมโครเมตร เซลล์ของไข่แดงมีจำนวน ไซโตพลาสซึม เป็นจำนวนมาก เซลล์ไข่จะอยู่บริเวณรอบนอกของรังไข่

2.3.1.4 ระยะที่ 4 (mature)

ระยะที่ 4 จะอยู่ในช่วง เดือนพฤษภาคม ไข่ค่อนข้างที่จะสมบูรณ์ โดยมีขนาดอยู่ที่ 200 ไมโครเมตร

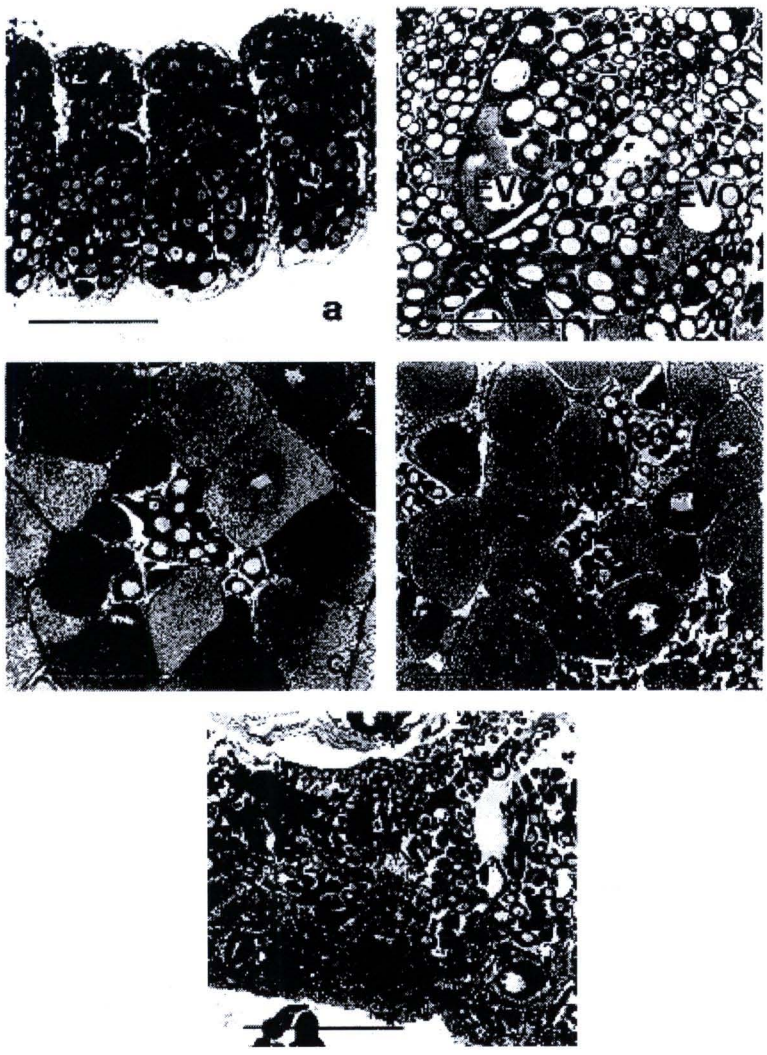
2.3.1.5 ระยะที่ 5 (spent or degeneration)

ระยะที่ 5 จะอยู่ในช่วง เดือนกรกฎาคม รังไข่มีความสมบูรณ์

2.3.2 การพัฒนาของตัวอ่อนกุ้ง

Junda *et al.* (2006) ศึกษาการอนุบาลตัวอ่อนกุ้งแคระ red front shrimp (*Caridina gracilirostris*) ซึ่งนิยมเลี้ยงเป็นกุ้งแคระสวยงาม โดยนำกุ้งแคระ ตัวเต็มวัย โดยเลี้ยง ความเค็ม, อุณหภูมิ, อัตราการปล่อย และ อาหารที่แตกต่างกัน คือ ความเค็มที่ 10, 15 และ 20 ppt อุณหภูมิที่ 24, 27 และ 30 องศาเซลเซียส อัตราการปล่อยที่ 25, 50 และ 100 ตัวต่อลิตร และ อาหาร ได้แก่ phycopure, chaetoceros และ nannochloris จากการศึกษาพบว่า การเพาะเลี้ยงที่ ความเค็มที่ 15 ppt ที่ อุณหภูมิ

27 องศาเซลเซียส ปล่อยในอัตราส่วน 25 ตัว ต่อลิตร และ อนุบาลลูกกุ้งแครโดยใช้ phycopure จะส่งผลให้อัตราการรอดของตัวอ่อนกุ้งแครา มีอัตรารอดสูงที่สุด ยังทำการศึกษาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนกุ้งแครา ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า การเจริญเติบโตของตัวอ่อนกุ้งแครา มีการเจริญเติบโตทั้งหมด 8 ระยะ ได้แก่ ระยะ zoea I ในระยะนี้สามารถมองเห็นจุดตาของตัวอ่อนกุ้งได้ ระยะ zoea II ในระยะนี้จะมีการพัฒนาของก้านตา ระยะ zoea III ในระยะนี้จะมีการพัฒนาของ Uropod หรือส่วนของ แพนหาง ระยะ zoea IV มีการพัฒนาในส่วนของ uniramous pleopod ระยะ zoea V มีการพัฒนาในส่วนของ รยางค์ขาว่ายน้ำ ระยะ zoea VI ที่กรีด้านบนมีฟันงอก 1 ซี่ ระยะ postlarva ในระยะนี้พบว่าจำนวนกรีมีจำนวนเพิ่มขึ้น และ มีการพัฒนาของหนวด antennae และ ระยะ juvenile ที่กรีด้านบนมีฟัน 9-10 ซี่ และ กรีด้านล่างมีฟัน 24-27 ซี่ การพัฒนาจากระยะ zoea I จนถึง ระยะ juvenile ใช้เวลาในการพัฒนา ประมาณ 96 – 119 วัน



ภาพที่ 1-6 เนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้ง *Penaeus kerathurus* (a) ระยะที่ 1 ช่วงเดือนมีนาคม (b) ระยะที่ 2 ช่วงเดือนเมษายน (c) ระยะที่ 3 ช่วงเดือนมิถุนายน (d) ระยะที่ 4 ช่วงเดือนพฤษภาคม (e) ระยะที่ 5 ช่วงเดือนกรกฎาคม

ที่มา : Medina *et al*. (1996)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 02 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 249866
เลขเรียกหนังสือ

2.4 การผสมพันธุ์ของกุ้งแครระ

การผสมพันธุ์กุ้งแครระจะเป็นการจับคู่ของกุ้งตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียด้วยกัน สามารถสังเกตเห็นการพัฒนาของรังไข่ของเพศเมียว่ามีสีขาว หรือสีเหลืองเป็นอานรูปสามเหลี่ยม เมื่อกุ้งเพศเมียพร้อมที่จะวางไข่ มันจะปล่อยฟีโรโมนลงไปในน้ำเพื่อส่งสัญญาณความพร้อมของมันกับกุ้งเพศผู้ กุ้งเพศผู้จะว่ายน้ำเพื่อหาแหล่งที่มาของฟีโรโมน หลังจากผ่านการผสมพันธุ์สั้น ๆ กุ้งเพศเมียจะวางไข่ของมัน ไข่จะเข้มขึ้นและคล้ำจนฟักลูกกุ้งหลังจากนั้นประมาณสามสัปดาห์ เมื่อลูกกุ้งออกจากไข่จะมีขนาดเล็ก (ประมาณ 1 มิลลิเมตร) พวกมันไม่มีระยะตัวอ่อน วันแรกของพวกมันซ่อนตัวอยู่ในพืช ไม่กี่วันลูกกุ้งก็จะออกมาและครูดไปบนสาหร่าย และบนพื้นผิว

Kim et al. (2008) ทำการศึกษาการสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของกุ้งน้ำจืด *Palaemon paucidens* จากทะเลสาบ Suk-dang ประเทศเกาหลี วิเคราะห์อัตราส่วนเพศพบว่าสัดส่วนของเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ขนาดเฉลี่ยของไข่เป็น 6.12±0.55 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในระยะที่ไม่มีตา (ระยะ A) และ 7.20±0.86 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในระยะที่มีตา (ระยะ B) ผลของการเจริญพันธุ์ จากการคำนวณกับน้ำหนักตัวแห้งของเพศเมีย และการกกไข่ น้ำหนักของไข่ในสภาพแห้งเป็น 26.97% (n = 17) ของน้ำหนักเพศเมีย เฉลี่ยการกกไข่กุ้งปรากฏว่าในเดือนเมษายน และ ดัชนี (GSI) gonadosomatic มีค่าสูงสุดในช่วงสามเดือนนับจากมกราคม-มีนาคมขึ้นอยู่กับเดือนเมื่อมีสัดส่วนของการกกไข่ของเพศเมียมีระดับ GSI สูงในฤดูวางไข่ของ *P. paucidens* ประมาณเดือนเมษายนเมื่อครบกำหนดเพศเมียได้รับการประเมินจากการพัฒนาของรังไข่ และการมีอยู่ของไข่ความยาวลำตัวเฉลี่ยเมื่อ 50% ของเพศเมียในกลุ่มครบกำหนดคือ 8.55±2.74 มิลลิเมตร การวิเคราะห์การกระจายความถี่ของความยาวพบว่าช่วงชีวิตของ *P. paucidens* อยู่ในช่วง 12-13 เดือน

การผสมพันธุ์ของเพศเมียแสดงให้เห็นโดยการแสดงของ spermatophore มาเก็บไว้ในกระดูกสันอก และการพัฒนาไข่ต่อไปตามปกติ เมื่อพบไข่ของเพศเมียจะนับโดยใช้ forceps การนับครั้งแรกคือทำการในระยะแรกของการพัฒนาตัวอ่อน (รอบระยะ blastosphere III = ประมาณ 10 วันหลังจากวางไข่) จึงนำค่านี้มาเป็นความดกไข่ pleopodal และจำนวนเริ่มต้นของไข่ (Carral et al., 1992)

Daniels *et al*. (2000) ทดลองใช้กุ้งเพศเมียที่มีขนาดค่อนข้างเล็กโดยมีน้ำหนักระหว่าง 10.57 – 23.50 กรัม ซึ่งอาจมีข้อดีเนื่องจากมีรายงานว่ากุ้งเพศเมียที่อายุน้อย (ขนาดเล็ก) จะมีการลอกคราบบ่อยครั้งกว่ากุ้งเพศเมียที่อายุมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสผสมพันธุ์วางไข่ได้บ่อยกว่าและให้ไข่ได้มากกว่าในระยะเวลาเลี้ยงที่เท่ากันแต่อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่บางแห่งเช่นในพื้นที่เขตอบอุ่น(temperate area) นิยมใช้กุ้งเพศเมียขนาดใหญ่เนื่องจากเห็นว่าให้จำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้ง 1 ตัวมากกว่า และเป็นการป้องกันการคัดเลือกแม่พันธุ์ที่แครระแกร็น นอกจากขนาดของกุ้งเพศเมียจะมีผลต่อจำนวนลูกกุ้งที่จะได้แล้วยังมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกทางพันธุกรรมซึ่งมีผลต่อการ เจริญเติบโตในรุ่นลูกอีกด้วย

2.5 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อการสืบพันธุ์ของกุ้ง

Kim et al. (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิน้ำ อยู่ในช่วง 4.2-25.0 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย 15.2 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิต่ำสุด 4.2 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม และสูงสุดในเดือนสิงหาคม 25.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 5.18-7.06 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉลี่ยประมาณ 6.26 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุด 5.18 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนธันวาคมและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด

7.06 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนพฤษภาคม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ออุณหภูมิของน้ำค่อนข้างคงที่ทุกเดือน

2.6 อัตราส่วนเพศ

Celada et al. (2005) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย (M:F) กุ้งน้ำจืดที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกุ้งเพศเมียในพ่อแม่พันธุ์ โดยใช้อัตราส่วนกุ้งเพศผู้ต่อกุ้งเพศเมียเท่ากับ 1M:2F และ 1M:4F พบว่าอัตราส่วนกุ้งเพศผู้ต่อกุ้งเพศเมีย 1M:2F และ 1M:4F ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในปริมาณไข่ ลูกกุ้ง จากการสำรวจของ Kim et al. (2008) พบว่าอัตราส่วนเพศของกุ้ง *Palaemon paucidens* ในทะเลสาบของเกาหลี ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสูงกว่าในช่วงเดือนมีนาคม ระยะรังไข่มีการแบ่งโดยดูจากอัตราส่วนกระเพาะอาหารและแอ่งทรวงอก (thoracic cavity), สีและขนาดรังไข่ โดยมีการแบ่งโดยรังไข่แบ่งออกได้เป็น4 ระยะได้แก่ immature, maturing, ripe และ spent ได้มีการสำรวจรังไข่ของกุ้ง *Crangon crangon* พบว่าเพศเมียกับรังไข่ที่ยังไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นในเดือน สิงหาคม ถึงเดือน ตุลาคม มีการเริ่มต้นการพัฒนารังไข่ชัดเจนในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม, กับการเพิ่มขึ้นของเพศเมียกับการพัฒนามากขึ้นของรังไข่ในเดือนธันวาคม เพศเมียเติบโตเต็มที่หรือรังไข่โตเต็มที่เกิดขึ้นเดือน มกราคม ถึง เมษายน และ,การพัฒนาน้อยในเดือนพฤกษาคมถึงเดือนกรกฎาคม (Oh and Hartnoll, 2004)