

พลวัตประชากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย

Population dynamics of freshwater shrimp

(*Macrobrachium lanchesteri* De Man, 1911) in the Mekong River, NongKhai

Province

ฉัตรชัย ปรีชา^{1*} ทวนทอง จุฑาเกต² และสำเนาวิ เสาวกุล³

Chatchai Preecha^{1*}Tuantong Jutagate² and Somnao Saowakoon³

¹สาขาวิชาการประมง คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย

²ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์เมตริกในลุ่มน้ำโขง ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

³สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

*chatchai.p@nkc.kku.ac.th

บทคัดย่อ

เก็บข้อมูลความถี่ของความยาวคาราเพลสกุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man, 1911) โดยใช้สวิงช้อน เป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2549 ในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย เพื่อศึกษาพลวัตประชากร ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพลสและน้ำหนักของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ $W = 2.81E-04CL^{2.48}$ และ $W = 1.98E-04CL^{2.67}$ ตามลำดับ อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.5 มีความดกไข่เฉลี่ย 91.21 ± 20.71 ฟองและมีความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวคาราเพลสคือ $Fe = 3.37CL^{1.21}$ ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนพีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลพบว่าค่าความยาวคาราเพลสนั้นเท่ากับ 21.25 มิลลิเมตร ค่าพารามิเตอร์ความโค้งเท่ากับ 1.06 ต่อปี ค่าแอมพลิจูดเท่ากับ 0.9 และจุดในฤดูร้อนเท่ากับ 0.46 โดยกุ้งฝอยมีอายุขัยเท่ากับ 2.83 ปีสัมประสิทธิ์การตายรวมการตายโดยธรรมชาติและการตายโดยการประมงเท่ากับ 2.24, 1.01 และ 1.23 ต่อปีตามลำดับ ค่าประมาณของอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน (E) เท่ากับ 0.55 มีขนาดแรกจับ (L_c) เท่ากับ 12.65 มิลลิเมตร มีรูปแบบการทดแทนหนึ่งครั้งในรอบปี การวิเคราะห์มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) มีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มเท่ากับ 0.664 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R) สูงสุดเท่ากับ 0.762 ซึ่งมากกว่าค่า E ปัจจุบัน ดังนั้นการใช้ประโยชน์กุ้งฝอยในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคายสามารถเพิ่มการลงแรงงานได้อีกร้อยละ 27.82

คำสำคัญ: พลวัตประชากร, กุ้งฝอย, *Macrobrachium lanchesteri*, แม่น้ำโขง, หนองคาย

Abstract

Carapace length frequency data of freshwater shrimp (*Macrobrachium lanchesteri* De Man, 1911) was collected using scoop nets on monthly basis from January to December 2006 in the Mekong River at NongKhai Province for studying population dynamics. The results showed that, the carapace length-weight relationship of male and female were $W = 2.81E-04CL^{2.48}$ and $W = 1.98E-$

04CL^{2.67}, respectively. The sex ratio of male: female were 1:1.5. The average fecundity was 91.21±20.71 eggs. The relationship between the fecundity and carapace length was $Fe = 3.37CL^{1.21}$. The obtained parameters from the seasonalized VBGF, which was fitted to the LFD, were a asymptotic carapace length = 21.25 mm, curvature parameter = 1.06 yr⁻¹, amplitude = 0.9 and summer point = 0.46. The life-span of *M. lancesteri* was estimated at 2.83 year. The instantaneous total, natural and fishing mortality coefficients were 2.24, 1.01 and 1.23 yr⁻¹, respectively. The exploitation rate (E) was 0.55. The length at first capture (L_c) was estimated at 12.65 mm. The recruitment pattern was one peak in a year. The exploitation rate at 50% of the unexploited relative biomass per recruit (B'/R) was 0.664 while the estimated relative yield per recruit (Y'/R) at maximum exploitation rate was 0.762, which was still beyond the current E. It is therefore implied that increasing about 27.82% fishing effort of *M. lancesteri* fisheries in this fishing ground is possible.

Keywords: population dynamics, *Macrobrachium lancesteri*, Mekong River, NongKhai

คำนำ

กุ้งฝอยน้ำจืด (*Macrobrachium lancesteri* De Man, 1991) พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืดทั้งในแม่น้ำหนองน้ำ บึง กว๊าน และอ่างเก็บน้ำ พบแพร่กระจายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ สาธารณรัฐอินเดียนมาเลเซีย ราชอาณาจักรไทยและสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (Johnson, 1969; Holthuis, 2000) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศโดยเป็นอาหารของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปลาช่อน ปลาน้ำจืด ปลาเนื้ออ่อน และปลากลาย (Hoaand Yi, 2007) และเป็นอาหารของปลาสงวงมหลายชนิด เช่น ปลาตะพัด ปลาเสือตอ และปลาหมอสี (Thongmee, 2000) อีกทั้งยังเป็นอาหารของมนุษย์ เนื่องจากเนื้อที่มีรสชาติอร่อย สามารถนำมาประกอบได้หลายชนิดเช่น ทอดมันกุ้ง, ไข่เจียวกุ้ง, ก๋วยเตี๋ยวกุ้ง, กุ้งจ่อม และกุ้งเต้น ซึ่งเป็นเมนูอาหารยอดนิยมของร้านอาหารบริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขงอีกทั้งกุ้งฝอยมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งพบว่ามีโปรตีน ไขมัน และแคลเซียมร้อยละ 15.46, 0.88 และ 91.00 ตามลำดับ (Talerngkietlee *et al.*, 2003) นอกจากนี้กุ้งฝอยสามารถแปรรูปเป็นกะปิและทำแห้งได้ ดังนั้นจึงมีการทำการประมงกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลจับกุ้งฝอยก็ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของประชาชน สาเหตุเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ปัญหาแหล่งน้ำในธรรมชาติเสื่อมโทรมและปัญหาการทำการประมงมากเกินไป จึงส่งผลกระทบต่อทรัพยากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงมีปริมาณลดลง ราคากุ้งฝอยในตลาดสดจึงมีราคาสูง (กิโลกรัมละ 200-300 บาท) ด้วยเหตุนี้ทำให้เกษตรกรและชาวประมงส่วนใหญ่หันมาสนใจธุรกิจการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอยกันมากขึ้น (Thongmee, 2000) อย่างไรก็ตามข้อมูลทางด้านพลวัตประชากรของกุ้งฝอยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพลวัตประชากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคายโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพสและน้ำหนัก อัตราส่วนเพศ ความตกไข่ การเติบโต การตาย รูปแบบการทดแทน อัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วย

การทดแทนสัมพัทธ์ ผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำการประมงกุ้งฝอย การประกอบธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามอีกทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำการประมง การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงให้สามารถมีใช้ประโยชน์จากทรัพยากรกุ้งฝอยได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างกุ้งฝอยน้ำจืดบริเวณชายฝั่งของแม่น้ำโขง เขตจังหวัดหนองคาย โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 5 สถานีได้แก่ อ.สังคม, อ.เมืองหนองคาย, อ.โพนพิสัย, อ.บึงกาฬ และ อ.บึงโขงหลง ตามลำดับ (Figure 1) แต่ละสถานีห่างกันเฉลี่ย 55 กิโลเมตร

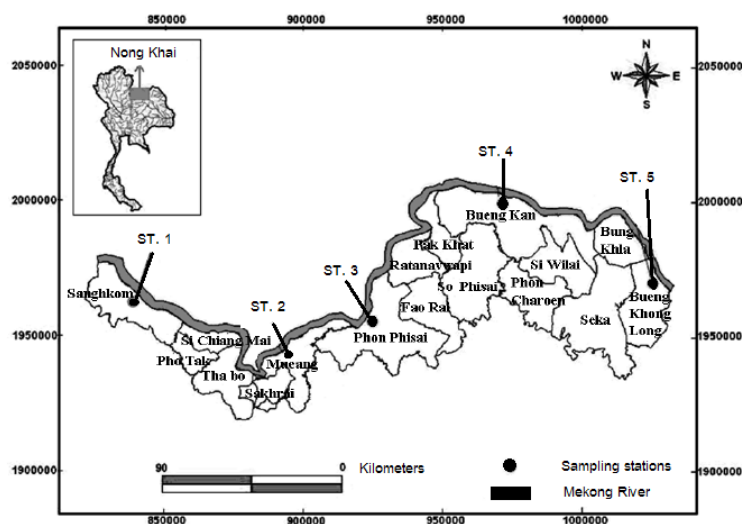


Figure 1 Map of the Mekong River, NongKhai Province and sampling stations

2. การเก็บรวบรวมตัวอย่าง

เก็บรวบรวมตัวอย่างเป็นประจำทุกเดือน ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2549 ด้วยสวิงซี่ลอนขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร เก็บรักษาสภาพตัวอย่างกุ้งฝอยในฟอร์มาลิน 10% วัดความยาวคาราเพส (มิลลิเมตร) จากขอบร่องตาถึงขอบท้ายของเปลือกหัวซึ่งน้ำหนักตัว (กรัม) แยกเพศด้วยกล้องจุลทรรศน์บริเวณขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 โดยเพศผู้จะมี appendix interna และ appendix musculina ส่วนเพศเมียจะมีเฉพาะ appendix interna เท่านั้น นับไข่ วัดขนาดไข่ และจัดบันทึกข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพลและน้ำหนักและรูปแบบการเติบโตใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น (Ricker, 1975; King, 2007; Thapanand, 2009) ด้วยโปรแกรม R (R Development Core team, 2013)

3.2 อัตราส่วนเพศ วิเคราะห์อัตราส่วนเพศจากผลรวมจำนวนตัวของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียในแต่ละเดือนโดยใช้การทดสอบแบบไคกำลังสอง (χ^2 -test) อาศัยสมมติฐานคือ อัตราส่วนเพศของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียเป็น 1:1 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

3.3 ความดกไข่ นับจำนวนไข่ด้วยวิธีนับทั้งหมด (actual count) และวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้นระหว่างความดกไข่กับความยาวคาราเพลตามวิธีการของ (Thapanand, 2009)

3.4 ขนาดแรกจับ วิเคราะห์ค่า L_c จากการตัดแปลงวิธีของ (Sparre and Venema, 1992) โดยใช้ฟังก์ชันแบบลอจิสติก ระหว่างสัดส่วนของสัตว์น้ำที่จับได้แบบสะสมกับความยาวคาราเพลค่ากลาง

3.5 การเติบโต ประเมินค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล โดยใช้ข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความยาวคาราเพล (LFD) (อันตรายภาคขึ้นเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร) มาประเมินค่าพารามิเตอร์การเติบโตตามวิธีการของ Pauly and Gaschütz, (1979); Somers (1988) ดังสมการที่ (1)

$$L_t = L_\infty (1 - \exp(-K(t - t_0) - (CK/2\pi)\sin 2\pi(t - t_s) + (CK/2\pi)\sin 2\pi(t_0 - t_s))) \dots (1)$$

เมื่อ L_t = ความยาวคาราเพล ณ เวลา t ใดๆ, C = ค่าแอมพิจูด, t_s = ตัวประมาณนำเข้าสู่จุดในฤดูร้อน (ประมาณค่าจากจุดในฤดูหนาวลบด้วย 0.5 (Sparre and Venema, 1992) สำหรับค่าความยาวคาราเพลอนันต์ (L_∞) ได้มาจากวิธีของ Powell - Wetherall plot (Powell, 1979; Wetherall, 1986) ซึ่งถูกตัดแปลงโดย Pauly (1986) ในเมนูคำสั่ง ELEFAN I ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (K) ได้มาจากวิธีการของ Gayanilo *et al.*, (2002) และค่าอายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) ได้มาจากวิธีการของ (Pauly and Gaschütz, 1979) ดังสมการที่ (2) ดังนี้

$$\text{Log}(-t_0) = -0.392 - 0.275 \text{Log} L_\infty - 1.038 \text{Log} K \dots \dots \dots (2)$$

อายุขัยของกุ้งฝอย (T_{\max}) ประมาณค่าจากวิธีของ Pauly (1980) $T_{\max} \approx 3/K$ และค่าไฟโพร้ม (ϕ') ใช้วิธีของ Pauly (1980); Pauly and Munro (1984) โดยใช้สมการดังนี้ $\phi' = \log K + 2 \log L_\infty$

3.6 ค่าพารามิเตอร์การตายได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ในกรณีที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล ใช้วิธี length-converted catchcurve (Pauly, 1990; Pauly *et al.*, 1995) ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ใช้วิธีของ Djabali *et al.* (1993) ตามสมการที่ (3) และค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) ได้มาจากการประมาณค่าผลต่างระหว่างค่า Z และ ค่า M (King, 2007) ตัวประมาณนำเข้าสู่ (L_∞ และ K จากข้อ 3.5) ใช้ประมาณค่า M ดังนี้

$$\log M = -0.0278 - 0.1172 \log L_{\infty} + 0.5092 \log K \dots \dots \dots (3)$$

3.7 รูปแบบการทดแทน ใช้ข้อมูล LFD ของกุ้งฝอย 12 เดือน ประมาณค่ารูปแบบการทดแทนโดยใช้โปรแกรม FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2002) และใช้ตัวประมาณนำเข้าได้แก่ค่า L_{∞} และ K จากข้อ 3.5

3.8 อัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง (fishery-exploitation rate; E) ประมาณค่า E จากสัดส่วนของค่า F และค่า Z คือ $E = F/Z$ (Sparre and Venema, 1992)

3.9 มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ ประมาณค่า B'/Y และ Y'/R ตามวิธีการของ Beverton and Holt (1966); Pauly and Soriano (1986) จากโปรแกรม FISAT โดยใช้ค่าประมาณนำเข้า L_{∞} , L_{∞} , K และ M จากข้อ 3.4, 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ

ผลการศึกษา

เก็บตัวอย่างกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคายจำนวน 5 สถานี ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2549 ด้วยสวิงช้อนขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร รวบรวมตัวอย่างได้ทั้งหมด 2,615 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 1,034 ตัวและเพศเมีย 1,581 ตัว ขนาดของกุ้งฝอยเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ โดยมีความยาวคาราเพสเฉลี่ย 14.4 ± 3.1 มิลลิเมตร ส่วนกุ้งฝอยเพศผู้มีมีความยาวคาราเพสเฉลี่ย 12.1 ± 2.7 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักรวมทั้งสองเพศเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 ± 0.16 กรัม

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพสและน้ำหนักและรูปแบบการเติบโต

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพสและน้ำหนักของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้นพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพสและน้ำหนักของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียมีค่าเท่ากับ $W = 2.81E-04CL^{2.48}$ และ $W = 1.98E-04CL^{2.67}$ ตามลำดับ (Figure 2) และทดสอบรูปแบบการเติบโตของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมียพบว่า กุ้งฝอยทั้งสองเพศมีรูปแบบการเติบโตแบบอัลโลเมตริก ($p < 0.01$) นั่นคือการเติบโตทุกส่วนของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกัน

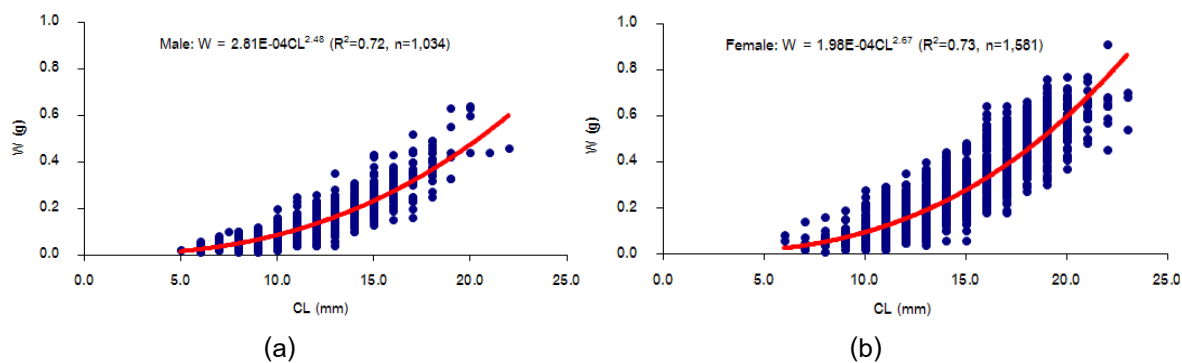


Figure 2 Relationships between carapace length and body weight of *M. lanchesteri* in the Mekong River (a) male, (b) female

2. อัตราส่วนเพศ

วิเคราะห์อัตราส่วนเพศจากตัวอย่างกุงฝอยทั้งหมด 2,615 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 1,034 ตัว และเพศเมีย 1,581 ตัว พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1:1.5 และจากการทดสอบ χ^2 ทั้ง 12 เดือน พบว่าในทุกเดือนที่สำรวจมีกุงฝอยเพศเมียมากกว่าเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นในเดือนมกราคมที่อัตราส่วนเพศเป็นไปตามทฤษฎีคืออัตราส่วนเพศของกุงฝอยเพศผู้และเพศเมียเป็น 1:1 (Figure 3)

3. ความตกไข่

จากจำนวนกุงฝอยเพศเมียทั้งหมด 1,581 ตัว พบกุงที่มีไข่บริเวณท้อง (ขาวายน้ำ) จำนวน 635 ตัว คิดเป็นร้อยละ 40.16 ไข่กุงมีลักษณะกลมรี และมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.76 มิลลิเมตรนับจำนวนไข่ด้วยวิธีนับทั้งหมด พบว่ากุงฝอยมีค่าความตกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 91.21 ± 20.71 ฟอง เมื่อวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้นระหว่างความตกไข่กับความยาวคาราเพสพบว่ามีความสัมพันธ์ ดังนี้คือ $Fe = 3.37CL^{1.21}$, $R^2 = 0.85$ (Figure 4a)

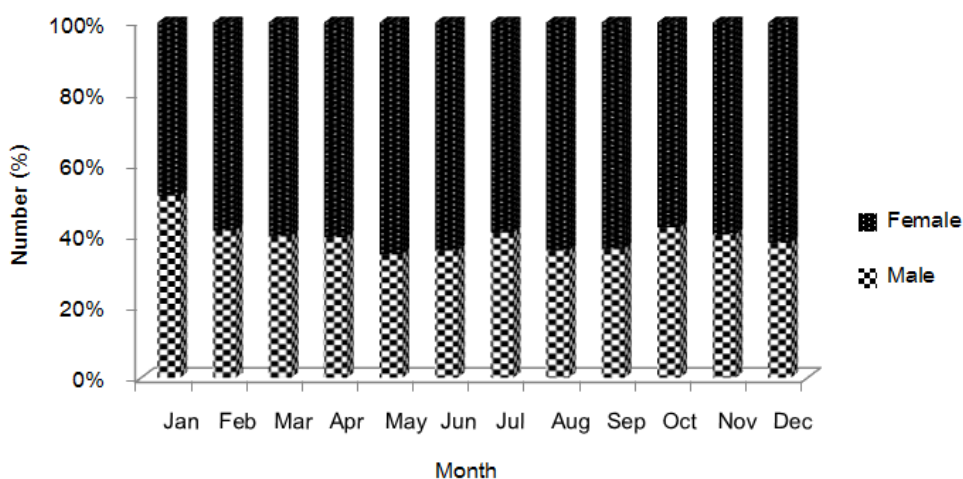


Figure 3 Monthly variations in sex ratio of *M. lanchesteri* in the Mekong River

4. ขนาดแรกจับ

วิเคราะห์ค่า L_c โดยใช้ฟังก์ชันแบบลอจิสติก ระหว่างสัดส่วนของสัตว์น้ำที่จับได้แบบสะสมกับความยาวคาราเพสค่ากลาง มีค่าขนาดแรกจับของกุงฝอยมีค่าเท่ากับ 12.65 มิลลิเมตร (Figure 4b)

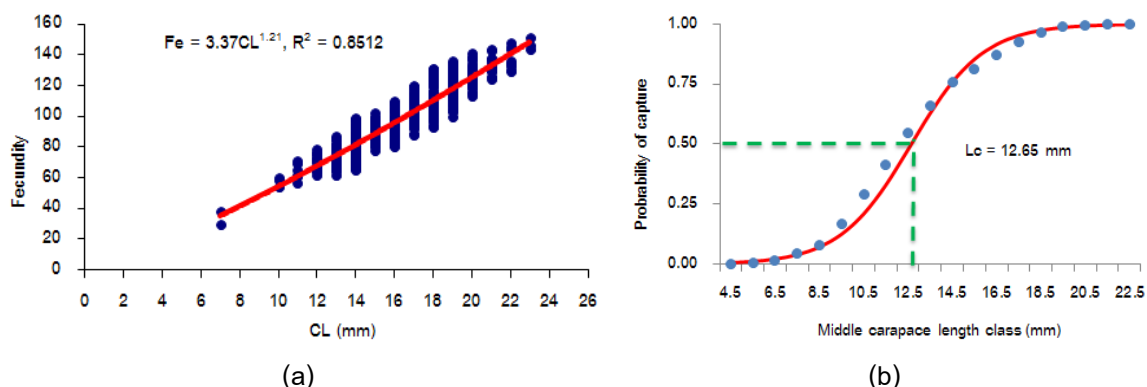


Figure 4 *M. lanchesteri* in the Mekong River (a) Fecundity, (b) Length at first capture (L_c)

5. การเติบโต

เก็บรวบรวมตัวอย่างกุ้งฝอย ได้ทั้งหมด 2,615 ตัว วัดความยาวคาราเพสและนำมาจัดอันดับตามขนาดชั้นเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร และประมาณค่า VBGF ที่เกิดความอ่อนไหวของฤดูกาลด้วยข้อมูล LFD และใช้ตัวประมาณนำเข้า C, t_w และ t_s เท่ากับ 0.9, 0.96 และ 0.46 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยาวคาราเพสอนันต์ (L_∞) เท่ากับ 21.25 มิลลิเมตร และค่า K เท่ากับ 1.06 ต่อปี ประมาณค่าอายุของกุ้งฝอยเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์เท่ากับ -0.1647 ต่อปี (Figure 5) กุ้งฝอยมีอายุขัย 2.83 ปีและมีค่าไฟโพรมเท่ากับ 2.68

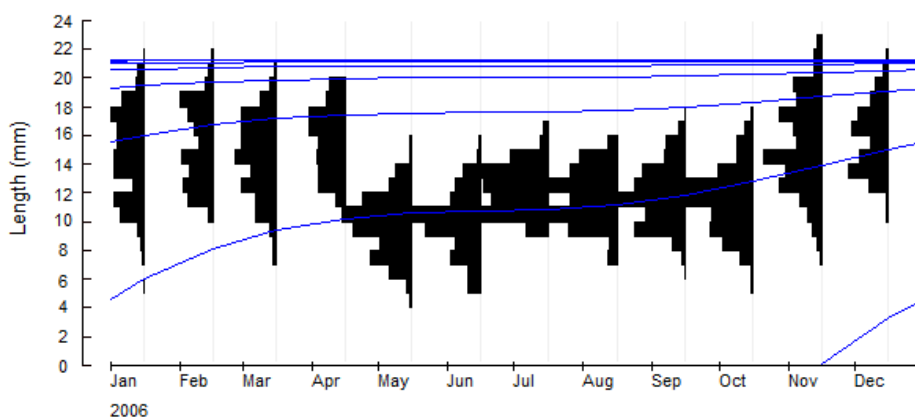


Figure 5 Seasonalized von Bertalanffy growth curves for *M. lanchesteri* in the Mekong River

6. ค่าพารามิเตอร์การตาย

จากข้อมูลองค์ประกอบความยาวคาราเพส และความยาวค่าล่างของข้อมูล LFD ของกุ้งฝอยนำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตาย โดยใช้ค่าประมาณนำเข้า L_∞ และ K เท่ากับ 21.25 มิลลิเมตร และ 1.06 ต่อปี ตามลำดับ นำมาประมาณค่า Z พบว่าได้ค่า Z เท่ากับ 2.24 ต่อปี ค่า R^2 เท่ากับ 0.99 (Figure 6a) ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.01 ต่อปี และค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) ได้มาจากค่าผลต่างระหว่างค่า Z และค่า M มีค่าเท่ากับ 1.23 ต่อปี

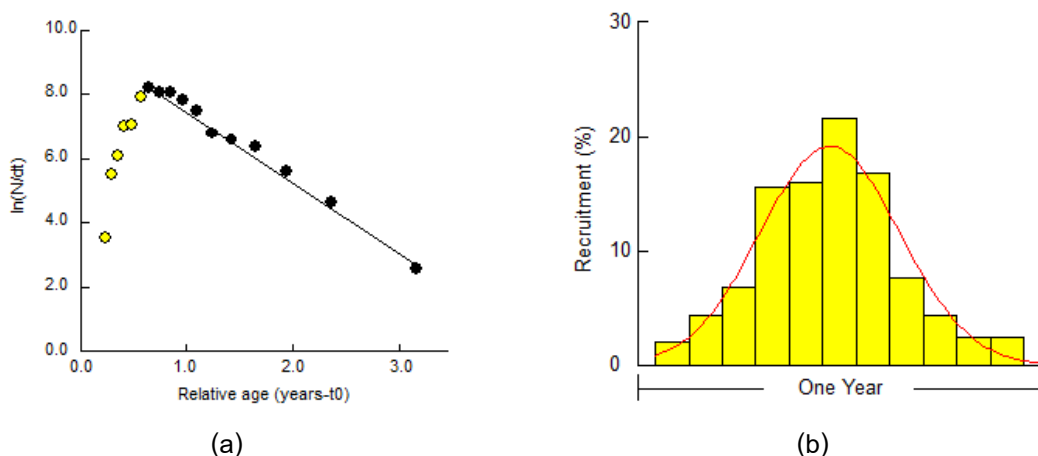


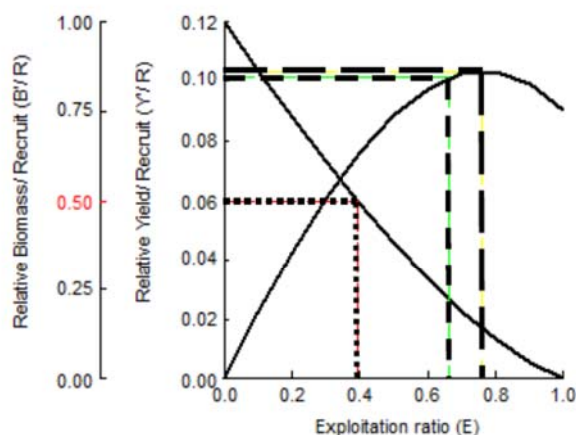
Figure 6 Length-Converted Catch Curve of *M. lanchesteri* in the Mekong River (a) and Recruitment pattern of *M. lanchesteri* in the Mekong River (b)

7. รูปแบบการทดแทนและอัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมง

รูปแบบการทดแทนของกุ้งฝอยในแม่น้ำโขง ประมาณค่าจากข้อมูล LFD โดยใช้ตัวประมาณนำเข้ามาได้แก่ค่า L_{∞} เท่ากับ 21.25 มิลลิเมตร ค่า K เท่ากับ 1.06 ต่อปี พบว่ารูปแบบการทดแทนของกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงมีเพียงหนึ่งครั้งในรอบปี มีการทดแทนเฉลี่ยร้อยละ 8.33 ± 7.63 และมีร้อยละการทดแทนสูงสุดในเดือนมิถุนายน มีค่าเท่ากับ 23.01 (Figure 6 b) ส่วนค่าอัตราการใช้ประโยชน์ของกุ้งฝอยพบว่าค่า E เท่ากับ 0.55

8. มวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (B'/R) และผลจับต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (Y'/R)

B'/R และ Y'/R ใช้เพื่อประเมินอัตราการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมของทรัพยากรสัตว์น้ำ อาศัยข้อมูลนำเข้ามาได้แก่ ค่า L/L_{∞} และค่า M/K ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.95 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ B'/R พบว่าค่า E ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มเท่ากับ 0.664 และค่า E ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุดเท่ากับ 0.762 ซึ่งถือว่าเป็นระดับ ที่สามารถลงแรงทำการประมงได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรกุ้งฝอย (Figure 7) ค่าดังกล่าวมีค่ามากกว่า ค่า E ปัจจุบัน (0.55) เท่ากับ 0.212 ดังนั้นการใช้ประโยชน์ของกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงเขตจังหวัดหนองคาย สามารถเพิ่มปริมาณแรงงานประมงได้อีกร้อยละ 27.82 ด้วยการใช้อุปกรณ์มือประมง เช่น สวิงและลอบกุ้งทำการประมง เพื่อนำผลจับไปบริโภคหรือจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว และที่สำคัญไม่ทำให้เกิดปัญหาการทำประมงมากเกินไป และยังคงมีพ่อแม่พันธุ์กุ้งฝอยที่เหลือจากระดับการทำประมงดังกล่าวสามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้ต่อไป



Note: The dash-lines: , - - - - and — — — — indicate the exploitation rates at $E_{0.05}$, $E_{0.1}$ and E_{max} respectively.

Figure 7 Relative biomass per recruit and relative yield per recruit of *M. lanchesteri* as functions of the exploitation rates.

วิจารณ์ผล

การศึกษานี้ศึกษาและพลวัตประชากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดหนองคาย เป็นการศึกษาครั้งแรก มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหามาตรการและแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการทรัพยากรกุ้งฝอยในแม่น้ำโขง และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการทำประมงกุ้งฝอยเกินกำลังผลิต (overfishing) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคาราเพสและน้ำหนักสามารถให้ประโยชน์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของกุ้งแต่ละชนิดหรือแต่ละสกุลได้ (Jayachandran and Joseph, 1988) ความผันแปรของค่าคงที่ (a และ b) ในความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของคาราเพสและน้ำหนักของกุ้งฝอยเพศผู้และเพศเมีย มีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของอาหาร, ความหนาแน่นของประชากร, สภาวะแวดล้อมและพันธุกรรมของกุ้งเอง (Abrahamson, 1966; Kuris *et al.*, 1987; Mariappan and Balasundaram, 2004)

อัตราส่วนเพศ (Figure 3) มีความผันแปรในทุกลเดือนที่สำรวจ โดยมีกุ้งฝอยเพศเมียมากกว่าเพศผู้ทุกเดือน ยกเว้นเดือนมกราคม การทดสอบอัตราส่วนเพศด้วย χ^2 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่เป็นไปตามทฤษฎี (1:1) คือมีเพศเมียมากกว่าเพศผู้ถึง 1.5 เท่า สอดคล้องกับผลการศึกษาน้ำจืดชนิดอื่นๆ เช่น *Caridina laevis* ในกุดทิงใหญ่จังหวัดหนองคาย พบว่ามีเพศเมียมากกว่าเพศผู้ถึง 1.39 เท่า (Talerngkietlee *et al.*, 2003) และสอดคล้องกับผลการศึกษาน้ำจืดของ Zare *et al.*, (2011) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกุ้งน้ำจืดชนิด *C. fossarum* พบว่ามีเพศเมียมากกว่าเพศผู้ถึง 1.6 เท่า เหตุผลที่สำคัญที่ทำให้โครงสร้างประชากรกุ้งเพศเมียมีจำนวนมากกว่าเพศผู้เนื่องมาจากการปรับโครงสร้างความหนาแน่นของประชากรในช่วงผสมพันธุ์วางไข่ ดังนั้นจึงทำให้โครงสร้างประชากรและความหนาแน่นของกุ้งเพศเมียมีจำนวนและความหนาแน่นมากกว่ากุ้งเพศผู้ (Zare *et al.*, 2011; Fransozo *et al.*, 2004)

เมื่อวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้นระหว่างความตกไข่กับความยาวคาราเพสพบว่ากุ้งฝอยที่มีความยาวคาราเพสเพิ่มขึ้นจะสามารถผลิตไข่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zare *et al.* (2011) การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกุ้งฝอย ซึ่งได้แก่การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่ และระยะการพัฒนาของรังไข่ ทำให้ขาดข้อมูลในส่วนนี้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในภาพรวม พบว่าแม่กุ้งที่มีไข่ติดอยู่บริเวณส่วนท้องมีจำนวนร้อยละ 40.16 ของแม่กุ้งทั้งหมด และสามารถพบได้ตลอดทั้งปีในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาและเมื่อพิจารณาค่าความตกไข่เฉลี่ยจำแนกตามรายเดือนพบว่า ในเดือนพฤษภาคม กุ้งฝอยมีความตกไข่เฉลี่ยสูงที่สุด ดังนั้นกุ้งฝอยสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (Thongmee, 2000) และช่วงนี้ถือว่าเป็นฤดูสืบพันธุ์วางไข่ของกุ้งฝอย เนื่องจากมีความตกไข่และวางไข่มากที่สุด

การศึกษาพลวัตประชากรของกุ้งฝอย *M. lanchesteri* ได้แก่อำนาจการเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงและค่าอัตราการใช้ประโยชน์พบว่ามีค่าแตกต่างจากการศึกษาในกุ้งชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในสกุลเดียวกัน (Table 1)

Table 1 Population parameters of *Macrobrachium* spp.

Freshwater shrimp	L_{∞} (cm)	K (yr^{-1})	t_0 (yr^{-1})	Z (yr^{-1})	M (yr^{-1})	F (yr^{-1})	E	Sources
<i>M. vollenhovenii</i>	18.00	0.91	-	3.69	1.97	1.72	0.47	Etim and Sankare (1998)
<i>M. vollenhovenii</i>	14.20	1.00	-0.195	5.36	2.20	3.16	0.59	Alhassan and Armah (2011)
<i>M. felicinum</i>	10.24	1.40	-	9.50	3.04	6.46	0.68	Kingdom and Hart (2012)
<i>M. rosenbergii</i>	29.84	1.78	-	3.73	1.00	2.73	0.73	Soungkhapaitoon <i>et al.</i> (2004)
<i>M. lanchesteri</i>	2.125	1.06	-0.165	2.24	1.01	1.23	0.55	This study

จาก Table 1 จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์การเติบโต (L_{∞} , K , t_0) และค่าสัมประสิทธิ์การตายทั้ง 3 ค่า (Z , M , F) ของกุ้งฝอยมีความผันแปรกับค่าพารามิเตอร์การเติบโตและค่าสัมประสิทธิ์การตายของกุ้งชนิดอื่นๆ ในสกุลเดียวกัน

วิธีการศึกษาอายุและการเติบโตของสัตว์น้ำ สามารถกระทำได้ 3 วิธีได้แก่ (1) การศึกษาอายุจากส่วนแข็งของสัตว์น้ำ (2) การศึกษาอายุจากข้อมูลการทำและติดเครื่องหมาย และ (3) การศึกษาอายุจากข้อมูลความถี่ของความยาว วิธีที่ (3) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาอายุและการเติบโตของกุ้งฝอย (Etim and Sankare, 1998) เนื่องจากกุ้งฝอยจัดเป็นสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชีย ดังนั้นวิธีที่ (1) และ (2) จึงไม่เหมาะสมเพราะสัตว์น้ำในกลุ่มนี้มีการเติบโตโดยการลอกคราบจึงไม่มีร่องรอยที่เป็นส่วนแข็งให้ศึกษาอายุที่แท้จริงได้ และวิธีการทำและติดเครื่องหมายก็ไม่เหมาะสมเนื่องจากเครื่องหมายอาจหลุดออกจากตัวสัตว์น้ำได้ในช่วงของการลอกคราบรวมทั้งเครื่องหมายอาจทำอันตรายแก่กุ้งฝอยได้ (Etim and Sankare, 1998)

การศึกษาอายุและการเติบโตของสัตว์น้ำในเขตร้อนมักจะมีค่าผันแปรของฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิ (Pauly, 1990; Pauly *et al.*, 1992) การมีอาหารเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน

(Bayley, 1988) ดังนั้นความเข้าใจในระบบของการเติบโตของสัตว์น้ำกรณีเกิดความอ่อนไหวของฤดูกาล จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาระบบนิเวศวิวัฒนาการและการจัดการของทรัพยากรประมง (Berthou *et al.*, 2012) ตัวแบบการประมาณค่าอายุและการเติบโตของสัตว์น้ำในกรณีที่มีความผันแปรของฤดูกาลมาเกี่ยวข้องถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกจาก Pitcher and MacDonald (1973) ต่อมา Pauly and Gaschütz (1979); Somers (1988) ได้ดัดแปลงวิธีเดิมให้ทันสมัยมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีของ Somers (1988) เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ (Berthou *et al.*, 2012) สมการที่ (1) โดยมีค่าแอมพลิจูด (C) = 0.9, ตัวประมาณนำเข้าสู่จุดในฤดูร้อน (t_s) = 0.46 และจุดในฤดูหนาว (t_w) = 0.96 (Figure 5)

ประมาณค่า B'/Y และ Y'/R ตามวิธีการของ (Beverton and Holt, 1966; Pauly and Soriano, 1986) โดยใช้ค่าประมาณนำเข้า $L_\infty/L_\infty = 0.6$ และ $M/K = 0.95$ ในโปรแกรม FiSAT ได้ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพแรกเริ่มเท่ากับ 0.664 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิด Y'/R สูงสุดเท่ากับ 0.762 ซึ่งมากกว่าค่า E ปัจจุบัน (0.55) เท่ากับ 0.212 (Figure 7) ดังนั้นการใช้ประโยชน์กึ่งฝอยมีค่าน้อยกว่าระดับที่เหมาะสม และสามารถเพิ่มการลงแรงงานประมงได้อีกร้อยละ 27.82 โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาการทำประมงเกินกำลังผลิต (overfishing) ด้วยการใช้เครื่องมือประมงลอบกึ่งหรือสวิงทำการประมงกึ่งฝอยในแม่น้ำโขง เพื่อนำผลจับมาบริโภคหรือจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวแต่ควรงดจับกึ่งฝอยในช่วงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูผสมพันธุ์วางไข่ โดยเฉพาะแม่กึ่งมีความดกไข่และวางไข่จำนวนมากในช่วงเวลาดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณอุดหนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ปีงบประมาณ 2549 และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาสาขาการประมงทุกคนที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- Abrahamsson, S. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* (Linne) and *Pasifastacus leniusculus* (Dana). Svensk Naturvetenskap, 1964: 306-316.
- Alhassan, E. H. and Armah, A.K. 2011. Population Dynamics of the African River Prawn, *Macrobrachium vollenhovenii*, in Dawhenya Impoundment. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 11: 113-119.
- Berthou, E. G., Catot, G.C., Merciai, R. and Ogle, D.H. 2012. A technical note on seasonal growth models. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 22: 635-640
- Beverton, R. J. H. and Holt, S.J. 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part 2. Table of yield function. FAO Fisheries Technical Paper No. 38 (Rev.1). 67p.

- Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M. and Brahmi, B. 1993. Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga, ICLARM Q.* 16(1): 35-37.
- Etim, L. and Sankare, Y. 1998. Growth and mortality, recruitment and yield of the fresh-water shrimp, *Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1851 (Crustacea, Palaemonidae) in the Fahe reservoir, Cote d'Ivoire, West Africa. *Fisheries Research.* 38: 211-223
- Fransozo, A., Rodrigues, F. D., Freire, F. A. M. and Costa, R. C. 2004. Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius.* 12:119-126.
- Gayanilo, F.C., Sparre, P. and Pauly, D. 2002. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II) Program Package. FAO, Rome.
- Hoa, N. P. and Yi, Y. 2007. Prey ingestion and live food selectivity of marble goby (*Oxyeleotris marmorata*) using rice field prawn (*Macrobrachium lanchesteri*) as prey. *Aquaculture.* 273 (4): 443–448.
- Holthuis, L.B. 2000. Nomenclature and taxonomy. In: M.B. New & W.C. Valenti, eds. *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*, Oxford, England, Blackwell Science. 12-17.
- Jayachandran, K. V. and Joseph, N. I. 1988. Length–weight relationship of two Palaemonid prawns *Macrobrachium idella* and *M. scabriculum*. A comparative study. *Fishery Technology.* 25: 189-195.
- Johnson, D.S. 1969. Biology of potentially valuable fresh-water prawns with special reference to Rice and prawn *Cryphiops (Macrobrachium) lanchesteri* (De Man). In: Mistakidis, M.N. (Ed.), *Proceedings of the World Conference on the Biology and Culture of Shrimps and Prawns, 12–21 June 1967, Mexico City, Mexico.* FAO Fisheries Report. 57(2): 233–241.
- King, M. 2007. *Fisheries Biology, Assessment and Management*, 2nd ed. Blackwell Publishing. 400 p.
- Kingdom, T. and Hart, A.I. 2012. Population dynamics of Niger River prawn (*Macrobrachium felicinum*) in Lower Taylor Creek, Niger Delta, Nigeria. *Zoology and Ecology.* 22(3-4): 160-165.
- Kuris, A.M., Ra'anan, Z., Sagi, A. and Cohen, D. 1987. Morphometric differentiation of male Malaysian giant prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Crustacean Biology.* 7: 219-237.
- Mariappan, P and Balasundaram, C. 2004. Studies on the Morphometry of *Macrobrachium nobilii* (Decapoda, Palaemonidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 47(3): 441-449.

- Pauly, D. 1980. A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stock. FAO Fisheries.Circular.729: 54 p.
- Pauly, D. 1986. On improving operation and use of the ELEFAN programs. Part II. Improving the estimation of L_{∞} (infinity). Fishbyte, ICLARM. 4(11): 18-20.
- Pauly, D. 1990. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. Fishbyte 8(3):24-29.
- Pauly, D. and Gaschütz, G. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICES. CM 1979/ G:24. 26 p.
- Pauly, D. and Munro, J. L. 1984.Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte 2(1): 20-21.
- Pauly, D. and Soriano, M. L. 1986. Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield – per-recruit model. cited in Maclean J.L., L.B. Dizon and L. V. Hosillos. The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila. 491-496.
- Pauly, D. Soriano-Bartz, M., Moreau, J. and Jarre-Teichmann, A. 1992. A new model accounting for seasonal cessation of growth in fishes. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 43(5): 1151-1156.
- Pitcher, T. J. and Macdonald, P.D.M. 1973. Two models of seasonal growth. Journal of Apply Ecology 10: 599-606.
- Powell, D. G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. Rapportset Proces-Verbaux des Reunions du Conseil International pour Exploration de la Mer, 175: 167-169.
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, [Online] Available from <http://www.R-project.org> [2013, December18].
- Ricker, W.E. 1975.Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull Fisheries Research Board of Canada.191:382 p.
- Somers, I. F. 1988. On a seasonally oscillating growth function. Fishbyte 6(2): 13-14.
- Soungkhapaitoon, S., Banyen, S. and Tannil, K. 2004. Population Dynamics of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) in Downstream of the Tapee River, Surat Thani Province. Publications NO. 3/2004. Fisheries Research and Development Center. [in Thai].

- Sparre, P. and Venema, S.C. 1992. Introduction to fish stock assessment. Part 1: Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev. 2. FAO, Rome. 376 p.
- Talemgkietlee, T., Jiwyam, W. and Pruangka, S. 2003. Some biological aspects of freshwater prawn, *Caridina laevis* in Kud Thing Yai, Changwat Nongkhai. KKU Research Journal.4(special): 32-43. [in Thai].
- Thapanand, C.T. 2009. Tropical Fish population Dynamics. Mr. Copy, Bangkok. 195 p. [in Thai]
- Thongmee, B. 2000. Commercial freshwater shrimp farming. Documentation, training and practice, Maejo university, Chiang Mai, Thailand. [in Thai]
- Wetherall, J. A. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. I CLARM Fishbyte. 4:12-14.
- Zare, P., Naderi, M., Eshghi, H. and Anastasiadou, C. 2011. Reproductive traits of the freshwater Shrimp *Caridina fossarum* Heller, 1862 (Decapoda, Caridea, Atyidae) in the Ghomp-Atashkede spring (Iran). Limnologica. 41(3): 244-248