



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ชีววิทยาการสืบพันธุ์และการอพยพเพื่อสืบพันธุ์ของปลาบางชนิด ในแม่น้ำมูล

โดย ผศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ และประทีปักษ์ ตาบทิพย์วรรณ

กรกฎาคม 2549

สัญญาเลขที่ MRG46800190

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ชีววิทยาการสืบพันธุ์และการอพยพเพื่อสืบพันธุ์ของปลาบางชนิดในแม่น้ำมูล

คณะผู้วิจัย

1. ผศ. ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ
2. รศ. ดร. ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ

สังกัด

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยทบวงมหาวิทยาลัยและ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ทบวงฯ และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญรูป	ii
สารบัญตาราง	iii
บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	3
EXECUTIVE SUMMARY	5
เนื้อหางานวิจัย	
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	7
การตรวจเอกสาร	9
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
สถานที่เก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาวิจัย	10
วิธีการศึกษา	
1. การพัฒนาของรังไข่และความตกของไข่	11
2. การศึกษาการพัฒนาของฮอร์โมนเพศ	12
3. การศึกษาเนื้อเยื่อของรังไข่	12
4. การวัดค่าคุณภาพน้ำ	12
ผลการศึกษา	
ปลากาดำ Black shark minnow <i>Labeo chrysophekadion</i>	13
ปลาทรายหนู Shark catfish <i>Helicophagus waandersii</i>	16
ปริมาณน้ำฝนและค่าคุณภาพน้ำ	22
วิจารณ์ผล	24
เอกสารอ้างอิง	26
Outputs ที่ได้ของโครงการ	29
ภาคผนวก	
ภาคผนวก 1	30
ภาคผนวก 2	47
ภาคผนวก 3	59

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	บริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมที่สำคัญในบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง	8
2	(ก) ปลาเก๋า และ (ข) ปลาสวายหนู	8
3	รูปแบบวงจรการอพยพย้ายถิ่นของปลากะตักและปลาสวายในลุ่มน้ำโขง	9
4	บริเวณที่ตั้งของแม่น้ำมูลและสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 5 สถานี	10
5	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามสถานีเก็บตัวอย่างของปลากะตักในแม่น้ำมูล	13
6	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามเดือนที่ทำการสำรวจของปลากะตักในแม่น้ำมูล	13
7	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละดัชนีความสมบูรณ์ของรังไข่ของปลากะตักในแม่น้ำมูลระหว่างสถานีสำรวจใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน	14
8	การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในแม่ปลากะตักในแม่น้ำมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง ธันวาคม 2547	15
9	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามสถานีเก็บตัวอย่างของปลาสวายหนูในแม่น้ำมูล	16
10	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามเดือนที่ทำการสำรวจของปลาสวายหนูในแม่น้ำมูล	16
11	การเปลี่ยนแปลงในร้อยละดัชนีความสมบูรณ์ของรังไข่ของปลาสวายหนูในแม่น้ำมูลระหว่างสถานีสำรวจใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน	17
12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความตกของไข่กับความยาวและน้ำหนักของตัวอย่างแม่ปลาสวายหนูในบริเวณแม่น้ำมูล	18
13	การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในแม่ปลาสวายหนูในแม่น้ำมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง ธันวาคม 2547	19
14	เนื้อเยื่อรังไข่ที่มีขนาดสมบูรณ์เต็มช่องท้อง (ระยะที่ 4 หรือ 5) ของแม่ปลาสวายหนู	21
15	เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสวายหนูแสดงให้เห็นเม็ดไข่ระยะแรก (po)	21
16	เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสวายหนูแสดงให้เห็นเม็ดไข่ในระยะที่เริ่มมีการสะสมไข่แดง (ev)	21
17	เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสวายหนูแสดงให้เห็นถุงไข่ระยะที่ปล่อยเม็ดไข่แล้ว (pvt)	22
18	เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสวายหนูแสดงให้เห็นถุงหุ้มเม็ดไข่เสื่อมสภาพ (at) และถุงหุ้มเม็ดไข่เปล่า (ef)	22
19	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$), ปริมาณน้ำฝน (mm) และความขุ่น (NTU) ในบริเวณ (a) ใต้เขื่อนปากมูล และ (b) เหนือเขื่อนปากมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม 2546 ถึง ธันวาคม 2547	23

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดที่ตั้งและลักษณะของสถานีเก็บตัวอย่าง	11
2	การแบ่งระยะของระยะของรังไข่	11
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศของแม่ปลาทรายหูล ในแต่ละเดือนและบริเวณที่สำรวจ	20
4	ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) และพิสัยของค่าคุณภาพน้ำที่ทำการวัดบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนปาก มุนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2546 ถึง ธันวาคม 2547	23

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย “ชีววิทยาการสืบพันธุ์และการอพยพเพื่อสืบพันธุ์ของปลาบางชนิดในแม่น้ำมูล” ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยระหว่าง (สกว.) เดือน กรกฎาคม 2546 ถึง มิถุนายน 2548 ภายใต้โครงการสนับสนุนนักวิจัยรุ่นใหม่ระหว่างทบวงมหาวิทยาลัยและ สกว.

ในการศึกษาค้างนี้ได้แบ่งพื้นที่ในการศึกษาเป็น 2 บริเวณหลักคือบริเวณเหนือเขื่อนปากมูล (3 สถานีสำรวจ) และบริเวณใต้เขื่อนปากมูล (2 สถานีสำรวจ) ทำการศึกษาปลา 2 ชนิดหลัก คือ 1. ปลากาดำ (black shark minnow *Labeo chrysophekadion*) และ 2. ปลาสวายหนู (shark catfish *Helicophagus waandersii*) โดยที่ปลาอีก 2 ชนิดที่ไม่ได้ทำการศึกษาตามข้อเสนอโครงการ คือ ปลาตะเพียนขาว (Silver barb *Barbodes gonionotus*) เนื่องจากความไม่แน่นอนของตัวอย่างมาจากในบริเวณแม่น้ำมูลที่ทำการศึกษหรือไม่ (เนื่องจากอาจจะเป็นปลาจากแหล่งประมงขนาดใหญ่ที่อยู่ใกล้เคียง อันได้แก่ เขื่อนสิรินธร) และปลาซำ (minnow *Leptobarbus leptocheilus*) เนื่องจากปริมาณตัวอย่างที่ได้มีไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการที่สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทำให้สต็อกของปลาชนิดนี้ในแม่น้ำมูลลดลง ผลการศึกษาในปลาที่เป็นตัวแทนได้ผลดังนี้คือ

ก) ปลากาดำ: จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาของรังไข่ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศ (อันได้แก่ เทสโทสเตอโรน T , เอสตราไดออล E_2 และ โปรเจสเตอโรน $17, 20 \beta P$) พบว่าปลาชนิดนี้จะเริ่มมีการพัฒนารังไข่เพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ในช่วงต้นฤดูฝน ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดของดัชนีการพัฒนารังไข่พบในเดือนกรกฎาคม 2547 ($17.6\% \pm 1.4\%$) บริเวณใต้เขื่อนปากมูล และในเดือนกันยายน 2546 ($17.4\% \pm 2.3\%$) ในบริเวณเหนือเขื่อน ความตกของไข่ของตัวอย่างอยู่ในช่วง 36,400 ถึง 58,600 ฟอง (ค่าเฉลี่ย $45,040 \pm 5,872$ ฟอง). ระดับการเปลี่ยนแปลงของ T , E_2 และ $17, 20 \beta P$ ของปลากาดำในแม่น้ำมูล จะอยู่ในช่วง 0.03-12.47, 0.01-9.63 และ <0.01 -1.79 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร, ตามลำดับ นอกจากนี้, จากการศึกษาพบว่ารังไข่ในระยะที่ 6 (ระยะที่วางไข่แล้ว) และ $17, 20 \beta P$ (ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นให้เกิดการปล่อยไข่) จะพบในสถานีสำรวจที่อยู่เหนือเขื่อนปากมูลเท่านั้น แสดงให้เห็นความจำเป็นที่ต้องอพยพจากแม่น้ำโขงขึ้นมาในบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมในแม่น้ำมูลเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ของปลาชนิดนี้

ข) ปลาสวายหนู: ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาของรังไข่ของปลาสวายหนูได้ผลในทิศทางเดียวกันกับปลากาดำ คือจะมีฤดูกาลผสมพันธุ์และวางไข่ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงมิถุนายน โดยค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดของดัชนีการพัฒนารังไข่พบในเดือนมิถุนายน 2547 ความตกของไข่ของตัวอย่างอยู่ในช่วง 21,550 ถึง 191,540 ฟอง ระดับสูงสุดของฮอร์โมนเพศ T , E_2 และ $17, 20 \beta P$ มีค่าเท่ากับ 0.96 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม) 14.37 พิโคกรัมต่อมิลลิลิตร (ในเดือนกรกฎาคม) และ 0.81 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ในเดือนพฤษภาคม), ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาของรังไข่ทุกระยะสามารถพบได้ทั้งในบริเวณเหนือเขื่อนและใต้เขื่อน รวมทั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศทั้งบริเวณเหนือเขื่อนและใต้เขื่อน ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ปลาสวายหนูไม่จำเป็นต้องอพยพเข้าบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำมูล (บริเวณเหนือเขื่อน) เพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ โดยที่แหล่งสืบพันธุ์ที่สำคัญของปลาชนิดนี้จะเป็นบริเวณแก่งที่เชื่อมต่อกับเวิน (deep pool) ซึ่งพบได้ทั้งในบริเวณเหนือเขื่อนและใต้เขื่อน รวมทั้งบริเวณที่มีลักษณะดังกล่าวที่สำคัญในแม่น้ำโขง อันได้แก่ บริเวณสี่พันดอน

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการการเปิดปิดประตูระบายน้ำของเขื่อนปากมูล คือเปิดบานประตูในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน จะให้ประโยชน์ในด้านการอพยพเพื่อการสืบพันธุ์ในแม่น้ำมูลของปลาที่มีแหล่งสืบพันธุ์และวางไข่ (spawning ground) ในพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมบริเวณเหนือเขื่อนปากมูล (ดังเช่นในปลากาดำ) และถึงแม้ว่าการบริหารจัดการดังกล่าว จะไม่มีผลโดยตรงต่อการอพยพเพื่อการสืบพันธุ์ในแม่น้ำมูลต่อปลากลุ่มอื่น (อาทิเช่น ปลาสวายหนู) แต่ก็จะมีประโยชน์ในแง่ของการที่ที่ราบลุ่มน้ำท่วมในบริเวณเหนือเขื่อนปากมูล

จะเป็นแหล่งอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน (nursery ground) และเป็นแหล่งอาหาร (feeding ground) ที่สำคัญของปลาเหล่านั้น เมื่อมีการอพยพเข้ามาในแม่น้ำมูลซึ่งจะเป็นการช่วยในการอนุรักษ์สต็อกของปลากลุ่มต่างในระบบแม่น้ำโขง-แม่น้ำมูล

คำสำคัญ: การสืบพันธุ์, การอพยพ, แม่น้ำมูล, ปลากาดำ และ ปลาสวายหนู

ABSTRACT

The research project "Aspects in reproductive biology and spawning migration in female fishes in the Mun River, Thailand" had been funded by the Thailand Research Fund (TRF) from July 2004 to June 2005 under the "the MUA¹-TRF New Researcher Grant".

The study area was divided into two main areas (using the Pak Mun dam as the barrier) i.e. the upper and lower parts of the dam, which consist of 3 and 2 sampling station respectively. The study focus on the two fish species viz. black shark minnow *Labeo chrysophekadion* and shark catfish *Helicophagus waandersii*. Meanwhile the other two proposed species Silver barb *Barbodes gonionotus* and (minnow *Larbiobarbus leptocheilus* had not been conducted because of the respective causes of un-confirmed source of samples (*B. gonionotus*) and low number of samples (*L. chrysophekadion*). The results of the study are

A) *L. chrysophekadion*: the gonadosomatic index (%GSI) and changes in sex steroid hormones (i.e. T , E_2 and $17, 20 \beta P$) of female *L. chrysophekadion* showed that the species starts to mature at the onset of the rainy season. The peaks of average %GSI were recorded in July 2004 (17.6 ± 1.4) in the downstream area and in September 2003 ($17.4\% \pm 2.3\%$) in the upstream area. Fecundity of the *L. chrysophekadion* samples ranged from 36,400 to 58,600 (mean: $45,040 \pm 5,872$). Profiles of the plasma level of T , E_2 and $17, 20 \beta P$ of *L. chrysophekadion* in the Mun River ranged from 0.03-12.47, 0.01-9.63 and <0.01 -1.79 ng ml⁻¹, respectively. Stage VI ovaries and continuously high $17, 20 \beta P$ levels were found only in the upstream area. The results from the studies indicated that *L. chrysophekadion* is a rhithralic fish, which requires the flood forest habitat upstream of the Mun River to spawn and rear juveniles. This phenomenon confirms the spawning migration of *L. chrysophekadion* from the Mekong to the Mun River.

B) *H. waandersii*: Changes in the maturity stage and the annual sex hormonal profiles revealed that the spawning period of *H. waandersii* is from May to June. The highest average gonadosomatic index ($4.42\% \pm 1.90\%$) was observed in the rainy season in June 2004. Fecundity ranged from 21,550 to 191,540 eggs. Three hormonal profiles viz. testosterone (T), 17β -estradiol (E_2) and $17, 20 \beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one ($17, 20 \beta P$) were determined by radioimmunoassay. The highest levels of T (0.96 ng ml⁻¹), E_2 (14.37 pg ml⁻¹) and $17, 20 \beta P$ (0.81 ng ml⁻¹) were respectively measured in April to May, July and May. There was no spatial statistical difference ($P > 0.05$) for each sex steroid profiles. The results indicated that *H. waandersii* spawn during the rainy season in the rapid areas, both downstream and upstream and also in the Sipandone area in the Mekong mainstream.

From the findings of this study, it can be concluded that the sluice gates opening management regime for 4 months, from June to September, in the rainy season is of advantage for the rhithralic fishes (such as *L. chrysophekadion*) and also for the other fishes in terms of feeding and nursery grounds in the upstream area for the other fishes (such as *H. waandersii*). This regulation can prevent the substantial

¹ MUA: Ministry of University Affair

decline in population of the fishes in the Mekong – Mun River system due to the restricted access to the spawning, nursery and feeding grounds.

Keywords: reproduction, migration, Mun River, *Labeo chrysophekadion* and *Helicophagus waandersii*.

EXECUTIVE SUMMARY

Any damming projects do block the migratory route of the fishes to their suitable habitats during their life cycle such as spawning, nursery and feeding grounds. Therefore, appropriate management scheme, such as building the fish ladder or open the sluice gate for a certain period annually, to mitigate this problem is desired. Moreover, the monitoring and evaluation program after the management scheme has been implemented is also important for revising the effective strategies.

The research project "Aspects in reproductive biology and spawning migration in female fishes in the Mun River, Thailand" is inaugurated from the above viewpoint. It was funded by the Thailand Research Fund (TRF) from July 2004 to June 2005 under "the MUA-TRF New Researcher Grant". The rationale of this project started from the results of 2 studies viz. Jutagate et al. (2001)² and Jutagate et al. (2005)³. The first work reveals that during the impoundment period of the Pak Mun Dam, the rheophilic fish species were extirpate from the reservoir area but, on the other hand, the increase in numbers of limnophilic species were obviously observed. The latter work, by using the temporal and spatial changes in fish catches, discovered that there the migration patterns of the fishes from the Mekong mainstream to the Mun River and *vice versa*. This project aims, therefore, to investigate the purpose of fish migrations that whether or not it is a spawning migration, which is the major concern of fish migration. Also in the study, it is attempted to find out the consequent results after the management scheme of the sluice gates of the Pak Mun Dam, which is 4-month close (during rainy season) and open in the rest 8 months.

The key work of the study deals with the temporal and spatial changes and development of the ovaries and sex hormones of the representative species to investigate their spawning aspects and relate to their migrations. The two representative species were selected based on the findings from Jutagate et al. (2005), during the one year trial of opening all sluice gates of the Pak Mun Dam. During that trial, there were (a) black shark minnow *Labeo chrysophekadion*, which was the species that had the highest percentage index of relative importance (%IRI) and (b) shark catfish *Helicophagus waandersii*, which was the highest %IRI fish among the migratory pangasiid fishes. Moreover, *L. chrysophekadion* and *H. waandersii* are also the representatives of the medium to large size fishes of the respective benthopelagic and demersal fishes, which cannot move across the fish ladder at Pak Mun Dam.

From the study, it is found that the development of the ovaries, as well as sex hormones, and the spawning season of both species were in the same period at the rainy season. However, the spawning ground of *L. chrysophekadion* is at the floodplain area upstream of the Mun River (i.e. rhithralic fish) meanwhile *H. waandersii* breeds at the rapids areas, which connect to the deep pools and these areas locate in the Mun River *per se* (i.e. rheophilic type A fish). Thus, the purposes of the upstream

² Jutagate, T., Lamkom, T., Satapornwanit, K., Naiwinit, W. and Petchuay, C. 2001. Fish species diversity and ichthyomass in Pak Mun Reservoir, five years after impoundment. Asian Fish. Sci. (14): 417-425.

³ Jutagate, T. Krudpan, C., Ngamsnae, P., Payooha, K and Lamkom, T. 2005. Catch per unit of fishing effort as the evidence on the fish migrations in the Mun River, Thailand. Fish. Magmt. & Ecol. (12): 57-62.

migration of the representative fishes, from the Mekong mainstream to the Mun River, are difference. It is a spawning migration for *L. chrysophekadion* but trophic migration for *H. waandersii*. In terms of the Pak Mun Dam's management scheme, it can be said in general that this dam opening management scheme is advantageous to the medium to large sized benthopelagic and demersal fishes, from the Mekong Mainstream, that cannot use the fish ladder to enter the flood forests upstream during the rainy season for spawning, nursing the larvae as well as feeding of the adults and juveniles. However, in the long run, the spawning migration will be facilitated since the area upstream of the dam provides an excellent temporary recruitment area with many juvenile and adult migrating back to the Mekong mainstream to inhabit during the dry season. If the tributaries are dammed, it will lead to restricted access to the nursery and feeding grounds and finally cause in substantial decline in population of the species.

เนื้อหางานวิจัย

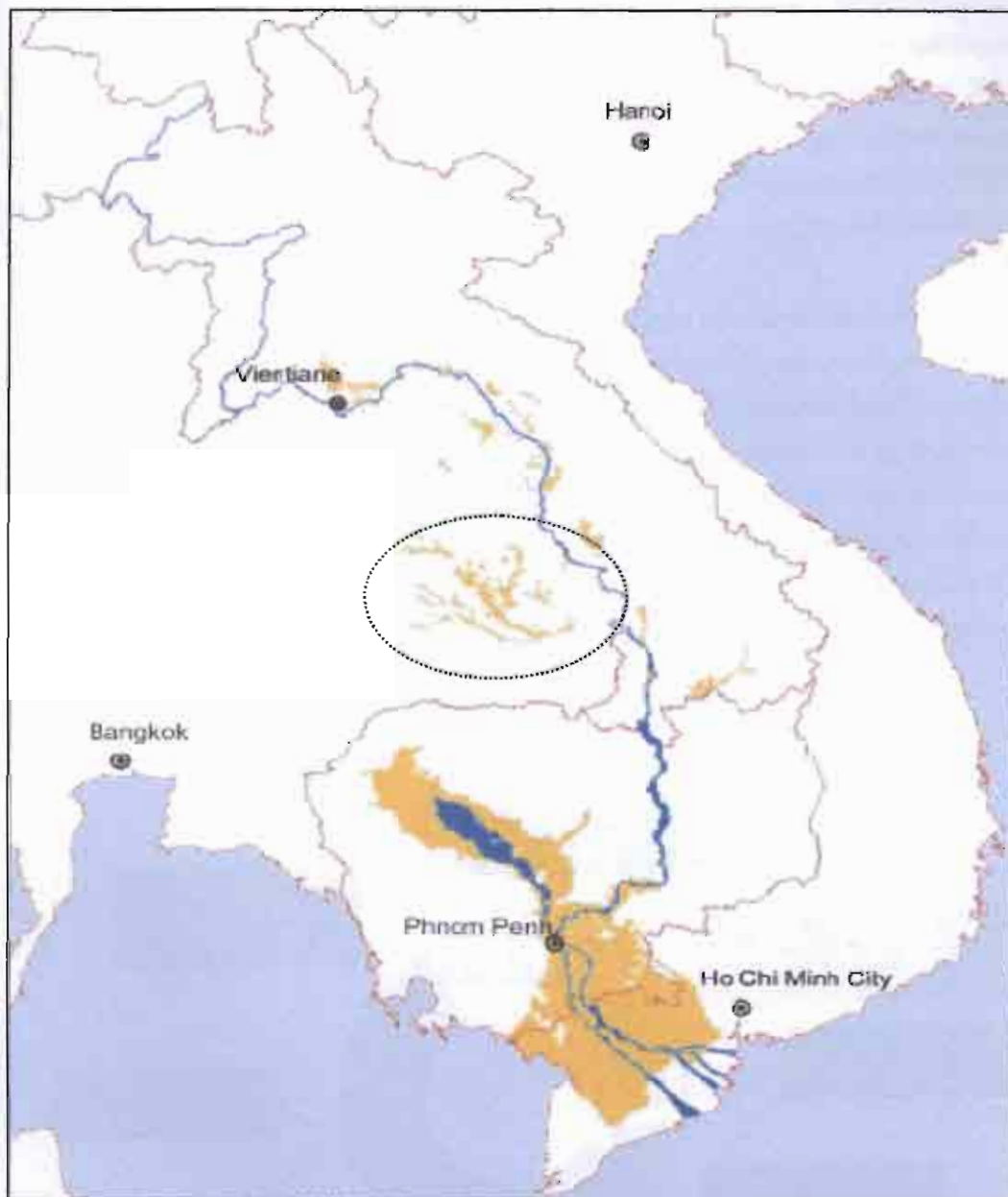
ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาน้ำจืดในประเทศไทยโดยทั่วไป จะเน้นศึกษาการพัฒนาการของรังไข่และมักจะเป็นการศึกษาในแหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งมีความสะดวกในการเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษา (อาทิเช่น สันธนา และคณะ, 2533; จินตนา และคณะ, 2540; Jutagate, 2002) และการอพยพเดินทางเข้าแหล่งสืบพันธุ์และวางไข่มักจะทำอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่อาศัยอยู่ในระบบแม่น้ำซึ่งมีความหลากหลายในแหล่งและฤดูกาลที่ปลาสืบพันธุ์และวางไข่ รวมทั้งระยะทางที่ทำการอพยพเพื่อกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาของปลาในแม่น้ำที่ผ่านมาจะศึกษาเพียงการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละช่วงเวลาเท่านั้น (สันธนา, 2531; สันธนา 2532) ในขณะที่องค์ความรู้ส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันด้านแหล่งวางไข่และการอพยพเพื่อวางไข่ของปลาที่อาศัยอยู่ในระบบแม่น้ำ มักจะเกิดจากการสอบถามชาวประมงท้องถิ่น (อาทิเช่น Poulsen และ JØrgensen, 2000) อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับว่าการสอบถามข้อมูลโดยวิธีนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนและไม่แน่นอน (uncertainty) อยู่สูง ทั้งจากผู้ให้ข้อมูล และ/หรือ ผู้สัมภาษณ์เอง (FAO, 1999)

ดังเป็นที่ทราบกันดีว่าการสืบพันธุ์และวางไข่ของปลาที่อาศัยอยู่ในระบบแม่น้ำมีความสัมพันธ์อย่างสูงในการอพยพของปลา (Jungwirth และคณะ, 1998) ดังนั้นการศึกษาย่างลึกซึ้งในสองประเด็นนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งทั้งในแง่ชีวประวัติของปลาและเพื่อการจัดการทรัพยากรประมงที่มีประสิทธิภาพ เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการประยุกต์นำเอาการเปลี่ยนแปลงของค่าผลจับของปลาในแต่ละช่วงฤดูกาลมาเป็นดัชนีชี้การอพยพของปลาในแม่น้ำ ซึ่งอาศัยสมมติฐานหลักที่ว่าการอพยพของปลานั้นจะเกิดขึ้นจากวัตถุประสงค์ของการสืบพันธุ์และวางไข่เป็นหลัก (Warren และคณะ, 1998; Jutagate และคณะ, 2005) อย่างไรก็ตาม, การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์และศึกษาจนถึงระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่สำรวจจะทำให้เราได้เข้าใจถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์และรูปแบบการอพยพของปลาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Kestemont และคณะ, 1999) รวมทั้งจะเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ทั้งในด้านวิธีการศึกษาทางชีวประวัติและรูปแบบของการอพยพของปลาในลำน้ำสาขา (แม่น้ำมูล) จากแม่น้ำสายหลัก (แม่น้ำโขง)

โครงการวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์และรูปแบบการอพยพของปลาในบริเวณลำน้ำมูล ซึ่งมีประเด็นถกเถียงกันอย่างมากอันเนื่องมาจากการสร้างเขื่อนปากมูล ซึ่งมีผลทำให้ปลาบางชนิดไม่สามารถอพยพขึ้นไปบริเวณต้นน้ำ (ภายใต้สมมติฐานที่ว่าเป็นการอพยพเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่) ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อวงจรชีวิตของปลาและประชากรปลารุ่นใหม่ที่จะเข้ามาทดแทนที่ เนื่องจากในบริเวณแม่น้ำโขงตอนกลางนั้น แม่น้ำมูลเป็นลำน้ำสาขาที่มีบริเวณแหล่งน้ำท่วมที่ใหญ่(รูปที่ 1) และมีความสำคัญทั้งในแง่การเป็นแหล่งสืบพันธุ์และวางไข่รวมทั้งเป็นแหล่งอาหาร

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเลือกตัวแทนปลาในการทำการการศึกษา 2 ชนิด คือปลากาดำ *Labeo chrysophekadion*, Bleeker 1850 (รูปที่ 2ก) และ ปลาสวายหนู *Helicophagus waandersii*, Bleeker 1858 (รูปที่ 2ข) ซึ่งจากการศึกษาของ Jutagate และคณะ (2005) ในช่วง พ.ศ. 2545 ที่มีการทดลองเปิดประตูระบายน้ำทุกบานเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเขื่อนปากมูล พบว่าตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ปลากาดำเป็นปลาที่มีร้อยละของค่าดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (Percentage of Index of Relative Importance: %IRI) ของสูงสุดจากผลจับสัตว์น้ำทั้งหมด และปลาสวายหนู เป็นปลาในกลุ่มปลาสวาย (ซึ่งเป็นกลุ่มที่จัดว่าการอพยพในลำน้ำในระยะทางไกล) ที่มีค่า %IRI สูงที่สุดในกลุ่มปลาสวายด้วยกัน และปลาทั้ง 2 ชนิดไม่สามารถอพยพข้ามเขื่อนปากมูลโดยอาศัยบันไดปลาโจนได้ (Sripatraprasit และ Lin, 2003) ดังนั้นปลาทั้ง 2 ชนิดนี้จึงเป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อดูถึงความสัมพันธ์ระหว่างการสืบพันธุ์การการอพยพย้ายถิ่น รวมทั้งเพื่อการประเมินผลในการจัดการประตูระบายน้ำเขื่อนปากมูลที่มีการเปิดในช่วงฤดูฝนเป็นเวลา 4 เดือน และปิดใน 8 เดือนที่เหลือเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ว่ามีประโยชน์ต่อตัวแทนปลาที่ศึกษามากน้อยเพียงใด



รูปที่ 1 บริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมที่สำคัญในบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (ในวงรีจะเป็นที่ลุ่มน้ำท่วมในแม่น้ำมูล)
ที่มา Sverdrup-Jensen S. (2003)

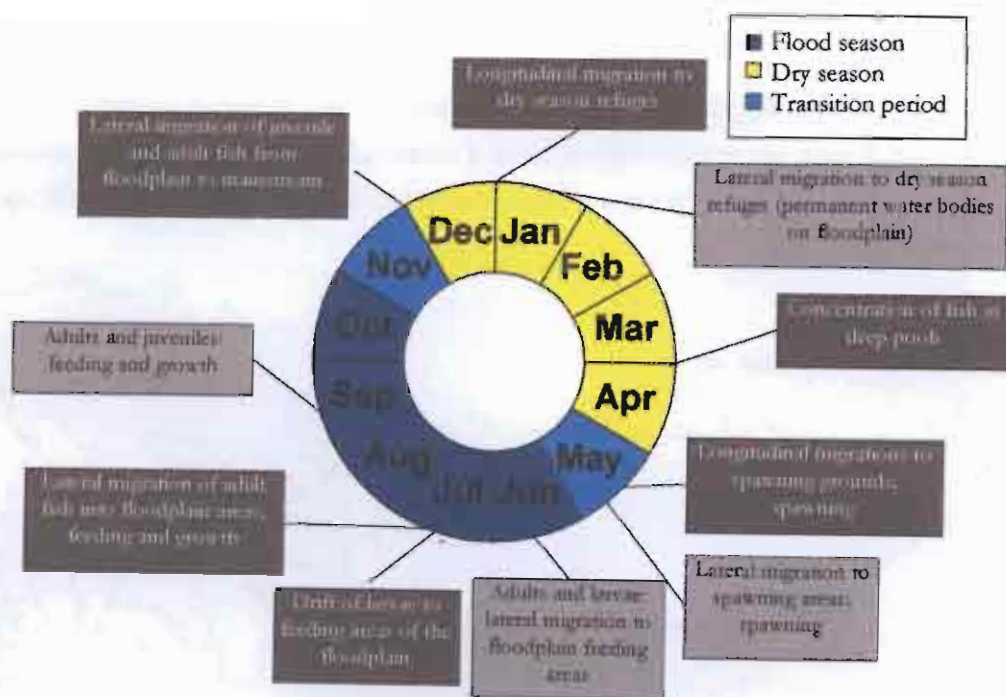


รูปที่ 2 (ก) ปลากาดำ และ (ข) ปลาสวายหนู
ที่มา Fishbase (available: www.fishbase.org)

การตรวจสอบเอกสาร

แม่น้ำมูลเป็นแม่น้ำสายที่ยาวที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ซึ่งแม่น้ำมูลจะบรรจบกับแม่น้ำโขงที่ อ. โขงเจียม จ. อุบลราชธานี โดยความยาวตลอดทั้งสายของแม่น้ำมูลเท่ากับ 641 กิโลเมตร และมีพื้นที่จับสัตว์น้ำเท่ากับ 117,000 ตารางกิโลเมตร (Robert, 2001) และในบริเวณตอนล่างของแม่น้ำมูล (6 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ) จะเป็นที่ตั้งของเขื่อนปากมูลเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า, ซึ่งเป็นเขื่อนลักษณะแบบประตูระบายน้ำที่พื้นที่เก็บกักน้ำไม่ได้มีขนาดใหญ่, โดยตัวเขื่อนจะสูง 17 เมตร ยาว 300 เมตร ซึ่งระดับการกักเก็บน้ำปกติจะอยู่ที่ระดับ 108 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลกลาง และมีพื้นที่ผืนน้ำเท่ากับ 60 ตารางกิโลเมตร (Amomsakchai และคณะ, 2000)

Amomsakchai และคณะ (2000) รายงานว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำของแม่น้ำมูลมีปลาทั้งหมด 265 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้มี 77 ชนิดที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการอพยพย้ายถิ่นตามลำน้ำในระบบแม่น้ำมูล-แม่น้ำโขงเพื่อการดำรงชีวิต ในขณะที่ Warren และ Mattson (2000) กล่าวว่าปลาที่อาศัยอยู่ในลุ่มน้ำโขงเกือบทุกชนิด จะมีการอพยพย้ายถิ่นในแต่ละช่วงของฤดูกาล แต่จะแตกต่างกันที่ระยะทางในการอพยพเท่านั้น Northcote (1984) กล่าวว่า การอพยพย้ายถิ่นของปลานั้นจะเป็นการอพยพในแต่ละช่วงฤดูกาลเพื่อหาแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม เพื่อวัตถุประสงค์ในการสืบพันธุ์, การเติบโต, การหาอาหารและการอยู่รอด ซึ่งถ้าแบ่งปลาในระบบแม่น้ำโขงออกเป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะสั้นที่ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง (ปลาดำ: black fishes) กับปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะไกลและชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหล (ปลาขาว: white fishes) เราจะสามารถสรุปช่วงฤดูกาลในการอพยพและพื้นที่ที่เข้าไปอาศัยอยู่ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบวงจรการอพยพย้ายถิ่นของปลาดำและปลาขาวในลุ่มน้ำโขง (ปลาดำจะเป็นตัวหนังสือสีดำ ส่วนปลาขาวจะเป็นตัวหนังสือสีขาว)
ที่มา Mattson and Jutagate (2005)

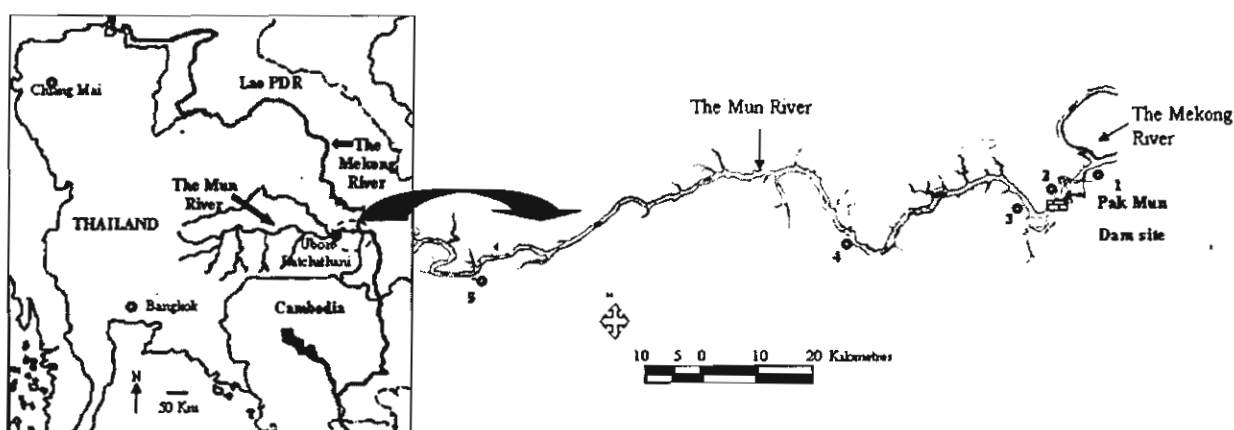
ดังนั้นเพื่อช่วยในการอพยพย้ายถิ่นของปลาในระบบแม่น้ำมูล-แม่น้ำโขง จึงได้มีการสร้างบันไดปลาโจน, รูปแบบ "pools and weirs", ติดกับตัวเขื่อนปากมูล เพื่อเป็นการช่วยในการอพยพของปลา แต่อย่างไรก็ตาม, จากการศึกษาพบว่าปลาหลายชนิดไม่อาจอาศัยบันไดปลาโจนเพื่อการอพยพข้ามไปบริเวณเหนือเขื่อนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาในครอบครัว Pangasiidae, Sisoridae และ ปลาขนาดกลางถึงใหญ่ในครอบครัว Cyprinidae (Schouten และคณะ, 2000; Sripatraprasit และ Lin, 2003) โดยปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถข้ามบันไดปลาโจนได้มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 13 ซม. (Sripatraprasit และ Lin, 2003) และจากการศึกษาของ Schouten และคณะ (2000) พบว่ามีปลาอย่างน้อย 55 ชนิด, ซึ่งเป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่น, หายไปจากระบบแม่น้ำมูล

จากเหตุการณ์ข้างต้นดังกล่าว ทำให้รัฐบาลสั่งการให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยทำการเปิดประตูระบายน้ำทุกบานเพื่อศึกษาถึงแนวทางที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นเวลา 1 ปี ในช่วงเดือนมิถุนายน 2544 ถึง พฤษภาคม 2545 เพื่อทำการศึกษาถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหา (สามารถอ่านรายละเอียดได้จาก Jutagate และคณะ, 2003 และ Jutagate และคณะ, 2005) ซึ่งได้ผลออกมาเป็นมาตรการในการจัดการประตูระบายน้ำเขื่อนปากมูลที่เปิดประตูระบายน้ำทุกบานเป็นระยะเวลา 4 เดือนในช่วงฤดูฝน เพื่อให้ปลาในระบบแม่น้ำมูล-แม่น้ำโขงได้มีการอพยพเข้าออกเพื่อการดำรงชีวิต ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงวัตถุประสงค์ในการอพยพของปลาดัวแทนที่ทำการศึกษ อันได้แก่ ปลาเก๋าและปลาสวายหนู โดยมีสมมติฐานหลักว่าเป็นการอพยพเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ ซึ่งเป็นการอพยพที่สำคัญที่สุดของปลา เพราะจะเป็นการผลิตประชากรรุ่นใหม่เข้ามาทดแทนที่ประชากรที่ตายไปทั้งจากสาเหตุทั้งในธรรมชาติและโดยการประมง (Welcomme, 2001)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานีเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการแบ่งพื้นที่การวิจัยเป็น 2 บริเวณ (รูปที่ 4) คือบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนปากมูล โดยแต่ละพื้นที่มีสถานีเก็บตัวอย่าง 2 สถานี (สถานีที่ 1 และ 2) และ 3 สถานี (สถานีที่ 3, 4 และ 5) ตามลำดับ โดยที่แต่ละสถานีมีลักษณะของพื้นที่แตกต่างกันไป ตามตารางที่ 1



รูปที่ 4 บริเวณที่ตั้งของแม่น้ำมูลและสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 5 สถานี

ตารางที่ 1 รายละเอียดที่ตั้งและลักษณะของสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานี	ตำแหน่งและลักษณะของพื้นที่
1	บริเวณปากแม่น้ำมูลที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำโขง
2	แก่งตะนะ บริเวณแก่งขนาดใหญ่แก่งแรกเมื่อเข้ามาจากปากแม่น้ำมูล มีเวิน (deep pool) กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณแก่ง
3	บ้านหัวเหว บริเวณสถานีเหนือเขื่อนสถานีแรก เชื่อมต่อกับเขื่อนสิรินธรโดยลำโดมน้อย เป็นบริเวณที่มีที่ราบลุ่มน้ำท่วม
4	แก่งสะพือ บริเวณแก่งขนาดใหญ่ที่มีเวินอยู่กระจัดกระจาย นอกจากนี้ยังติดต่อกับบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมในชายฝั่งทั้ง 2 ด้าน
5	บ้านบัวท่า บริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมขนาดใหญ่ในแม่น้ำมูลตอนล่าง

วิธีการศึกษา

1. การพัฒนาของรังไข่และความตกของไข่

ตัวอย่างตัวแทนปลาเพศเมียอย่างน้อยเดือนละ 5 ตัวอย่าง จากแต่ละสถานี (ยกเว้นในบางสถานีซึ่งอาจมีจำนวนตัวอย่างไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดในบางเดือน) จะถูกเก็บโดยชาวประมงผู้เข้าร่วมโครงการในฐานะผู้ช่วยนักวิจัย ขนาดของปลาตัวอย่างจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 30 ซม. สำหรับปลากาดำและปลาสวายหนู เพื่อให้มั่นใจว่าปลาตัวนั้นมีขนาดที่เกินขนาดแรกสมบูรณ์เพศแล้ว (Length at first maturity, L_m)

ปลาตัวอย่างที่ได้มาจะทำการวัดความยาวทั้งตัว (ระดับความแม่นยำ 0.1 ซม.) และชั่งน้ำหนัก (ระดับความแม่นยำ 0.1 กรัม) หลังจากนั้นตัวอย่างจะถูกบรรจุน้ำแข็งมาที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทำการแยกรังไข่ออกจากอวัยวะภายในและ แยกระดับการพัฒนาของรังไข่ออกเป็น 5 ระยะ ตามตารางที่ 2 และทำการชั่งน้ำหนักของรังไข่ปลาเพื่อเปรียบเทียบหาค่าร้อยละดัชนีความสมบูรณ์ของรังไข่ (Gonadosomatic index: %GSI) ตามสมการที่ 1

ตารางที่ 2 การแบ่งระยะของระยะของรังไข่

ระยะ	รังไข่
I	ยังไม่มีการพัฒนา ไม่สามารถแยกเพศได้
II	เห็นเป็นรังไข่ชัดเจน แต่รังไข่เล็กมาก เซลล์รังไข่เล็กใส
III	รังไข่มีขนาดโตขึ้น เกือบเต็มช่องท้อง ไข่ยังไม่มียลล้อม
IV	รังไข่มีขนาดสมบูรณ์ เกือบเต็มช่องท้อง ไข่มีสีครีมถึงเหลือง และเริ่มทึบแสง
V	รังไข่มีขนาดสมบูรณ์ เต็มช่องท้องพอดี ไข่บางส่วนเคลื่อนมาอยู่ที่ท่อนำไข่ ไข่รีดออกได้ง่าย และมีการอุ้มซับน้ำไว้ เมื่อรีดออกมา
VI	จำนวนไข่เหลือน้อย รังไข่ไม่เต็ม (ไม่สมบูรณ์)

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก De Silva และคณะ (1985) และ Pankhurst และ Carragher (1991)

$$\%GSI = \frac{Gonad_weight}{Body_weight} * 100 \quad (1)$$

หลังจากผ่าดูการพัฒนาของรังไข่แล้ว รังไข่ของปลาในระยะที่ 5 (ปลากาดำจำนวน 20 รังไข่ และ ปลาสวายหนูจำนวน 55 รังไข่) ซึ่งเป็นระยะที่ไข่สุกพร้อมปล่อย จะถูกแยกออกมาเก็บไว้ในน้ำยา Gilson's fluid ในห้องมืดเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะนับจำนวนไข่ที่มีอยู่ในรังไข่โดยวิธีแยกตัวอย่างและแทนที่น้ำหนัก

(Gravimetric method; Bagenal & Brown, 1978) มาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคดของไข่กับน้ำหนักและความยาวของตัวปลา

2. การศึกษาการพัฒนาของฮอร์โมนเพศ

ภายใต้สมมติฐานที่ว่าฮอร์โมนเพศจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ปลาอยู่ในแหล่งสืบพันธุ์และวางไข่ เพื่อดำเนินกิจกรรมดังกล่าวในฤดูกาลสืบพันธุ์และวางไข่ (Kestemont และคณะ, 1999) ฮอร์โมนเพศที่ทำการศึกษามี 3 ชนิดคือ (ก) เทสโทสเตอโรน (T), เอสตราไดโอด (17 β -estradiol: E_2) และโปรเจสเตอโรน (17, 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one: 17, 20 β P) โดยแยกการทดลองทำในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2547 โดยนำปลาตัวอย่างที่ยังมีชีวิตจากแต่ละบริเวณ (ใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน) มาขังไว้ในกระชัง เพื่อพักฟื้นและคัดเลือกบริเวณทอดทาง โดยใช้เข็มฉีดยาที่บรรจุสารเฮพพาริน (Heparin) เพื่อป้องกันเลือดแข็งตัว หลังจากนั้นนำตัวอย่างเลือดมาปั่น และนำเอาพลาสมาที่ได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3. การศึกษาเนื้อเยื่อของรังไข่⁴

การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่เพื่อตรวจสอบว่าไข่ที่มีอยู่ในรังไข่ของแม่ปลานั้นอยู่ในระยะเดียวกันทั้งรังไข่หรือไม่ เพื่อสะท้อนให้เห็นว่าแม่ปลาชนิดนั้นๆ มีการปล่อยไข่เพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์และวางไข่ โดยรังไข่ตัวอย่างถูกแช่ในสารละลาย FAACC (ประกอบไปด้วย formaldehyde 4%, acetic acid 5% and calcium chloride 1.3%) ตัวอย่างนำไปตัดเนื้อเยื่อที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนำผลกลับมาทำการวิเคราะห์

4. การวัดค่าคุณภาพน้ำ

ในแต่ละสถานีสำรวจจะทำการวัดอุณหภูมิของน้ำและทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวัดค่าคุณภาพน้ำ 3 ค่าได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen: DO), ความขุ่นของน้ำ (turbidity) และค่าปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน ตามวิธีมาตรฐานของ (American Public Health Association, 1992) รวมทั้งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจอากาศ จังหวัดอุบลราชธานี

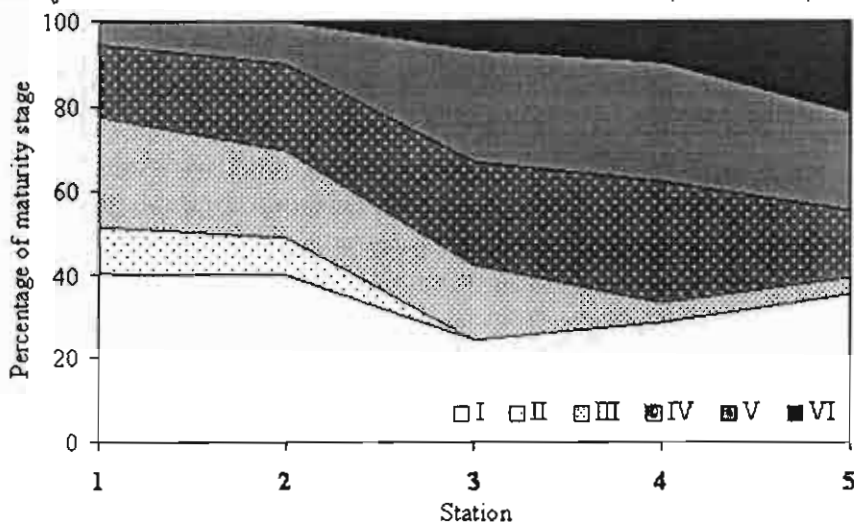
⁴ ในปลาการค้าได้มีการศึกษาและรายงานแล้วว่าปลาคาร์ปมีรูปแบบการวางไข่มากกว่า 1 ครั้งในช่วงฤดูผสมพันธุ์และวางไข่ในประวิทย์ ละออบบุตร, ขาญชัย ภูริรักษ์เกียรติ และปรีชา เรียงเจริญ 2536. ความสามารถในการวางไข่ของปลาคาร์ปในรอบปี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2536 กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 10 น.

ผลการศึกษา

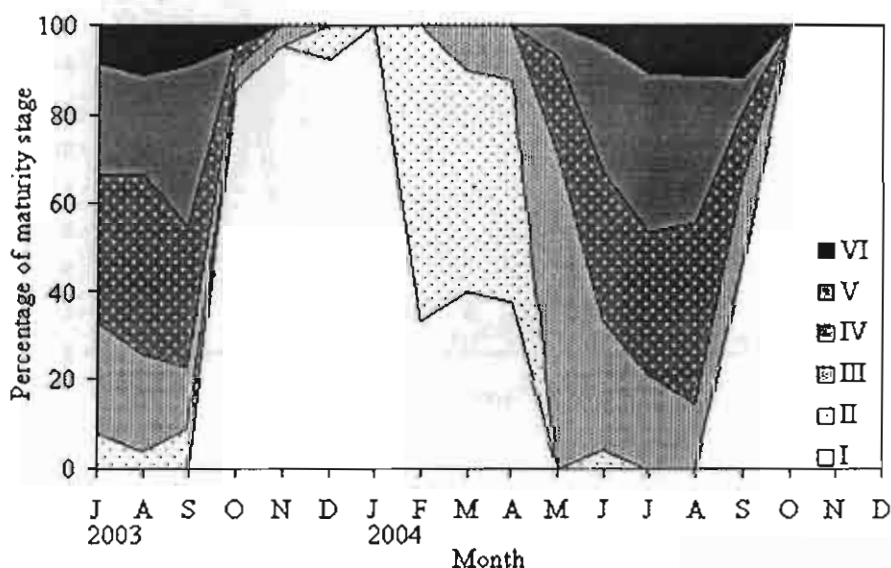
ปลากาดำ Black shark minnow *Labeo chrysophekadion*

จำนวนตัวอย่างในการศึกษาทั้งหมดมีจำนวน 305 ตัวอย่าง โดยมีช่วงความยาวทั้งตัวอยู่ระหว่าง 30 ถึง 48 ซม. ซึ่งในจำนวนนี้ตัวอย่างจำนวน 180 ตัวอย่างอยู่ในระยะที่สมบูรณ์เพศ (กล่าวคือมีการพัฒนาของรังไข่อยู่ในระยะที่ 3 ขึ้นไป) อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม 2547 ไม่มีตัวอย่างของปลากาดำในสถานีเหนือเขื่อน

รังไข่ในทุกระยะของการพัฒนาสามารถพบได้ตลอดการศึกษา แต่อย่างไรก็ตาม, ในบริเวณเหนือเขื่อนจะไม่พบปลาที่มีการพัฒนาของรังไข่ในระยะที่ 2 (เริ่มพัฒนา) และปลาที่มีการพัฒนาของรังไข่ในระยะที่ 6 (ระยะที่มีการปล่อยไข่) จะพบในบริเวณเหนือเขื่อนเท่านั้น (รูปที่ 5) ซึ่งจากการติดตามการพัฒนาของรังไข่ (โดยอาศัยค่าร้อยละของแม่ปลาในแต่ละระดับการพัฒนาของรังไข่ จะพบว่าแม่ปลากาดำเริ่มมีการพัฒนารังไข่ในช่วงฤดูแล้งต่อต้นฤดูฝน (มีนาคมถึงเมษายน) และการวางไข่จะเริ่มในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงตุลาคม (รูปที่ 6)

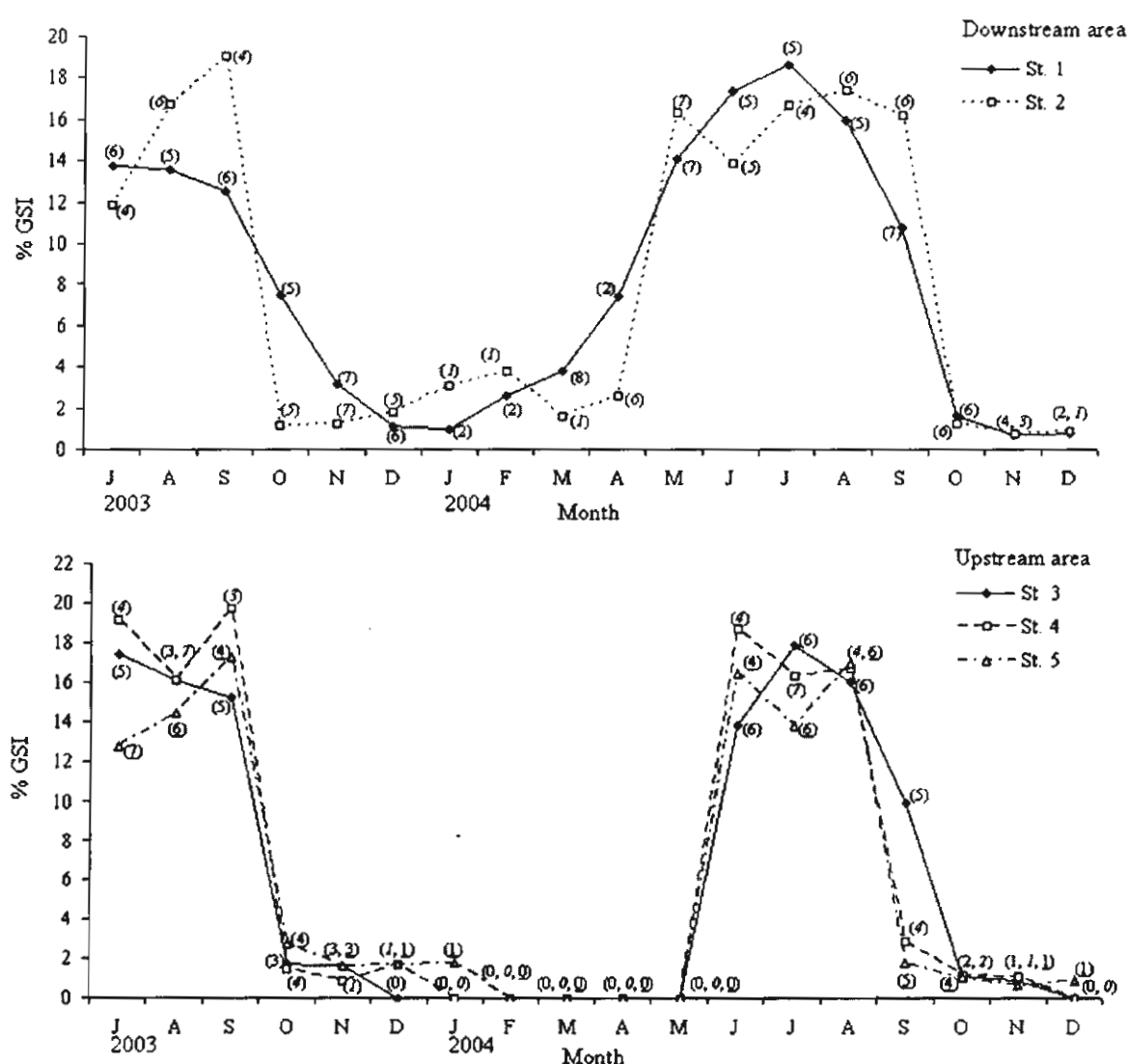


รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามสถานีเก็บตัวอย่างของปลากาดำในแม่น้ำมูล



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามเดือนที่ทำการสำรวจของปลากาดำในแม่น้ำมูล

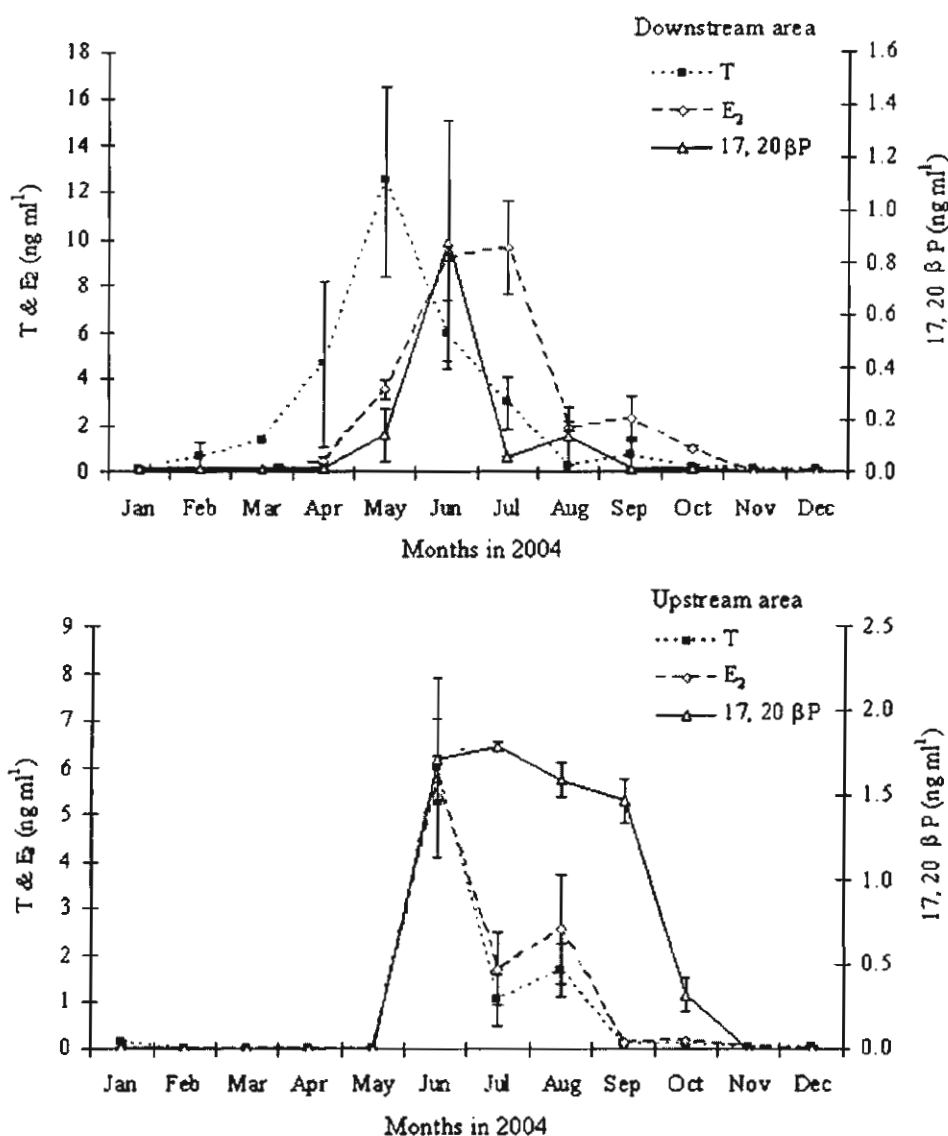
การเปลี่ยนแปลงของร้อยละดัชนีความสมบูรณ์ของรังไข่ (%GSI) จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กับกับการพัฒนาการของรังไข่ กล่าวคือค่าจะมากขึ้นเมื่อรังไข่อยู่ในระยะที่สูงขึ้น (ยกเว้นในระยะที่ 6) ค่า %GSI และมีค่าอยู่ระหว่าง $<0.01 - 19.7$ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคม รังไข่ของแม่ปลากาดำจะอยู่ในระยะพักและค่า %GSI จะมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยของ %GSI พบในเดือนกรกฎาคม 2547 (ร้อยละ 17.6 ± 1.4) ในบริเวณใต้เขื่อน ในขณะที่บริเวณเหนือเขื่อนจะพบในเดือนกันยายน 2546 (ร้อยละ 17.4 ± 2.3) ดังในรูปที่ 7 สำหรับค่าปริมาณความดกของไข่ของแม่ปลากาดำที่นำมาศึกษานั้นจะมีจำนวนระหว่าง 36,400 ถึง 58,600 ฟอง (ค่าเฉลี่ย: $45,040 \pm 5,872$ ฟอง) จากตัวอย่างที่มีขนาดในช่วง 31.7 ถึง 41.2 ซม. และมีน้ำหนักระหว่าง 968.4 ถึง 2,014.6 กรัม และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดกของไข่กับความยาวและน้ำหนัก พบว่ามีค่าน้อยมาก (ค่า r^2 เท่ากับ 0.31 และ 0.28 ตามลำดับ)



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละดัชนีความสมบูรณ์ของรังไข่ของปลากาดำในแม่น้ำมูลระหว่างสถานีสำรวจใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน (ตัวเลขในวงเล็บเป็นจำนวนตัวอย่างที่ทำศึกษา (n) สถานีใต้เขื่อน ตัวเลขปกติและตัวเอียงแสดงถึงตัวอย่างในสถานีสำรวจที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (ข) สถานีเหนือเขื่อน ตัวเลขปกติ, ตัวเอียง และตัวขีดเส้นใต้แสดงถึงตัวอย่างในสถานีสำรวจที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

ในการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศ เนื่องจากการที่ไม่พบตัวอย่างในสถานีสำรวจเหนือเขื่อนในระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม จึงไม่มีค่าของระดับฮอร์โมนเพศในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนในภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงของ เทสโทสเตอโรน (T), เอสตราไดออล (E_2) และโปรเจสเตอโรน ($17, 20 \beta P$) จะอยู่ในช่วง 0.03-12.47, 0.01-9.63 และ <0.01-1.79 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร, ตามลำดับ (รูปที่ 8) ในบริเวณใต้เขื่อนระดับของ T และ E_2 จะเริ่มมีแนวโน้มที่สูงขึ้นพร้อมกันในเดือนมีนาคมและจะมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม (12.47 ± 4.05 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) สำหรับ T และในเดือนกรกฎาคม (9.63 ± 2.01 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) สำหรับ E_2 หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะมีแนวโน้มที่ลดลงในฮอร์โมนทั้งสองตัว

ระดับความเข้มข้นของ $17, 20 \beta P$ ก่อนของจะต่ำกว่าระดับความเข้มข้นของ T และ E_2 ซึ่งในบริเวณใต้เขื่อน ระดับความเข้มข้นของ $17, 20 \beta P$ จะสูงที่สุดในเดือนมิถุนายน (0.88 ± 0.46 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ในขณะที่ ในบริเวณเหนือเขื่อน ระดับความเข้มข้นของ $17, 20 \beta P$ จะอยู่ในระดับที่สูง (> 1.0 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) ต่อเนื่องจากเดือนมิถุนายนถึงกันยายน และลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนตุลาคม ส่วนในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม นั้นระดับความเข้มข้นของ $17, 20 \beta P$ จะมีค่าต่ำมากจนไม่สามารถวัดได้

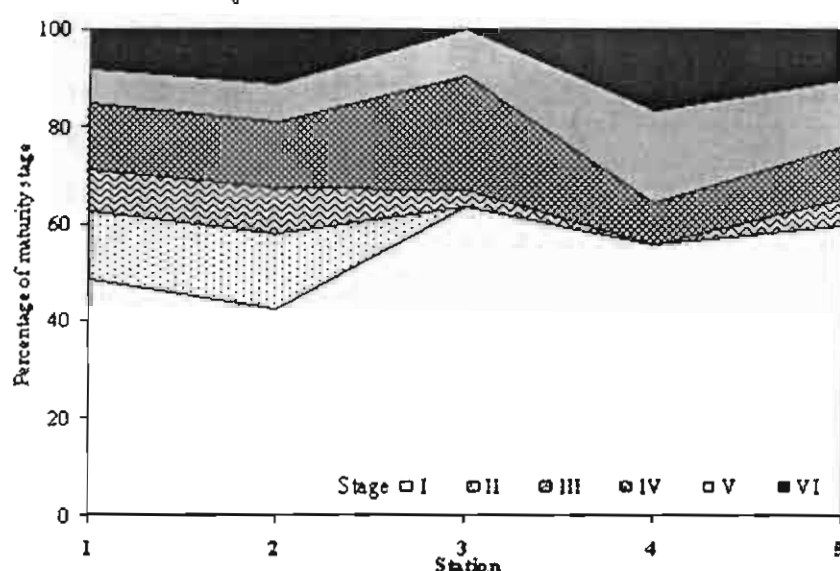


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในแม่ปลาเก๋าในแม่น้ำมูลระหว่างเดือน มกราคม ถึง ธันวาคม 2547

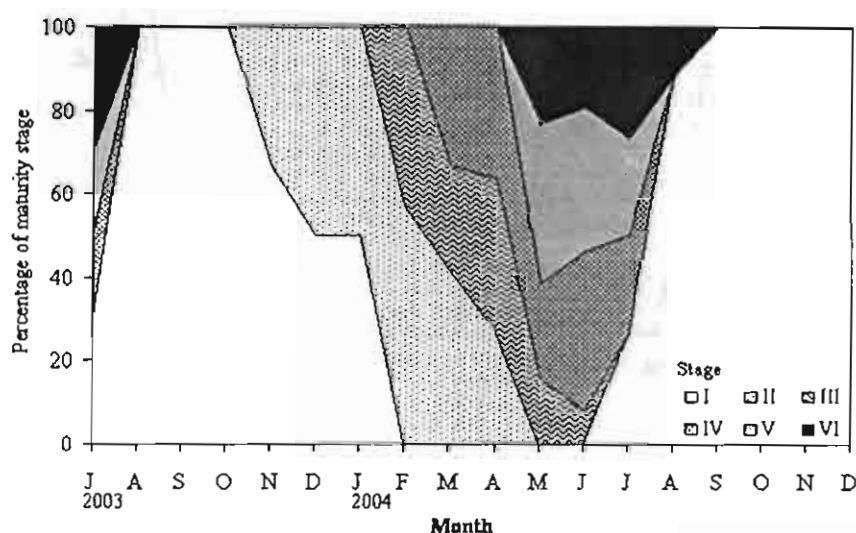
ปลาสวายหนู Shark catfish *Helicophagus waandersii*

จำนวนตัวอย่างในการศึกษาทั้งหมดมีจำนวน 228 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม, ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนและธันวาคม พ.ศ. 2547 ไม่พบตัวอย่างปลาสวายหนูในบริเวณเหนือเขื่อน ช่วงความยาวทั้งตัวของตัวอย่างอยู่ระหว่าง 30 ถึง 55 ซม. ซึ่งในจำนวนนี้ตัวอย่างจำนวน 63 ตัวอย่างอยู่ในระยะที่สมบูรณ์เพศ (กล่าวคือมีการพัฒนาของรังไข่ในระยะที่ 3 ถึง 5) และมีแม่ปลาสวายหนู 23 ตัวอย่าง ที่อยู่ในระยะที่ปล่อยไข่เรียบร้อยแล้ว

การพัฒนาของรังไข่ในทุกระยะจะพบทั้งในบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน ยกเว้นรังไข่ในระยะที่ 2 ในบริเวณเหนือเขื่อน (รูปที่ 9) รังไข่ที่อยู่ในระยะพักตัวจะพบในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน ในขณะที่ในช่วงปลายฤดูแล้งในเดือนมีนาคม รังไข่ของแม่ปลาสวายหนูจะเริ่มมีการพัฒนา และต่อเนื่องไปจนกระทั่งสมบูรณ์เพศเต็มที่ (รังไข่ระยะที่ 5) ในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคมถึงกรกฎาคม) และการวางไข่ (รังไข่ระยะที่ 6) ก็จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน (รูปที่ 10)



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามสถานีเก็บตัวอย่างของปลาสวายหนูในแม่น้ำมูล

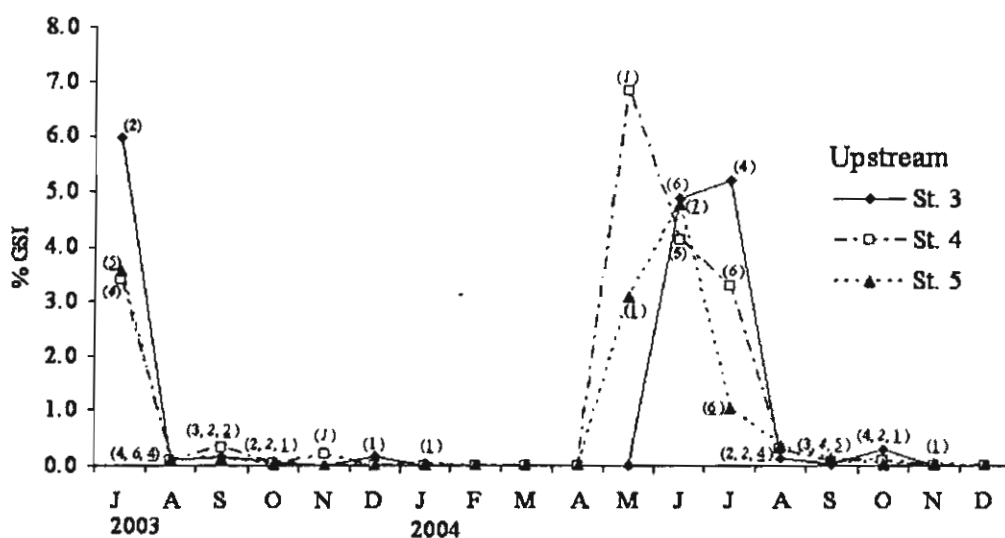
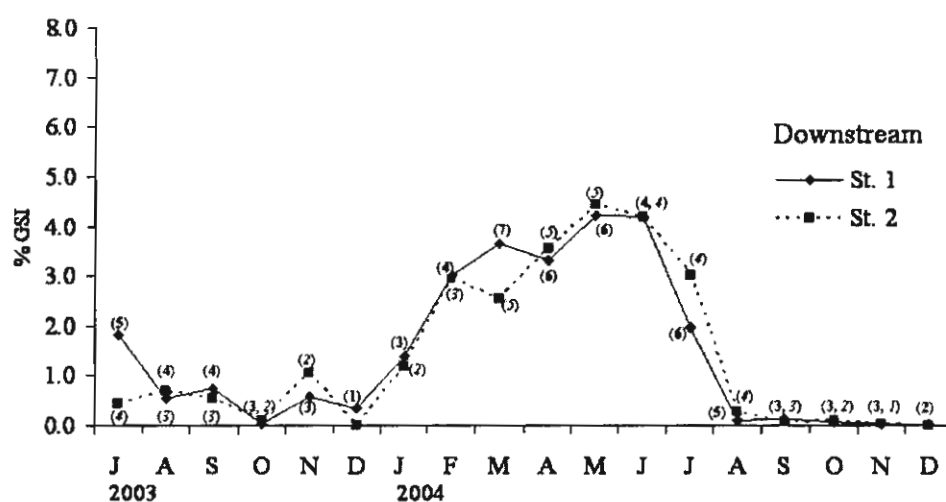


รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละของการพัฒนาของรังไข่ในแต่ละระยะตามเดือนที่ทำการสำรวจของปลาสวายหนูในแม่น้ำมูล

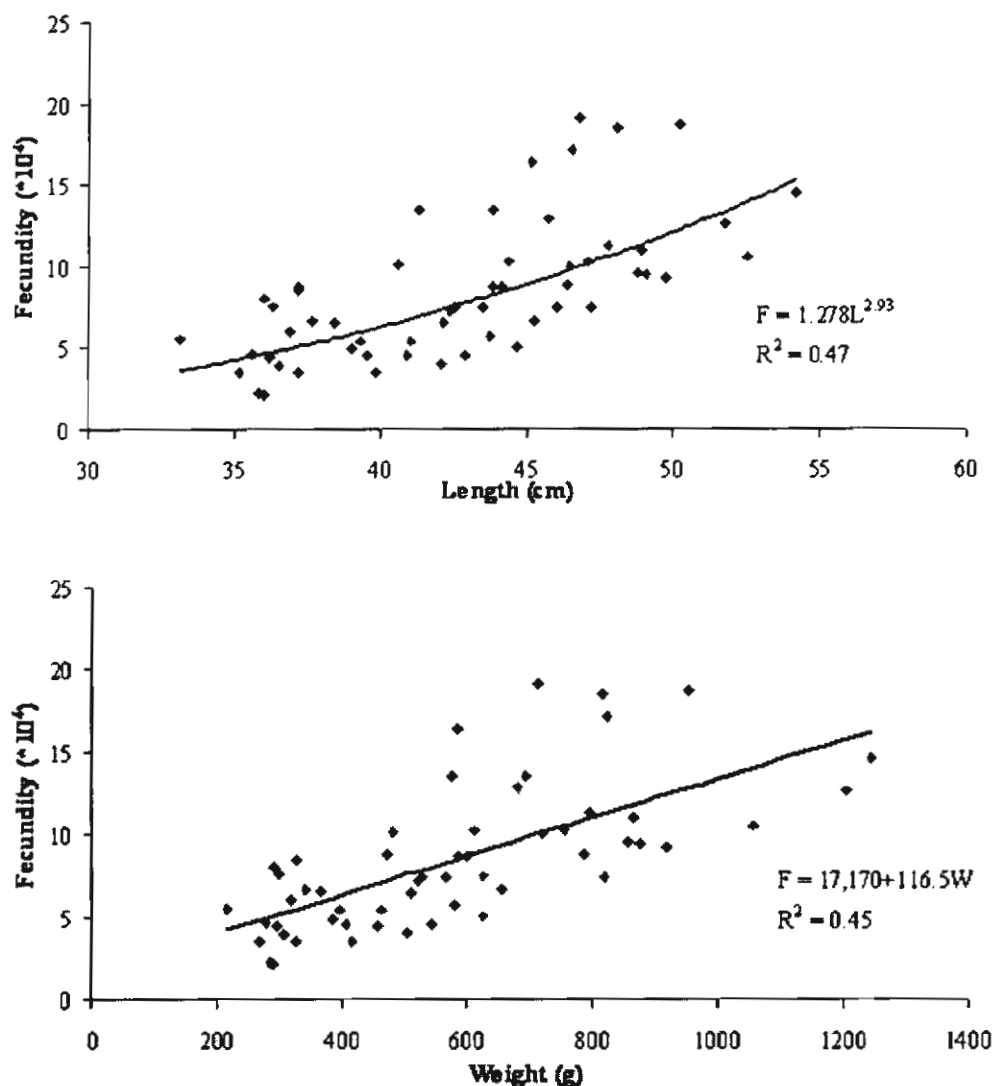
การเปลี่ยนแปลงของร้อยละความสมบูรณ์ของรังไข่ (%GSI) ของปลาสาวยหนูจะมีความคล้ายคลึงกันทั้งในบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน (รูปที่ 11) โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ <0.01 ถึง 7.05 ในระหว่างช่วงที่ทำการศึกษ ค่าสูงสุดของค่าเฉลี่ยของ %GSI จะพบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 (ร้อยละ 4.42 ± 1.90) ในบริเวณเหนือเขื่อน ความตกของไข่ของตัวอย่างแม่ปลาสาวยหนูที่นำมาศึกษาที่มีขนาดความยาว 33.1 ถึง 54.2 ซม. และน้ำหนักในช่วง 215 ถึง 1,244 กรัม จะมีปริมาณอยู่ในช่วง 21,550 ถึง 191,540 ฟอง (ค่าเฉลี่ย $84,614 \pm 42,405$ ฟอง) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความตกของไข่ (F) กับความยาว (L) และน้ำหนัก (W) ของปลาสาวยหนูจะมีแนวโน้มไปในทางบวก (รูปที่ 12) ดังสมการ

$$F = 1.278L^{2.93} \quad (R^2 = 0.47) \quad (2)$$

$$F = 17,170 + 116.5W \quad (R^2 = 0.45) \quad (3)$$

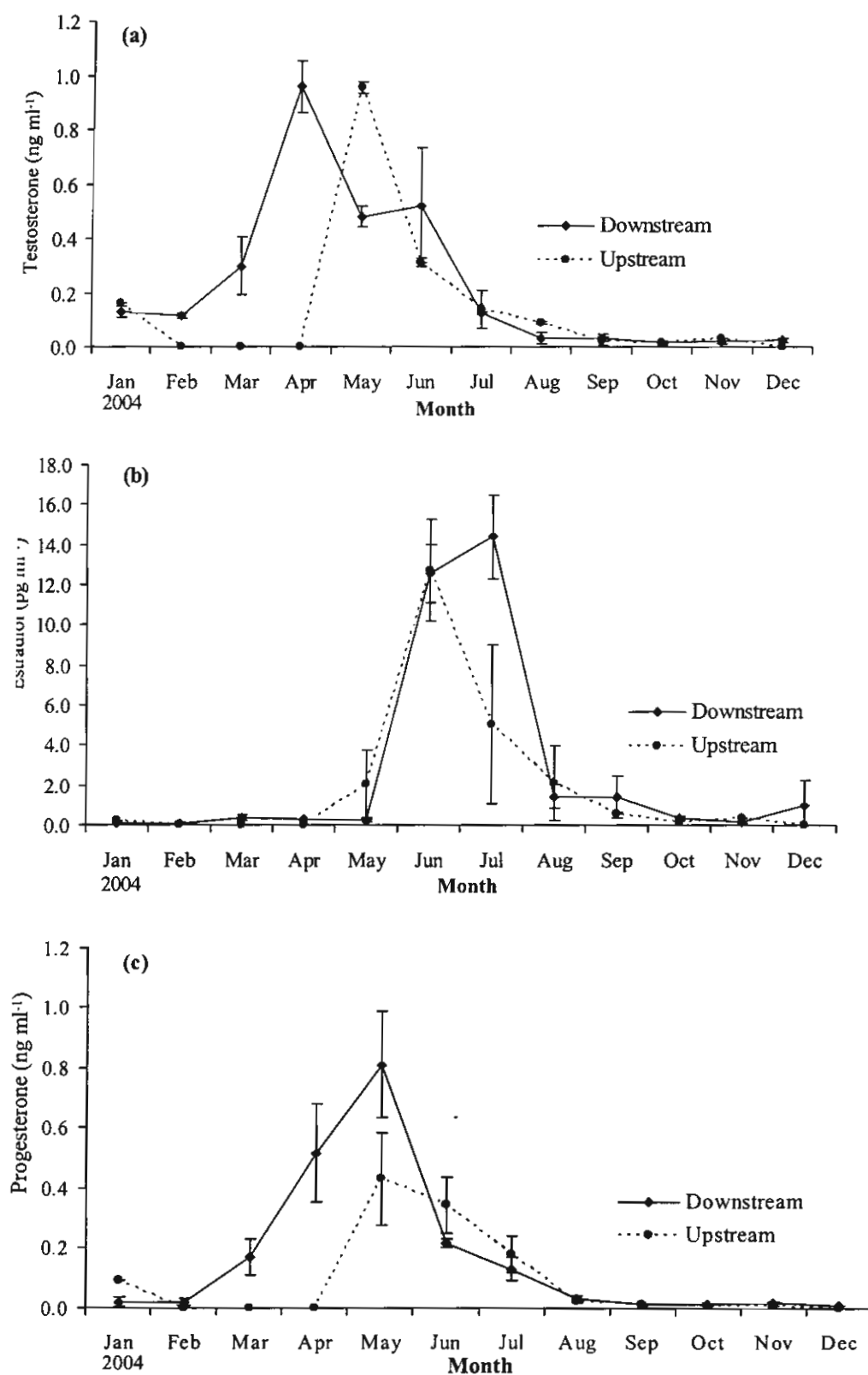


รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงในร้อยละความสมบูรณ์ของรังไข่ของปลาสาวยหนูในแม่น้ำมูลระหว่างสถานีสำรวจใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน (ตัวเลขในวงเล็บเป็นจำนวนตัวอย่างที่ทำศึกษา (ก) สถานีใต้เขื่อน ตัวเลขปกติ และตัวเอียงแสดงถึงตัวอย่างในสถานีสำรวจที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (ข) สถานีเหนือเขื่อน ตัวเลขปกติ, ตัวเอียง และตัวขีดเส้นใต้แสดงถึงตัวอย่างในสถานีสำรวจที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความตักของไข่กับความยาวและน้ำหนักของตัวอย่างแม่ปลาสร้อยหนูในบริเวณแม่น้ำมูล

ถึงแม้ว่าจะไม่มีตัวอย่างปลาสร้อยหนูในบริเวณเหนือเขื่อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 แต่ก็สังเกตเห็นได้ว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศของแม่ปลาตัวอย่างทั้งในบริเวณใต้และเหนือเขื่อนมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน (รูปที่ 13) กล่าวคือ หลังจากที่ได้ถึงจุดสูงสุดในช่วงเดือนเมษายนหรือพฤษภาคมแล้ว ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศจะมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งระดับความเข้มข้นสูงสุดจะพบในช่วงฤดูฝนและอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.96 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.01 ถึง 0.81 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับเทสโทสเตอโรน (T) และโปรเจสเตอโรน (17, 20 β P), ตามลำดับ สำหรับเอสตราไดออล (E_2) นั้นระดับความเข้มข้นสูงสุดจะอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 14.38 พิโกกรัมต่อมิลลิลิตร (รูปที่ 12) และจากการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของการเปลี่ยนแปลงรายเดือน ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแง่ของการเปลี่ยนแปลงตามบริเวณพื้นที่, ใต้เขื่อนและเหนือเขื่อน (ตารางที่ 3)



รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในแม่ปลาซวยหนูในแม่น้ำมูลระหว่างเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2547

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศของแม่ปลาสาวยหนูในแต่ละเดือนและบริเวณที่สำรวจ

Sex steroid	Source	Sum-of-square	Degree of freedom	Mean-square	F-ratio	P-value
Testosterone	Month	3.875	11	0.352	30.377	<0.001
	Error	0.487	42	0.012		
	Area	0.014	1	0.014		
	Error	4.347	52	0.084		
Estradiol	Month	1065.975	11	96.907	19.448	<0.001
	Error	209.276	42	4.983		
	Area	7.040	1	7.040		
	Error	1268.210	52	24.389		
Progesterone	Month	2.324	11	0.211	23.228	<0.001
	Error	0.382	42	0.009		
	Area	0.009	1	0.009		
	Error	2.697	52	0.052		

ในด้านการศึกษานี้อธิบายของรังไข่ที่มีขนาดสมบูรณ์เต็มช่องท้อง (ระยะที่ 4 หรือ 5) ของแม่ปลาสาวยหนูพบว่าจะมีเม็ดไข่ที่แตกต่างกัน 3 ระยะ ในรังไข่เดียวกัน อันได้แก่ เม็ดไข่ระยะแรก (primary oocyte: po) ซึ่งไข่ยังอยู่ในรูปของ oogonia ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มมีขนาดเล็ก, ระยะที่เริ่มมีการสะสมไข่แดง (early vitellogenic: ev) ซึ่งเป็นระยะที่ภายในไซโตพลาสซึมเริ่มพบหยดไขมัน (fat vacuoles) และ yolk granules กระจายอยู่ใกล้บริเวณผนังไข่ และระยะการสะสมไข่แดง (vitellogenic: v) ซึ่งเป็นไข่ในระยะที่พร้อมที่จะเคลื่อนสู่ท่อไข่ (oviduct) เพื่อปล่อยสู่ภายนอก ไข่ในระยะนี้ภายในไซโตพลาสซึมจะเต็มไปด้วยหยดไขมัน และ yolk granules ที่มีจำนวนมากขึ้นและขนาดใหญ่ขึ้น (รูปที่ 14-16)

นอกเหนือจากนี้ยังพบถุงหุ้มเม็ดไข่ (follicle) ในอีก 3 ระยะ ซึ่งเป็นกรณีที่ไข่ยังไม่ได้รับการปล่อยเหลือเหลือค้างในรังไข่ (และ/หรือ ท่อไข่) ซึ่งโดยทั่วไปจะพบในช่วงระยะเวลา 1-2 สัปดาห์หลังจากที่แม่ปลาวางไข่ คือ ถุงไข่ระยะที่ปล่อยเม็ดไข่แล้ว (post-vitellogenic follicle: pvf) (รูปที่ 17) และ ถุงหุ้มเม็ดไข่เสื่อมสภาพ (atresia: at) (รูปที่ 18) อันเกิดเนื่องมาจากแกรนูโลซา เซล (เซลล์ที่อยู่ชั้นกลางของถุงหุ้มเม็ดไข่) จะทำลายเม็ดไข่โดยกระบวนการฟาโกไโตซิส และยังพบถุงหุ้มเม็ดไข่เปล่า (empty follicles: ef) ที่มักจะพบในช่วงสิ้นสุดฤดูสืบพันธุ์อีกด้วย (รูปที่ 18)

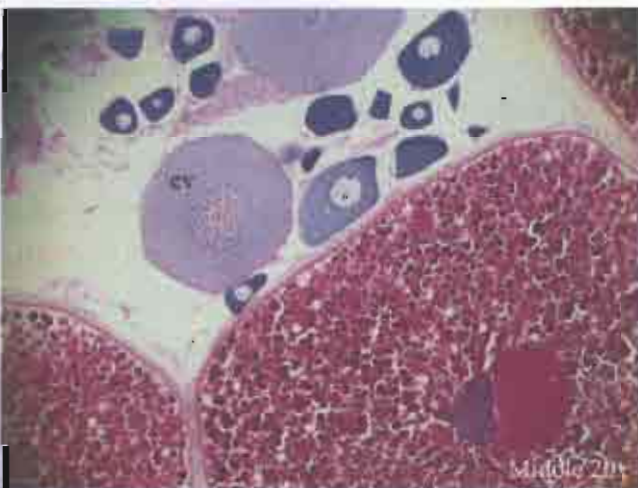
การที่พบเม็ดไข่ในหลายระยะในรังไข่เดียวกันนั้นเป็นการชี้ให้เห็นว่า ปลาสาวยหนูเป็นปลาที่มีการวางไข่มากกว่า 1 ครั้งใน 1 ฤดูกาลสืบพันธุ์และวางไข่ (partial spawner) และการที่พบถุงหุ้มเม็ดไข่ (follicle) ในอีก 3 ระยะเป็นการชี้ให้เห็นว่าแม่ปลาตัวอย่างนั้นได้มีการวางไข่ก่อนหน้านี้มาแล้ว



รูปที่ 14 เนื้อเยื่อรังไข่ที่มีขนาดสมบูรณ์เต็มช่องท้อง (ระยะที่ 4 หรือ 5) ของแมลงสาวยาวหนู
หมายเหตุ เม็ดไข่ระยะแรก (po), ระยะที่เริ่มมีการสะสมไข่แดง (ev) และระยะการสะสมไข่แดง (v)



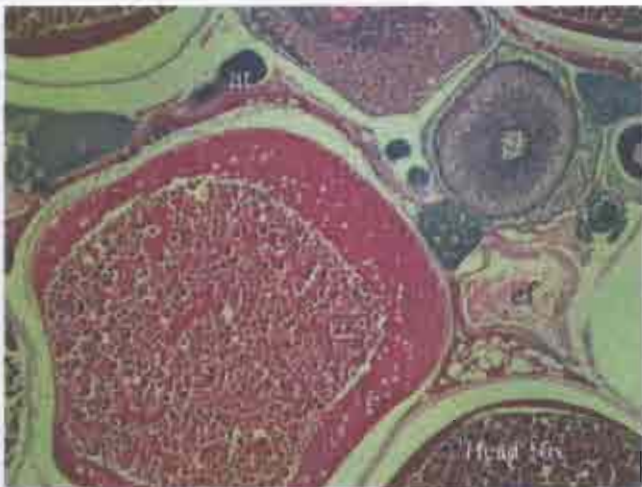
รูปที่ 15 เนื้อเยื่อรังไข่ของแมลงสาวยาวหนูแสดงให้เห็นเม็ดไข่ระยะแรก (po)



รูปที่ 16 เนื้อเยื่อรังไข่ของแมลงสาวยาวหนูแสดงให้เห็นเม็ดไข่ในระยะที่เริ่มมีการสะสมไข่แดง (ev)



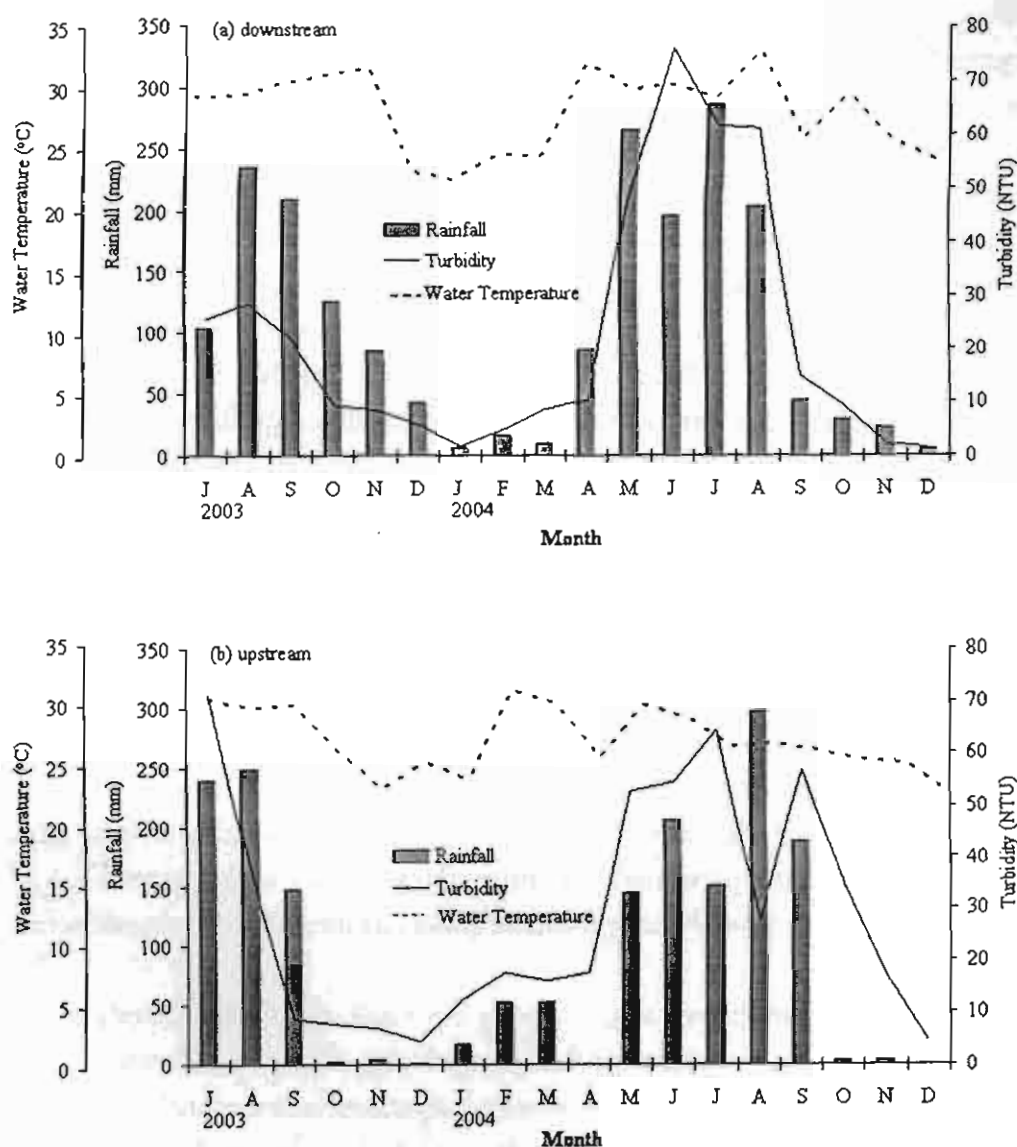
รูปที่ 17 เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสาวยหนูแสดงให้เห็นถุงไข่ระยะที่ปล่อยเมดไข่แล้ว (pvf)



รูปที่ 18 เนื้อเยื่อรังไข่ของแม่ปลาสาวยหนูแสดงให้เห็นถุงหุ้มเมดไข่เสื่อมสภาพ (at) และถุงหุ้มเมดไข่เปล่า (ef)

ปริมาณน้ำฝนและค่าคุณภาพน้ำ

ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาวัดค่าได้มากที่สุดในบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนคือในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 (297 มม.) และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 (287 มม.) ตามลำดับ รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน โดยจะมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 (75.8 NTU) ในบริเวณใต้เขื่อน และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2546 ในบริเวณเหนือเขื่อน ในขณะที่อุณหภูมิของน้ำตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษามีความแปรปรวนไม่มากนัก (รูปที่ 19) สำหรับค่าคุณภาพน้ำอีก 2 ค่าคือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและค่าปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ (American Public Health Association, 1992) ดังที่แสดงในตารางที่ 4



รูปที่ 19 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (°C), ปริมาณน้ำฝน (mm) และความขุ่น (NTU) ในบริเวณ (a) ได้เขื่อนปากมูล และ (b) เหนือเขื่อนปากมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม 2546 ถึง ธันวาคม 2547

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) และพิสัยของค่าคุณภาพน้ำที่ทำการวัดบริเวณใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนปากมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม 2546 ถึง ธันวาคม 2547

Parameters	Downstream		Upstream	
	Average ($\pm$ SD)	Range	Average ($\pm$ SD)	Range
Rainfall (mm)	109.7 ($\pm$ 97.7)	5.4 - 287.1	97.8 ($\pm$ 104.3)	0.0 - 297.0
Turbidity (NTU)	22.3 ($\pm$ 23.6)	1.4 - 75.8	28.4 ($\pm$ 22.4)	4.3 - 71.2
Water Temperature (°C)	28.5 ($\pm$ 3.2)	23.1 - 33.3	28.0 ($\pm$ 2.7)	23.6 - 32.1
DO (mg l ⁻¹)	6.0 ($\pm$ 1.8)	3.3 - 9.9	5.7 ($\pm$ 1.7)	3.4 - 9.7
Nitrate nitrogen (mg l ⁻¹)	2.0 ($\pm$ 2.9)	0.1 - 11.5	3.2 ($\pm$ 4.6)	0.2 - 17.6

วิจารณ์ผล

การที่ไม่พบตัวอย่างปลาทั้ง 2 ชนิด ในสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณเหนือเขื่อนในช่วงปิดประตูระบายน้ำและการที่พบชนิดปลาตัวอย่างอีกครั้งในช่วงเปิดประตูเขื่อน ชี้ชัดให้เห็นถึงการอพยพเข้า-ออกของปลาทั้ง 2 ชนิดในระบบแม่น้ำมูน-แม่น้ำโขง และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jutagate และคณะ (2005) ซึ่งการอพยพเข้าออกระหว่างแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาในลักษณะเดียวกันนี้ของปลาทั้ง 2 ชนิดมีรายงานใน (Suntornratana และคณะ, 2001) ในแม่น้ำสงครามในประเทศไทย และจากบริเวณบ้านหางโชน แขวงจำปาสัก ซึ่งเป็นบริเวณแยกเข้าสู่แม่น้ำสาขาก่อนที่จะถึงน้ำตกโชน (Khone Fall) ในประเทศลาว (Baird และ Flaherty, 2004) อย่างไรก็ตาม, รายงานทั้ง 3 ไม่ได้ศึกษาชี้ชัดลงไปถึงวัตถุประสงค์หลักและความจำเป็นในการอพยพดังกล่าว

ในการศึกษครั้งนี้ จากผลการศึกษาการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ทั้งในปลาปลากาดำและปลาสวายหนูพบว่าปลาทั้ง 2 ชนิดนี้มีฤดูกาลสืบพันธุ์และวางไข่ในช่วงฤดูฝน โดยในช่วงเดือนมิถุนาและกรกฎาคมเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดเพราะมีร้อยละของรังไข่ของแม่ปลาที่สมบูรณ์เพศอยู่ในปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ตาม, การเริ่มมีการพัฒนาของรังไข่ของปลาทั้ง 2 ชนิดจะแตกต่างกัน โดยที่ปลากาดำนั้นจะเริ่มในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ในขณะที่ปลาสวายหนูจะเริ่มเร็วกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม

การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้มีการปล่อยไข่สำหรับปลากาดำพบในปริมาณที่สูงในพื้นที่ศึกษาบริเวณเหนือเขื่อน ในขณะที่ปลาสวายหนูไม่มีความแตกต่าง ทำให้เห็นได้ว่าแหล่งวางไข่ของปลากาดำนั้นอยู่ในบริเวณเหนือเขื่อน, ซึ่งเป็นบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วม, และปลาสวายหนูจะเกิดขึ้นทั้งใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนปากมูล เนื่องจากการตกไข่หรือไม่ของปลานั้น จะขึ้นอยู่กับฮอร์โมนที่กระตุ้นการวางไข่, ในที่นี้คือโปรเจสเตอโรน (Bhattacharyya และคณะ, 2000), และถ้าไม่ได้รับฮอร์โมนเซลล์ไข่ก็จะสลายตัวไป (อุทัยรัตน์, 2535)

จากรูปแบบการวางไข่ที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อแบ่งตามรูปแบบการอพยพในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์และวางไข่ของปลาทั้ง 2 ชนิดตามกลุ่ม (guilds) ซึ่งแยกตามรูปแบบที่เสนอโดย Welcomme และคณะ (2006) ได้ดังนี้

- (ก) ปลากาดำ จัดอยู่ในกลุ่ม Eupotamic phytophilic guild ซึ่งจะเป็นกลุ่มของปลาในแม่น้ำที่แหล่งสืบพันธุ์และวางไข่รวมทั้งการเลี้ยงดูปลาวัยอ่อนอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วม (หรือป่าทุ่งป่าทาม ในภาษาอีสาน), ซึ่งพบในบริเวณเหนือเขื่อนปากมูล, การอพยพจากจะเกิดขึ้นเพื่อเป้าหมายหลักในการเข้าไปสืบพันธุ์และวางไข่ในที่ราบลุ่มน้ำท่วมในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์ โดยจะอพยพเป็นระยะทางไกลในแม่น้ำและว่ายน้ำเข้าสู่แหล่งสืบพันธุ์และวางไข่ ปลาในกลุ่มนี้มีความรู้สึกไวต่อการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำ และมีแนวโน้มที่จะสูญหายหรือสูญพันธุ์ในแม่น้ำมีการกั้นเขื่อนหรือสร้างสิ่งกีดขวางใดๆ ขวางกั้นการติดต่อระหว่างแหล่งที่อยู่อาศัยในช่วงฤดูแล้งกับแหล่งสืบพันธุ์และวางไข่ในช่วงฤดูฝน
- (ข) ปลาสวายหนู จัดอยู่ในกลุ่ม Eupotamic pelagophilic guild ซึ่งจะเป็นกลุ่มของปลาในแม่น้ำที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำเป็นหลัก มีการอพยพเป็นระยะทางไกลจากที่อยู่อาศัยในบริเวณปลายน้ำเพื่อเข้าสืบพันธุ์และวางไข่และกิจกรรมการสืบพันธุ์และวางไข่ก็จะดำเนินในบริเวณที่เหมาะสมในแม่น้ำ, ซึ่งสำหรับปลาสวายหนูจะเป็นแหล่งที่ติดกับเขื่อนที่พบทั้งในบริเวณใต้และเหนือเขื่อนปากมูล, มีการอพยพเข้าบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมเพื่อเป็นแหล่งหาอาหารและเลี้ยงปลาวัยอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Payoocha และคณะ (2004) ว่าหอยสองฝา *Corbicularia* ซึ่งเป็นอาหารหลักของปลาสวายหนู (มากกว่าร้อยละ 80) จะพบมีการแพร่กระจายเพิ่มมากขึ้นในบริเวณแม่น้ำมูนและในที่ราบลุ่มน้ำท่วมช่วงบริเวณเหนือเขื่อนปากมูลในช่วงฤดูฝน, เช่นเดียวกันกับปลาในกลุ่มแรก ปลาในกลุ่มนี้ก็มีแนวโน้มที่จะสูญหายไปจากลำน้ำที่มีการกั้นเขื่อน เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของปลาในกลุ่มนี้จะสอดคล้องและขึ้นกับลักษณะทางอุทกวิทยาของแม่น้ำ อาทิเช่นช่วงเวลาที่น้ำเริ่มเพิ่มสูงขึ้น, ระดับของน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นและความเร็วของกระแสน้ำ

เมื่อนำผลการศึกษาในครั้งนี้อามาสื่อถึงวัตถุประสงค์ในการอพยพเข้าสู่บริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมที่อยู่เหนือเขื่อนปากมูนของปลาตัวแทนทั้ง 2 ชนิด สามารถกล่าวได้ว่า ปลาเก๋าจะเข้าไปในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่เป็นหลัก ในขณะที่ปลาสาวยนจะเป็นการอพยพเพื่อหาอาหาร Baird (2006) รายงานว่าระบบนิเวศของปลาที่มีความสำคัญยิ่งในลุ่มน้ำโขงมีอยู่ 2 ระบบ คือบริเวณเขื่อน (deep pools) ที่มีความลึกและใหญ่ และบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วม ซึ่งบริเวณแรกจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยในช่วงฤดูแล้ง และบริเวณหลังจะเป็นบริเวณที่อยู่อาศัยในช่วงฤดูฝน ซึ่งโครงการพัฒนาขนาดใหญ่ของมนุษย์จะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง, ส่วนมากจะเป็นไปในทางลบ, ของระบบนิเวศดังกล่าวทั้งในด้านโครงสร้างและอุทกวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างเขื่อนที่เป็นการตัดการเชื่อมต่อระหว่างต้นน้ำและปลายน้ำ (Dudgeon, 2000)

เมื่อพิจารณาถึงมาตรการในการจัดการประจําการระบายน้ำของเขื่อนปากมูน จะเห็นได้ว่า การเปิดประตูระบายน้ำทุกบานในช่วงฤดูฝน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของปลาในระบบแม่น้ำมูน-แม่น้ำโขง ทั้งเพื่อการอพยพเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ การอพยพเพื่อหาอาหารและการอพยพของลูกปลาวัยอ่อนเข้าสู่บริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วม อย่างไรก็ตาม, ควรจะเพิ่มความตระหนักถึงช่วงเวลาที่จะปิดประตูระบายน้ำเพื่อเปิดโอกาสให้ประชากรสัตว์น้ำรุ่นใหม่และกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลาได้มีการอพยพกลับสู่บริเวณที่อยู่อาศัยในช่วงฤดูแล้งในแม่น้ำโขง (Sverdrup-Jensen, 2002) นอกจากนี้รวมทั้งการควบคุมกลไกของระบบอุทกวิทยาให้เป็นไปตามธรรมชาติก็เป็นสิ่งที่สำคัญ Sato และคณะ (2005) ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของแม่น้ำสาขาที่ไม่ได้มีการกั้นเขื่อนในการช่วยรักษาความสมดุลของบริเวณลุ่มน้ำทั้งระบบและช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรสัตว์น้ำ Mekong River Commission (2003) รายงานว่า จนถึงปัจจุบันมีการปิดกั้นเขื่อนขนาดใหญ่ทั้งสิ้น 11 เขื่อนในบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง และยังมีอีกหลายโครงการที่อยู่ในระหว่างการพิจารณา ดังนั้น การวางแผนในการที่จะดำเนินกิจกรรมที่จะช่วยอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาและการอพยพเพื่อการดำรงชีวิตของปลาในลุ่มน้ำโขงเพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรประมงตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา ดำรงไตรภพ, ลัดดาวัลย์ ครอบพงษ์ และสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2540. การศึกษาฤดูวางไข่และแหล่งวางไข่ของปลาบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิรินธร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2540 ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดอุบลราชธานี, กรมประมง. 64 น.
- สันธนา ดวงสวัสดิ์. 2531. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาเศรษฐกิจบางชนิดในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 85 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 44 น.
- สันธนา ดวงสวัสดิ์. 2532. การศึกษาชนิด การแพร่กระจายและฤดูวางไข่ของปลาในแม่น้ำแม่กลอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 105 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 29 น.
- สันธนา ดวงสวัสดิ์, ชัยชนะ ชมเชย และบุญเลิศ เกิดโกมุก. 2533. ฤดูวางไข่และแหล่งวางไข่ของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนกระเสียว จ.สุพรรณบุรี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 113 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 15 น.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2535. การเพาะขยายพันธุ์ปลา. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 น.
- American Public Health Association. 1992. Standard methods for the examination of water and waste water, 18th ed. American Public Health Association: Washington D.C.
- Amomsakchai, S., Annez, P., Vongvisessomjai, S., Choowaew, S., Kunurat, P., Nippanon, J., Schouten, R., Sripapatprasit, P., Vaddhanaphuti, C., Vidthayanon, C., Wirojanagud, W. and Watana E. 2000. Pak Mun Dam, Mekong River Basin, Thailand. World Commission on Dams, Cape Town.
- Bagenal, T. and Brown, E. 1978. Eggs and early life history. In: Bagenal, T. (ed.), Methods for the assessment of fish production in Fresh Water, pp. 165-201. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Baird, I.G. 2006. Strength in diversity: fish sanctuaries and deep-water pools in Lao PDR. *Fisheires Management and Ecology* 13: 1-8.
- Baird, I.G. and Flaherty, M.S. 2004. Beyond national borders: important Mekong River medium sized migratory carps (Cyprinidae) and fisheries in Laos and Cambodia. *Asian Fisheries Science* 17: 279-298.
- Bhattacharyya, S., Sen, U., Bhattacharyya, S.P. and Mukherjee, D. 2000. Identification of maturation-inducing steroid in a freshwater perch *Anabas testudineus* and differential responses of intact follicles and denuded oocytes to cAMP in oocyte maturation. *Journal of Experimental Zoology* 257: 294-303.
- De Silva, S.S, Schute, J. and Kortmulder, K. 1985. Reproductive biology of six *Barbus* species indigenous to Sri Lanka. *Environmental Biology of Fishes* 12: 201-218.
- Dudgeon, D. 2000. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *Bio-Science* 50: 793-806.
- FAO. 1999. Guideline for the routine collection of capture fishery data. FAO Fisheries Technical Paper No. 382. FAO, Rome.
- Jungwirth, M., Schmutz, S. and Weiss, S. (eds.). 1998. Fish migration and fish bypasses. Fishing News Books, Oxford.

- Jutagate, T. 2002. Thai river sprat: biology and management in Sirinthorn Reservoir, Thailand. Ph.D. thesis, Deakin University, Warrnambool, Victoria, Australia. 217 p.
- Jutagate T, Krudpan C, Ngamsnae P, Payoocha K and Lamkom T. 2003. Fisheries in the Mun River: a one-year trial of opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, Thailand. *Kasetsart Journal of Science and Technology* 37: 101-116.
- Jutagate, T., Krudpan, C., Ngamsnae, P., Lamkom, T. and Payoocha K. 2005. *Changes in the fish catches during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand. Fisheries Management and Ecology* 12: 57-62.
- Kestemont, P., Rinchar, J., Feys, V. and Fostier, A., 1999. Spawning migrations, sexual maturity and sex steroid levels in female roach *Rutilus rutilus* from the River Meuse. *Aquatic Sciences* 61: 111-121.
- Mattson, N.S. and Jutagate, T. 2006. Integrated basin flow management specialist report IBFM7-10: Fisheries Water Utilization Program / Environment Program. Mekong River Commission, Vientiane, Lao PDR.
- Mekong River Commission. 2003. State of the basin report 2003: Executive summary. Mekong River Commission: Vientiane.
- Northcote, T.G. 1984. Migratory strategies and production in freshwater fishes. In: Gerking S.D. (ed.) *Ecology of fish production*, pp. 326-359. Blackwell Science, Oxford.
- Pankhurst, N.W. and Caragher, J.F. 1991. Seasonal endocrine cycles in marine teleosts. In: Scott, A.P., Sumpter, J.P., Kime, D.E. and Rolfe, A. (eds.), *Reproductive physiology of fish*, pp. 131-135. *Proceedings of the 4th International symposium on the reproductive physiology of fish. FishSymp* 91, Sheffield.
- Payoocha, K., Ngamsnae, P., Grudphan, C., Lamkom, T. and Jutagate, T. 2004. Benthic Fauna in the Mun River and its tributaries during the opening of the sluice gates of the Pak Mun dam. Abstract for paper presented at the 7th Asian Fisheries Forum 30th November – 4th December. Hotel Equatorial, Penang.
- Poulsen, A.F. and Jørgensen, J.V. (eds.). 2000. Fish migrations and spawning habits in the Mekong mainstream: a survey using local knowledge (basin-wide). Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia.
- Roberts, T.R. 2001 On the river of no returns: Thailand's Pak Mun Dam and its fish ladder. *Natural History Bulletin of Siam Society* 49, 189-230.
- Sato, Y., Bazzoli, N., Rizzo, E., Boschi, M.B. and Miranda, M.O. 2005. Influence of the Abaete' River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the Sao Francisco River, downstream from the Tres Marias Dam, southeastern Brazil. *River Research and Applications* 21: 939-950
- Schouten, R., Sripraprasit, P., Amornsakchai, S. and Vidthayanon, C. 2000. Fish, and fisheries up and downstream of the Pak Mun Dam. World Commission on Dams, Cape Town.
- Sripraprasit, P. and Lin C.W. 2003. Effects of a fish ladder on migratory fish species at the Pak Mun Dam in Thailand. *Thai Fisheries Gazette* 56(4): 329-335.

- Suntornratana, U., Poulsen, A., Visser, T., Nakkeaw, S. and Talerkkeatleela, T. 2001. Migration onto the floodplain of the Songkhram River Basin. Proceeding of the 4th Technical Symposium on Mekong Fisheries, pp. 270-282. The Mekong Secretariat, Vientiane.
- Sverdrup-Jensen, S. 2003. Fisheries in the Lower Mekong Basin: Status and perspectives. MRC Technical Paper No. 6, Mekong River Commission: Phnom Penh.
- Warren, T.J., Chapman, G.C. and Singhanouvong, D. 1998. The upstream dry-season migrations of some important fish species in the Lower Mekong River of Laos. *Asian Fisheries Science* 11: 239-251.
- Warren, T.J and Mattson, N.S. 2000. Can fish passes mitigate the impacts of water-related development on fish migration in the Mekong Basin? *Mekong Fish: Catch and Culture* 6: 1-4.
- Welcomme, R.L. 2001. *Inland fisheries: ecology and management*. Fishing News Book, Oxford.
- Welcomme, R.L., Winemiller, K.O. and Cowx, I.G., 2006. Fish environment guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *River Research and Application* 22: 377-396.

Outputs ที่ได้ของโครงการ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

1. Jutagate, T., Tabthipwan, P. and De Silva, S.S. 2004. Fish migrations in the Mun River, a Mekong tributary in Thailand with special reference to *Morulius chrysophekadion* and *Helicophagus waandersii*. Paper presented at the 7th Asian Fisheries Forum 30th November – 4th December, Penang, Malaysia.
2. Jutagate, T., Thappanand, T. and Tabthipwan, P. 2006. Is the sluice gates' management in the Mun River, the largest Mekong tributary in Thailand, benefit for spawning migration of *Helicophagus waandersii* (Pangasiidae)? River Research and Applications: *(In pressed)*
3. Jutagate, T. and Tabthipwan, P. Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand. Fisheries Management and Ecology: *(Submitted)*

ภาคผนวกที่ 1

Jutagate, T., Tabthipwan, P. and De Silva, S.S. 2004. Fish migrations in the Mun River, a Mekong tributary in Thailand with special reference to *Morulius chrysophekadion* and *Helicophagus wandersii*. Paper presented at the 7th Asian Fisheries Forum 30th November – 4th December, Penang, Malaysia.

7th Asian Fisheries Forum

THE TRIENNIAL MEETING OF THE ASIAN FISHERIES SOCIETY
www.usm.my/7aff2004



Asian Fisheries Society



Universiti Sains Malaysia



Universiti Putra Malaysia



Ministry of Agriculture and
Agro-based Industries Malaysia



Department of Fisheries
Malaysia



Fisheries Development
Authority of Malaysia



WorldFish
CENTER



INFOFISH



Malaysian Fisheries Society

1 October 2004

To:

Dr. Tuantong Jutagate
Fisheries Program, Faculty of Agriculture
Ubon Ratchathani University
Ubon Ratchathani Thailand 34190
Thailand

RE: Official Notice of Abstract Acceptance

On behalf of the Scientific Program Committee, we are pleased to inform you that your abstract entitled:

Fish Migrations In The Mun River, A Mekong Tributary In Thailand, With Special Reference To *Morulus chrysophekadion* And *Helicophagus waandersi*

has been accepted for **oral** presentation at the 7th Asian Fisheries Forum which is scheduled for November 30 – December 4, 2004, in Penang, Malaysia. Please check the Asian Fisheries Forum web page for program updates.

Please note that all oral and poster presenters must register and pay for the conference. The Organizing Committee is not able to provide any financial assistance or registration fee waiver. In order to have a successful scientific program, we would appreciate receiving your confirmation of attendance and registration fees before **23 October, 2004**. Please use the contact details below to email (roshada_hashim@yahoo.com; usmpps@streamyx.com), fax, telephone or mail your confirmation. If we do not hear from you by this date, we will not be able to schedule your presentation in the scientific program. Thank you for your understanding and cooperation.

We look forward to seeing you in Penang!

Sincerely,

Prof. Mohamed Shariff Mohamed Din
Co-Chair, Scientific Program Committee

New Dimensions and Challenges in Asian Fisheries in the 21st Century

Secretariat, The 7th Asian Fisheries Forum, School of Biological Sciences,
Universiti Sains Malaysia, 11800 Minden, Penang, Malaysia
Tel: +60-4-653 3888 ext. 4009, 4095 or +60-4-860 3961 Fax: +60-4-656 5125
Email: alex@usm.my, roshada@usm.my

**FISH MIGRATIONS IN THE MUN RIVER, A MEKONG TRIBUTARY IN THAILAND, WITH
SPECIAL REFERENCE TO *Morulus chrysophekadion* AND *Helicophagus waandersi***

Tuantong Jutagate*, Pratak Tabthipwon, Sena S. De Silva
Fisheries Program, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani 34190 Thailand.
tjuta@agri.ubu.ac.th

During the one year trial, July 2001 to June 2002, of opening all the sluice gates of the run-of-the-river "Pak Mun" Reservoir (6 km upstream from the Mun confluence to the Mekong River) in Thailand, the potamodromous behaviour of some key-stone species was observed.

The catches were dominated by black shark minnow *Morulus chrysophekadion* and pangasiids. In the pangasiid group, shark catfish *Helicophagus waandersi* composed about 65 percent of the pangasiid catches. The presence and temporal changes in abundance of adults and sub-adults along the Mun River from the confluence to the Mekong mainstream toward the main floodplain area (about 50 km upstream) were used as keys to investigate the evidence of the migration of both species. The results showed that there was some degree of the migration, which mostly commenced at the onset of the rainy season. Therefore, the reproductive biology, of these two species, was consequently studied to verify the hypothesis on the reproductive migration.

During the rainy season, it was found that the ovaries of the adults of both species, which caught at the confluence area, were either in the maturation or maturity stages. Meanwhile some samples caught in the upstream area, their ovaries were in the spent condition. The larvae and age-0 fish of both species were observed in the late rainy season. This evidence supports that the purpose of migration is linked to the spawning behaviour.

Fish migration in the Mun River,
a Mekong tributary in Thailand,
with special reference to
Morulus chrysophekadion and
Helicophagus waandersii

by Tuantong Jutagate¹,

Pratah Tabthipwan² and Sena S. De Silva³



1. Inland Fisheries Research Group (IFRG) Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani, Thailand



2. Faculty of Fisheries, Kasetsart University Bangkok, Thailand



3. School of Ecology and Environment, Deakin University,
Warrnambool, Victoria, Australia

Overview on the migration (movement?) of the fishes in the^{1,2}

"It seems more logical regard most, if not all, Mekong fish species as migratory albeit to different degrees"
Warren & Mattson 2000 **Mekong Fish: Catch and Culture**

From the 2002 IFRG data and using the

- (1) the significant changes in CPUE and size composition of fish species and
- (2) %IRI of the frequency, size (weight) and occurrence of the fishes

It can be hypothesized that

- Pangasiids, silurids and bagrids trends to migrate (move) upstream in the commence of the rainy season.
- Cyprinids showed both upstream longitudinal (in both rainy and dry season) and lateral migration (movement) depend on species.

1. Jutagate, T., Krudpan, C., Ngamsnae, P., Lamkom, T. and Payoocha K. *In pressed*. Changes in the fish catch during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand. *Fisheries Management & Ecology*.

2. Thapanand, T., Krudpan, C. and Jutagate, T. *In pressed*. Movement of commercial fish families in Pak Mun area. *The Journal of Scientific Research of Chulalongkorn University*

According to the study of IFRG 2002:

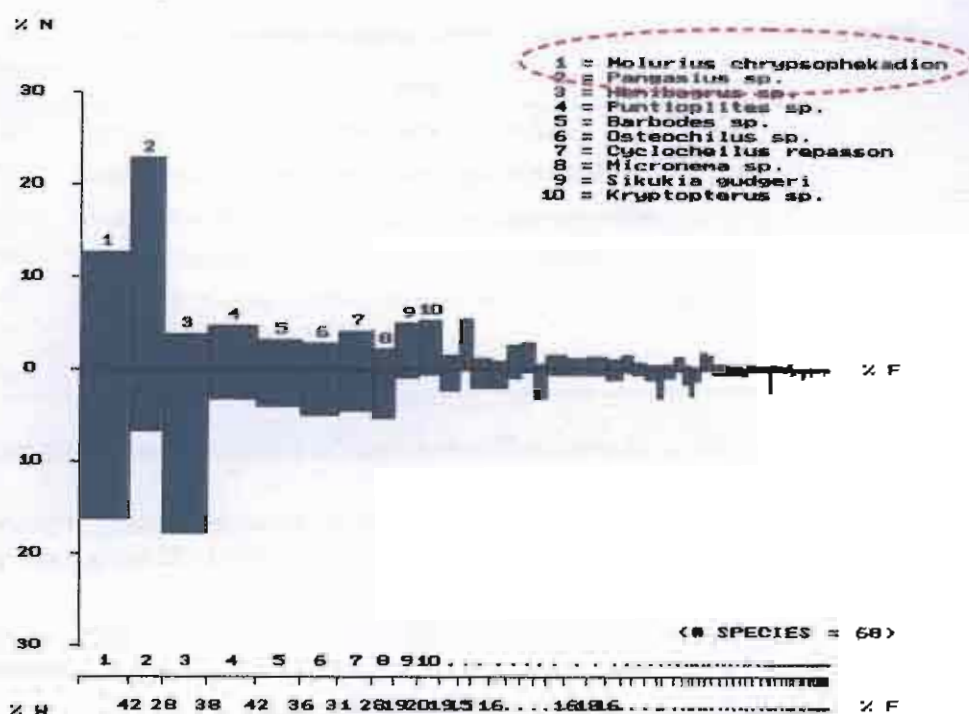


Fig. 1 Contribution of catches during the one year trial of opening all sluice gates of the Pak Mun Dam

Objectives

- To study the reproductive biology aspect of *M. chrysophekadion* and *H. waandersii* in the Mun River
- To investigate that whether or not the purpose of the migration (movement ?) of both species relate to the reproductive behaviour

Study period: July 2003- June 2005 (end of sampling: December 2004)

* In 2003, the sluice gates closed in Early September. In 2004, the sluice gates opened in mid-June and closed in mid-October

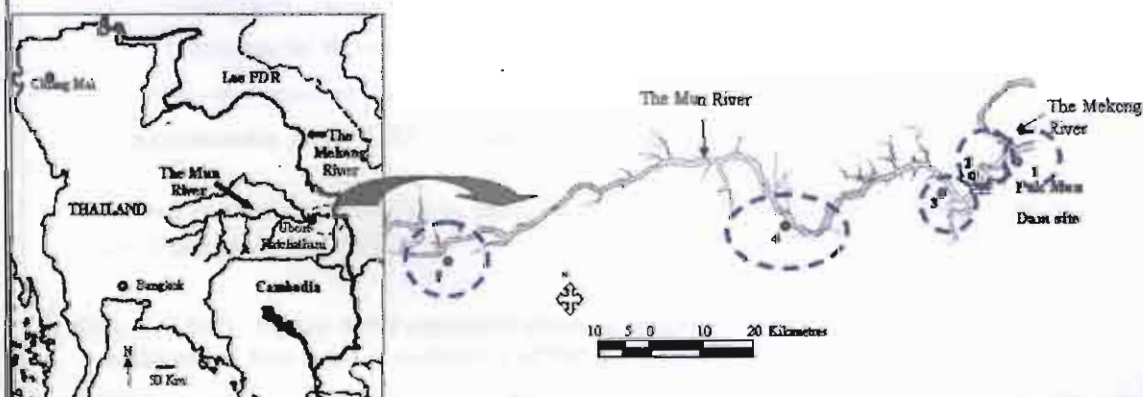


Fig.2 Location and map of the Pak Mun Reservoir, Thailand

Methods (in brief)

1. Classification used for assessing maturity stage of the ovaries (De Silva et al., 1985)

Stage	Detail
I	Immature, hard to distinguish male from female
II	Unmistakably an ovary, very small, egg cells small
III	Ovary fuller, almost filling body cavity, eggs not yellow
IV	Ovary fuller, almost filling body cavity, eggs yellow
V	Ovary full, completely filling body cavity, eggs extruded under slight pressure on the belly
VI	A few yellow eggs, but ovary not full, wrinkled and redish

2. Gonadosomatic index (GSI): (Gonad weight/Body weight) x 100

3. Steroid hormones: measured by the radioimmunoassay using the procedure described by Rinchart et al. (1993)

De Silva, S.S, Schute, J., Kortmulder, K., 1985. Reproductive biology of six *Barbus* species indigenous to Sri Lanka. *Environ. Biol. Fish.* 12: 201-218.

Rinchart, J., P. Kestemon, E.R. Kühn and A. Fostier. 1993. Seasonal changes in plasma levels of the steroid hormones in an asynchronous fish the Gudgeon *Gobio gobio* L. (Teleostei, cyprinidae). *Gen. Comp. Endocrinol.* 92: 168-178.

Methods (in brief)

1. Classification used for assessing maturity stage of the ovaries (De Silva, 1973)

Station	Location and detail
1	The Mun confluence to Mekong
2	Kang Tana: the first big rapid area from the confluence to the upstream
3	Baan Hua Heaw: first upstream area and connects to the Sirindhorn Reservoir via Lam Dom Noi creek, floodplain is also found
4	Kang Sapue: The big rapid area incorporate with the floodplain along the river bank
5	Baan Bua Ta: The vast floodplain area of the lower Mun River

2. Gonadosomatic index (GSI): (Gonad weight/Body weight) x 100

3. Steroid hormones: measured by the radioimmunoassay using the procedure described by Rinchart et al. (1993)

De Silva, S.S. 1973. Aspects of the reproductive biology of the sprat *Sprattus sprattus* (L.) in inshore waters of the West Coast of Scotland. *J. of Fish Biol.* 5: 689-705.

Rinchart, J., P. Kestemon, E.R. Kühn and A. Fostier. 1993. Seasonal changes in plasma levels of the steroid hormones in an asynchronous fish the Gudgeon *Gobio gobio* L. (Teleostei, cyprinidae). *Gen. Comp. Endocrinol.* 92: 168-178.

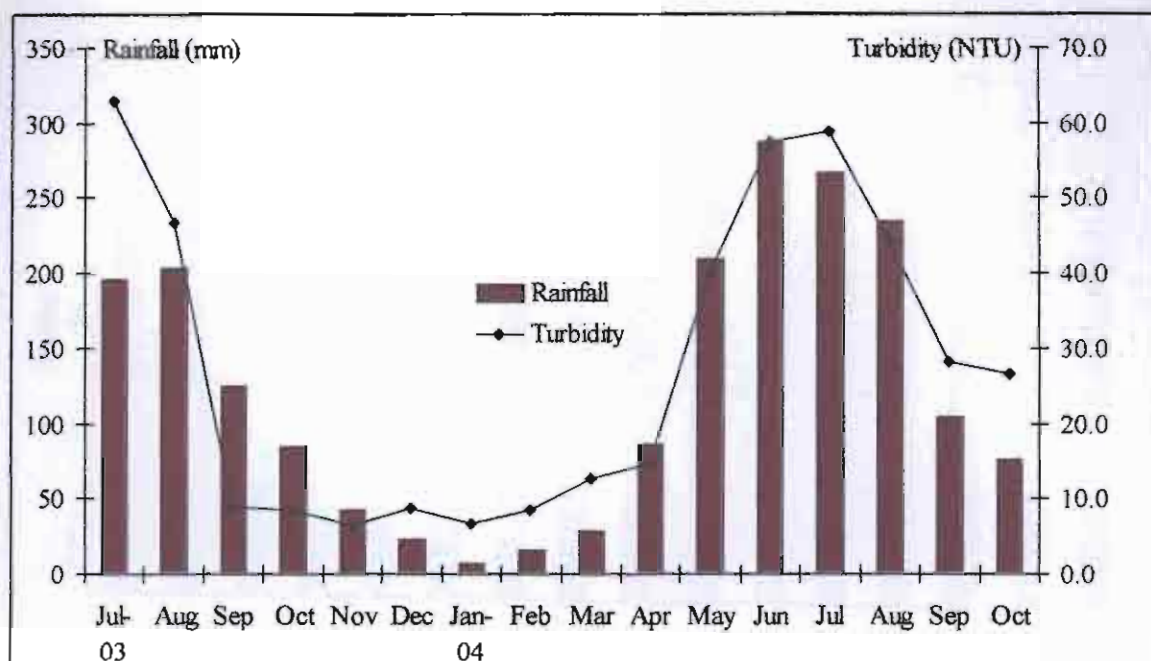


Fig. 3 Average rainfall (mm.) and turbidity (NTU) during the study period

General features of the black shark minnow (*Morulus chrysophekadion*, Bleeker)

- **Habitat:** river, stream and inundated floodplain from Thailand to Indonesia
- **Growth¹:** L_g 53.54 cm; W_g 4245 g; K 0.61 yr^{-1} ; range of age 1-4 yr
- **Feeding:** algae, periphyton, phytoplankton and detritus
- **Trophic level:** 2.0
- **Spawning ground:** floodplain area
- **Utilization:** food and aquarium fish
- **Fecundity³:** about 34,000 – 120,000 (range of samples 30 - 48 cm)



*M. chrysophekadion*²

1. Jutagate, T. and Krudphan, C. 2004. Population dynamics of the black shark minnow *Morulus chrysophekadion* (Cyprinidae) in the run-of-the river in Thailand. *Asian Fisheries Science* 17: 1-8.

2. Courtesy of C. Krudphan

3. from this project

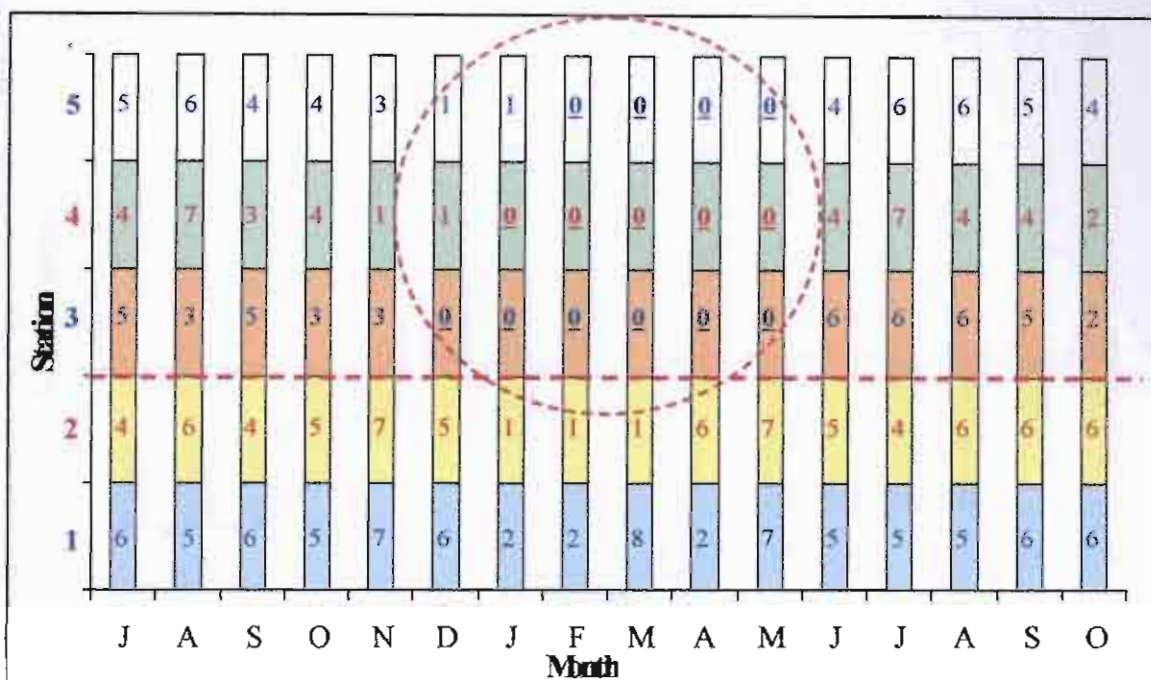


Fig. 4 Numbers of *M. chrysophekadion* samples, in each station, during July 2003- Oct. 2004

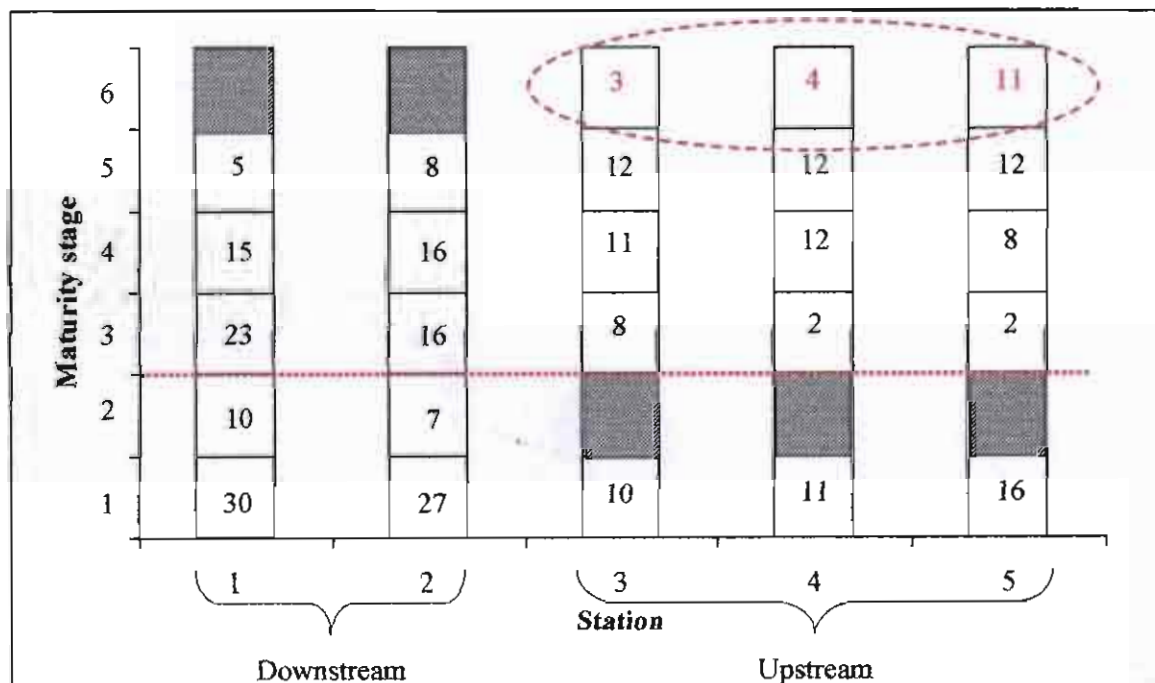
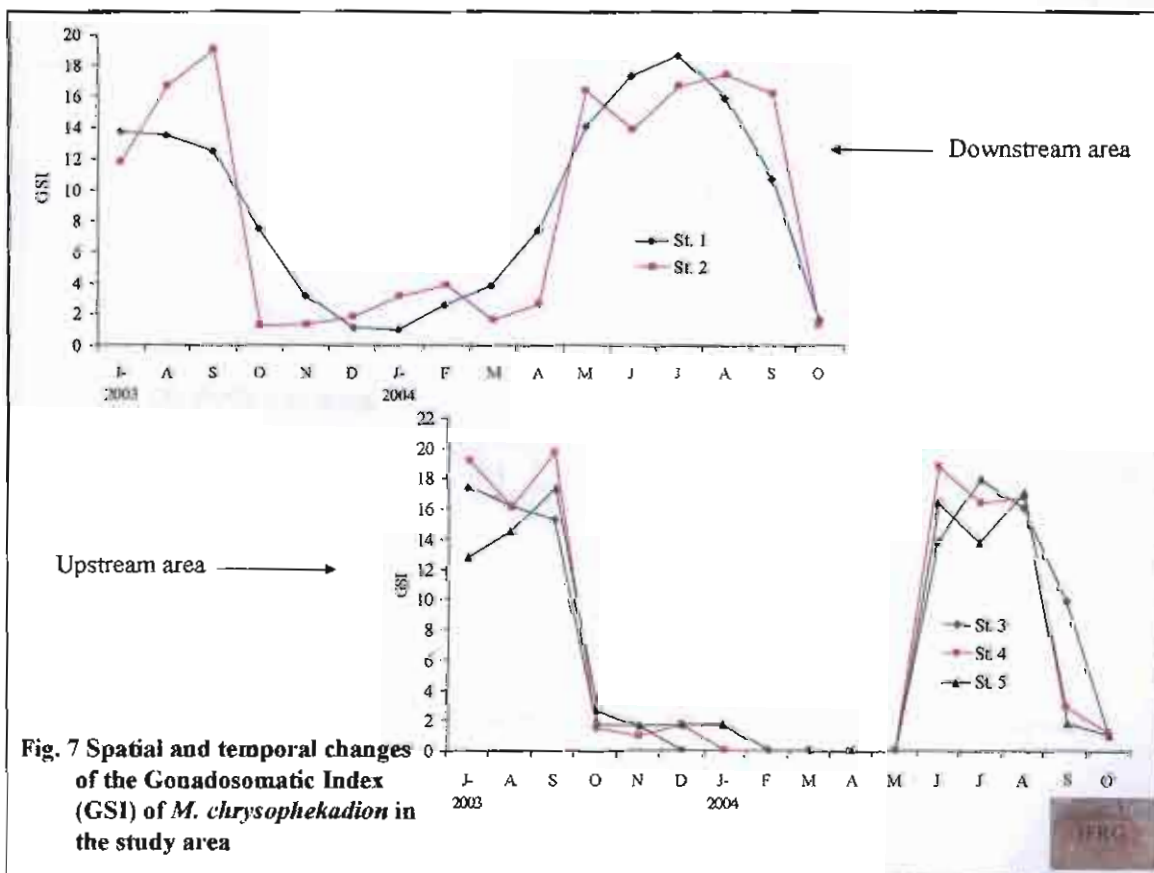
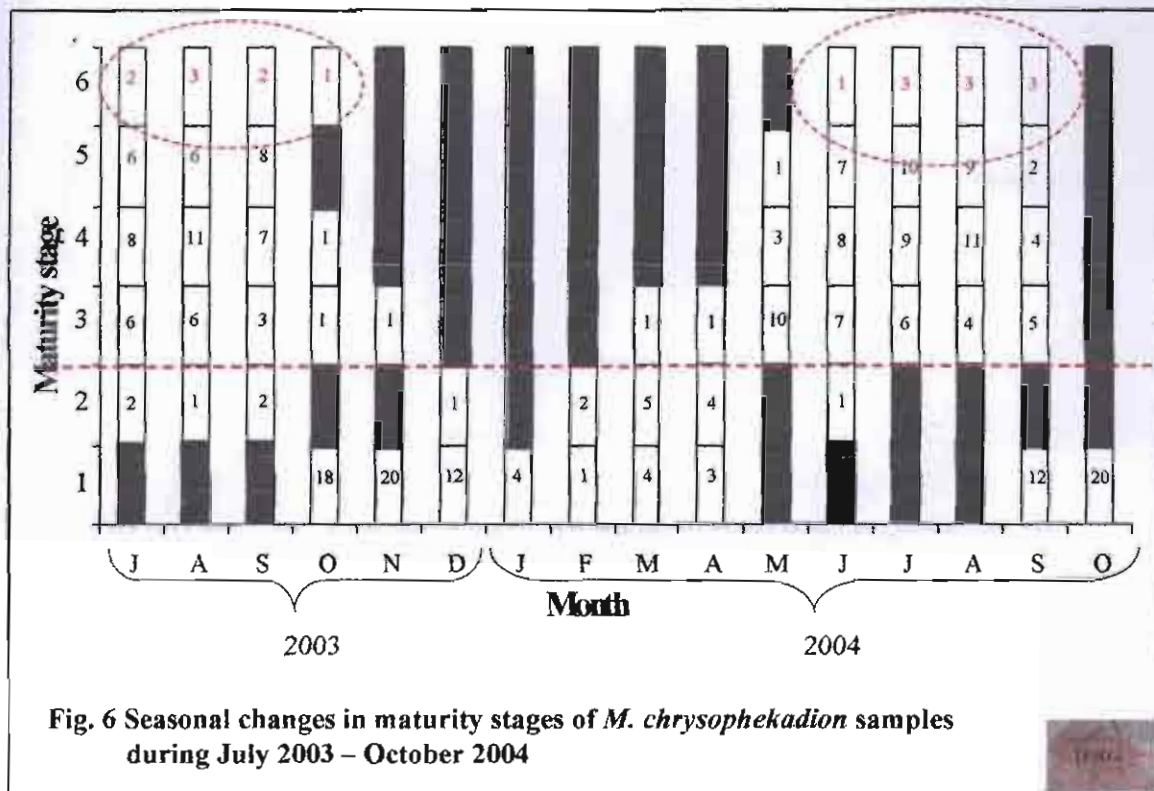
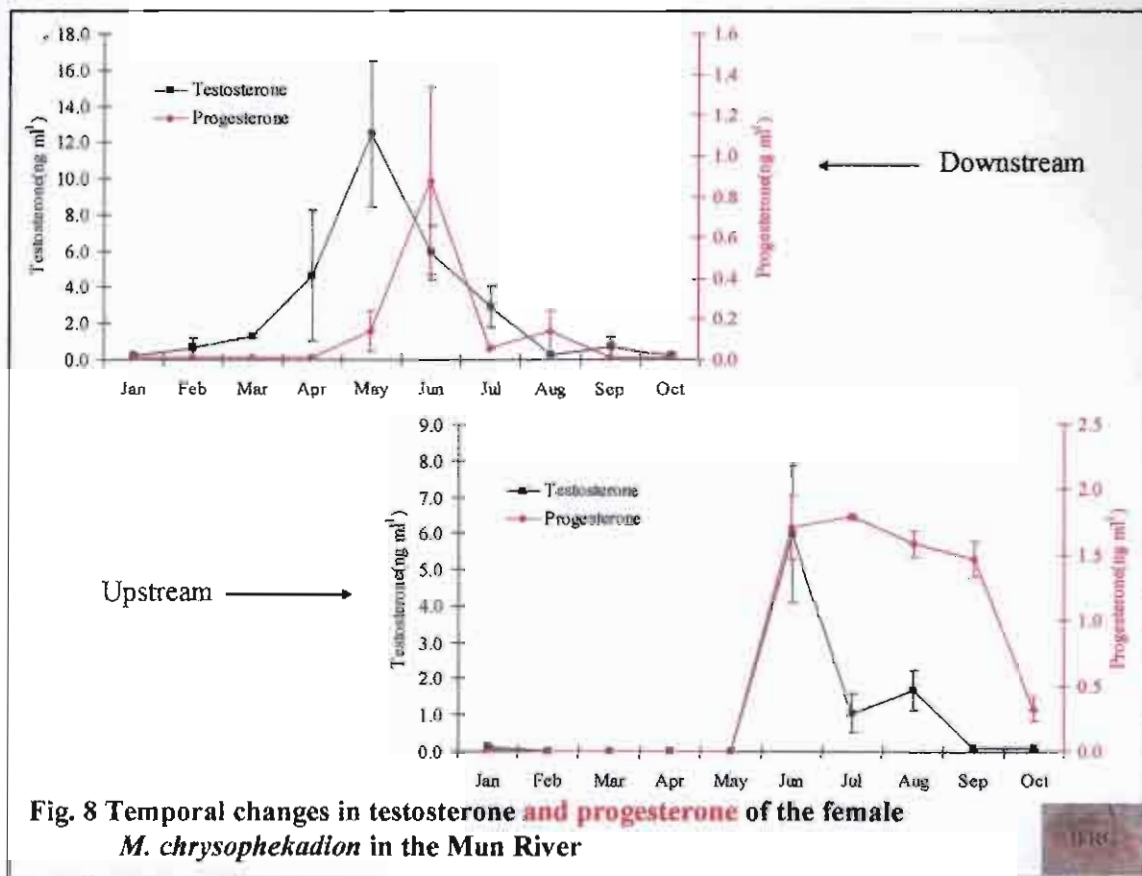


Fig. 5 Maturity stages of *M. chrysophekadion* samples found in each station





(A) Upstream area



(B) Downstream area

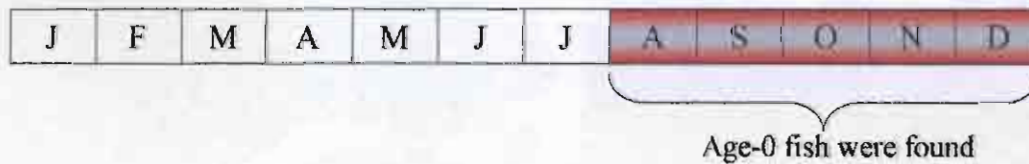
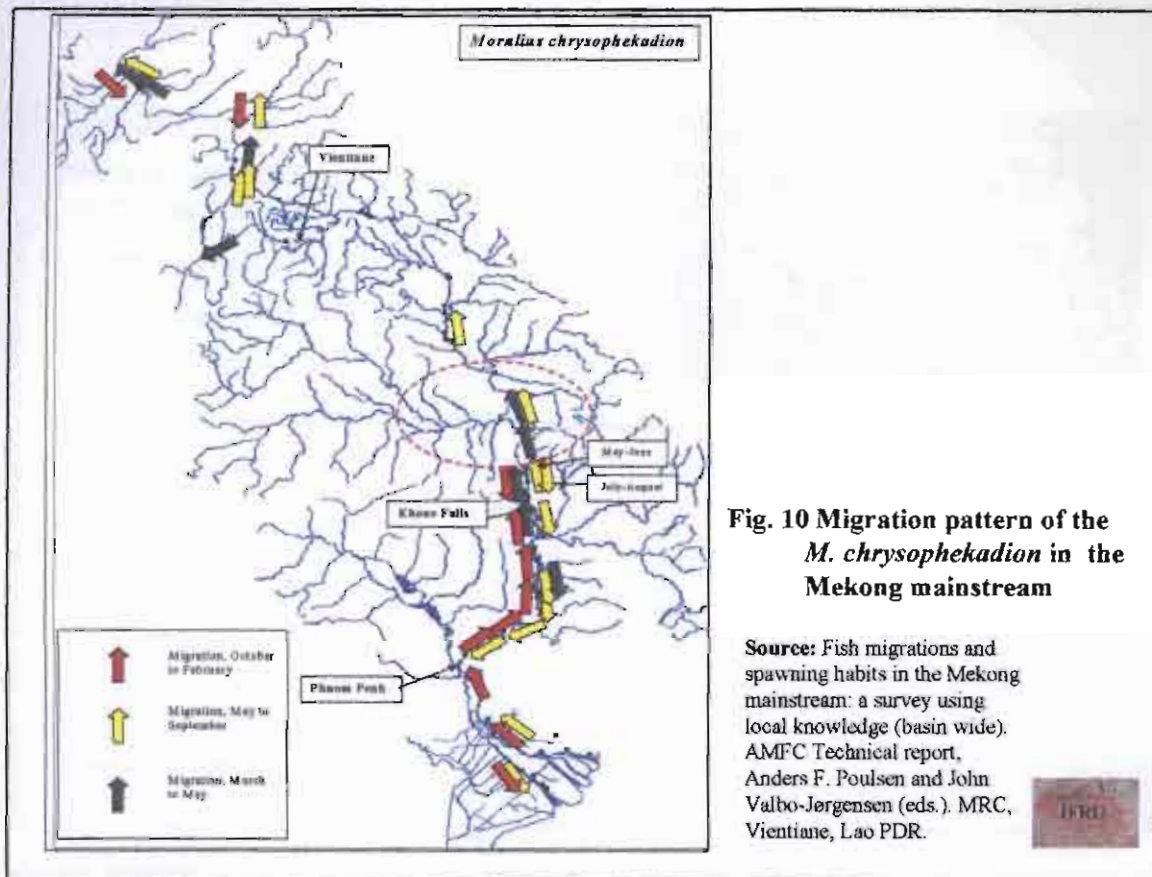


Fig. 9 Presence of the age-0 *M. chrysophekadion* in a year-round in the Mun River



General features of the shark catfish (*Helicophagus waandersii*, Bleeker)

- **Habitat:** river and stream
- **Feeding:** bottom feeder, exclusively in mollusks, which usually bivalves
- **Trophic level:** 3.15
- **Spawning ground:** deep pools?
- **Utilization:** food
- **Fecundity²:** about 52,000 – 84,000 (range of samples 30 - 55cm)



*H. waandersii*¹

1. courtesy of C. Krudpan

2. From this project

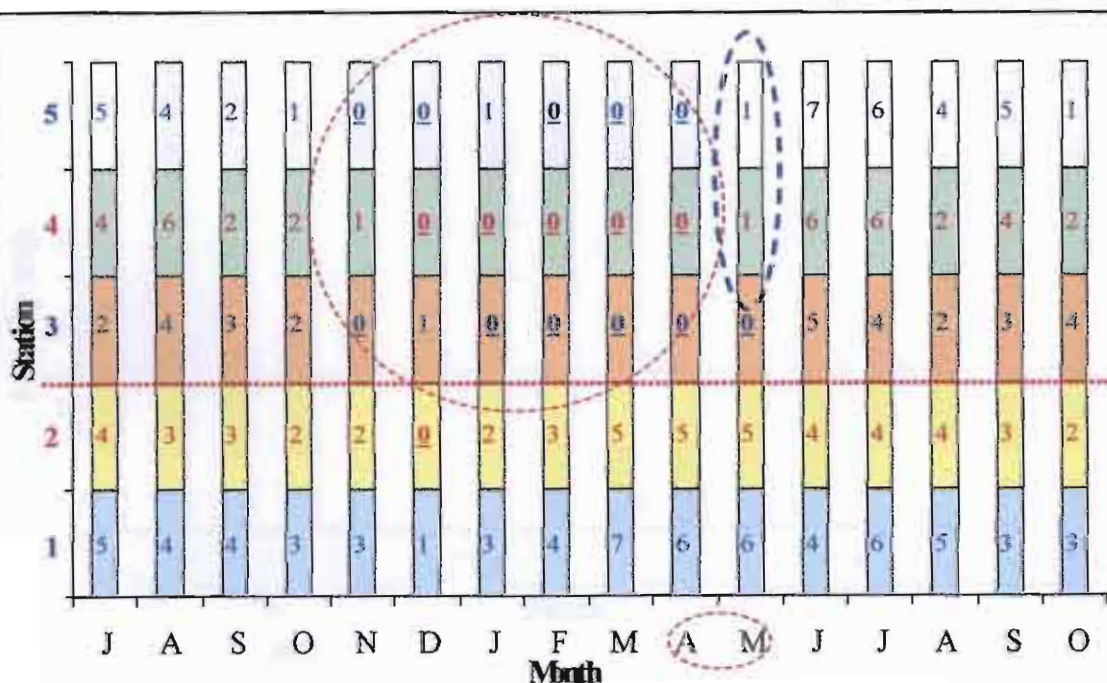


Fig. 12 Numbers of *H. waandersii* samples, in each station, during July 2003-Oct. 2004

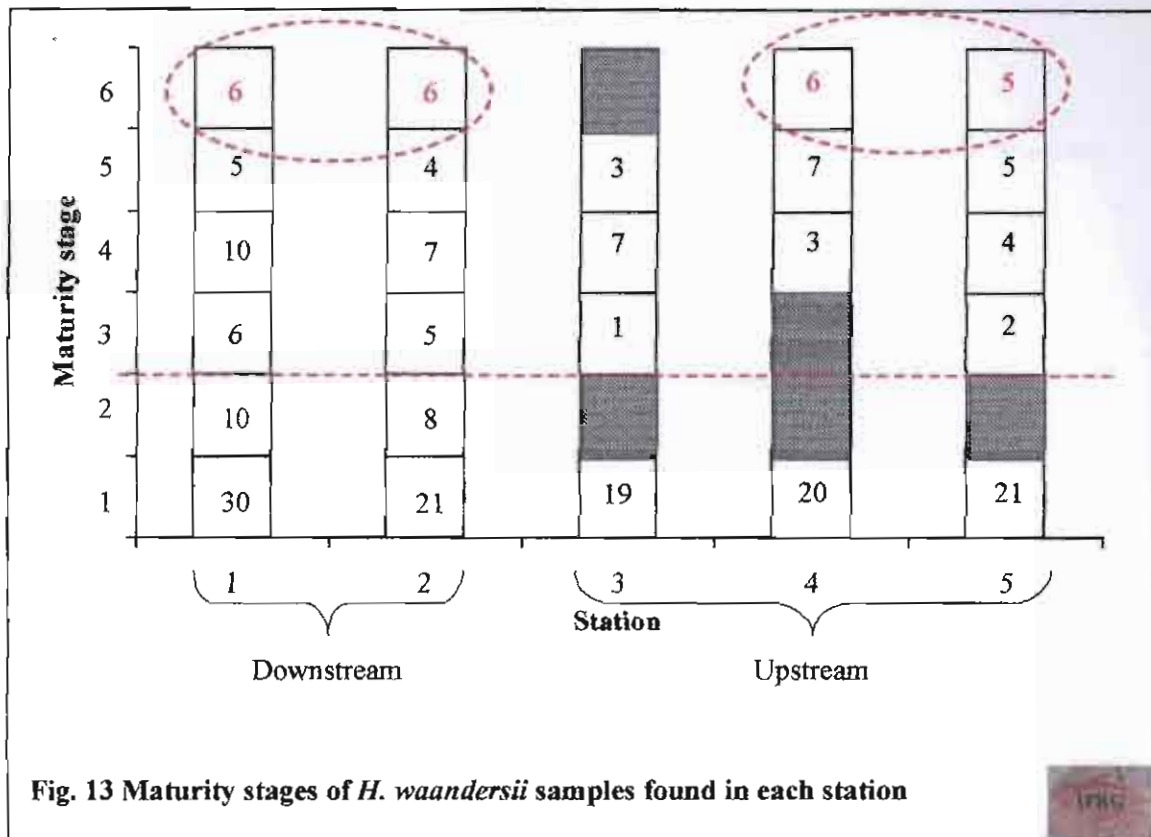


Fig. 13 Maturity stages of *H. waandersii* samples found in each station

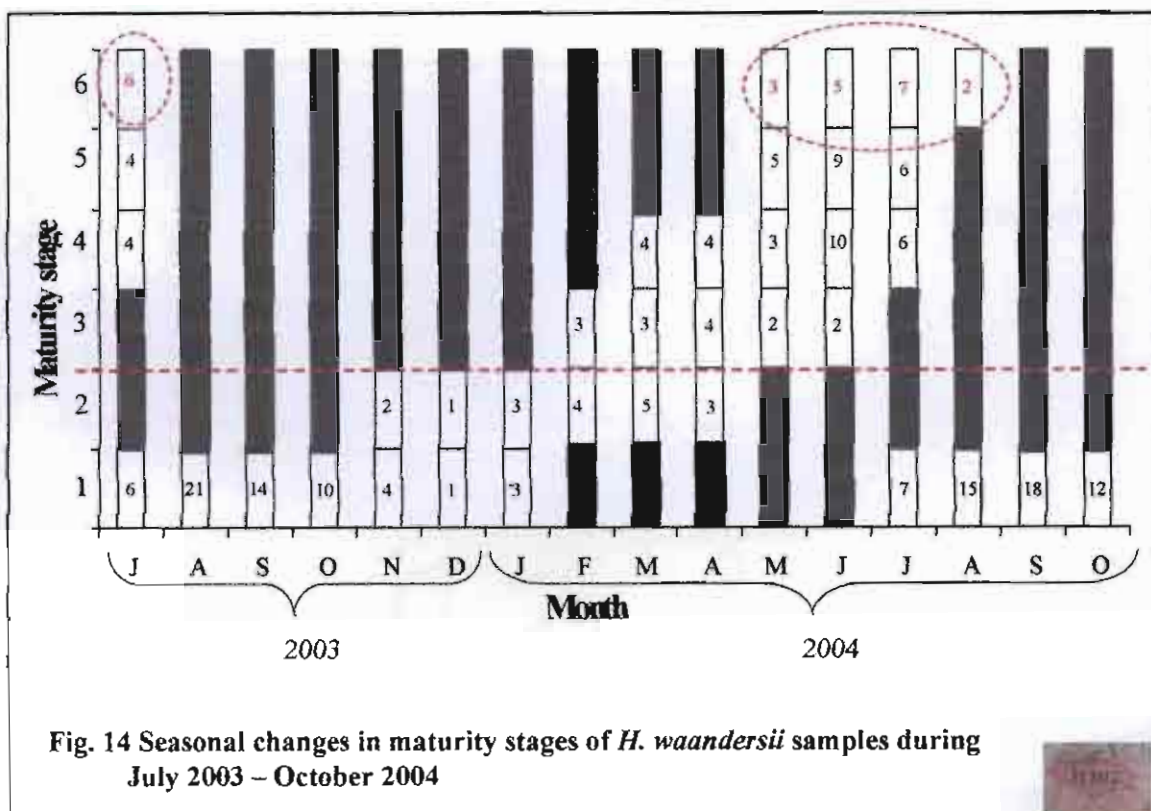


Fig. 14 Seasonal changes in maturity stages of *H. waandersii* samples during July 2003 – October 2004

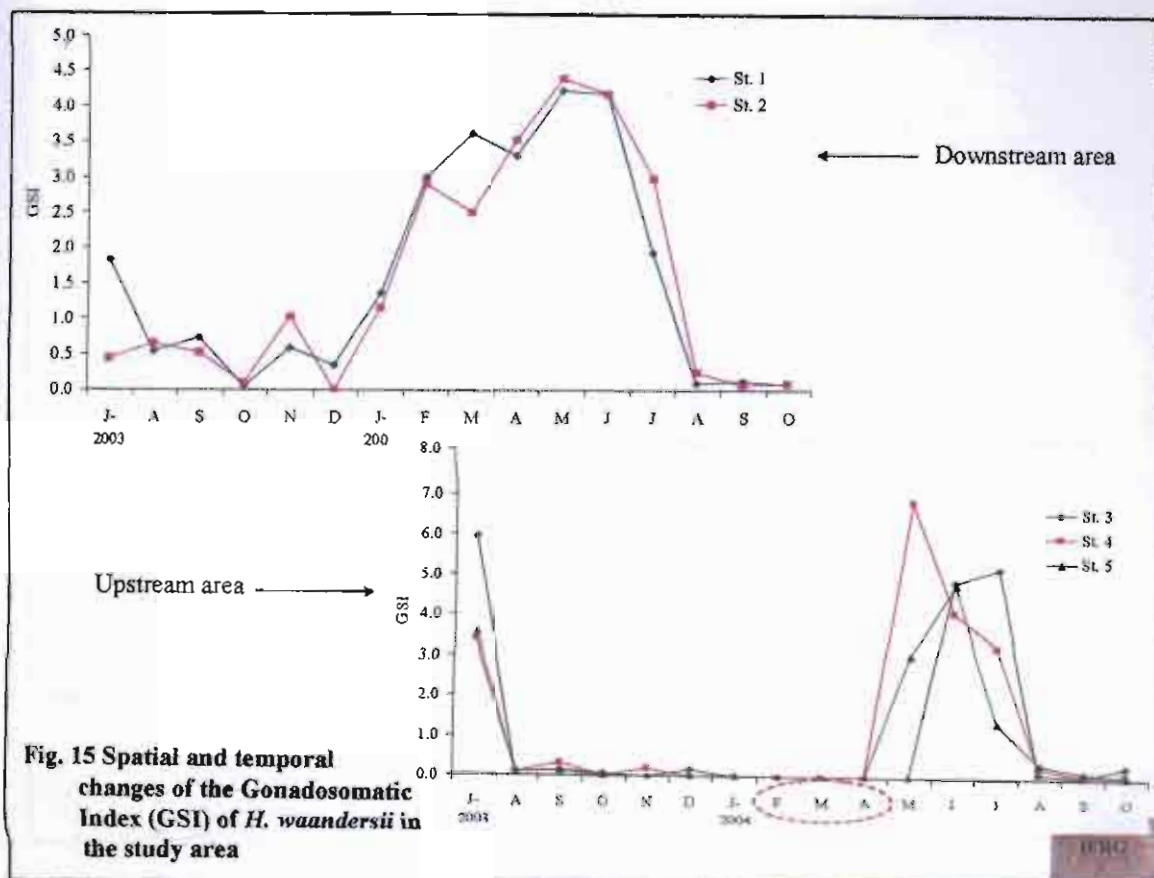


Fig. 15 Spatial and temporal changes of the Gonadosomatic Index (GSI) of *H. waandersii* in the study area

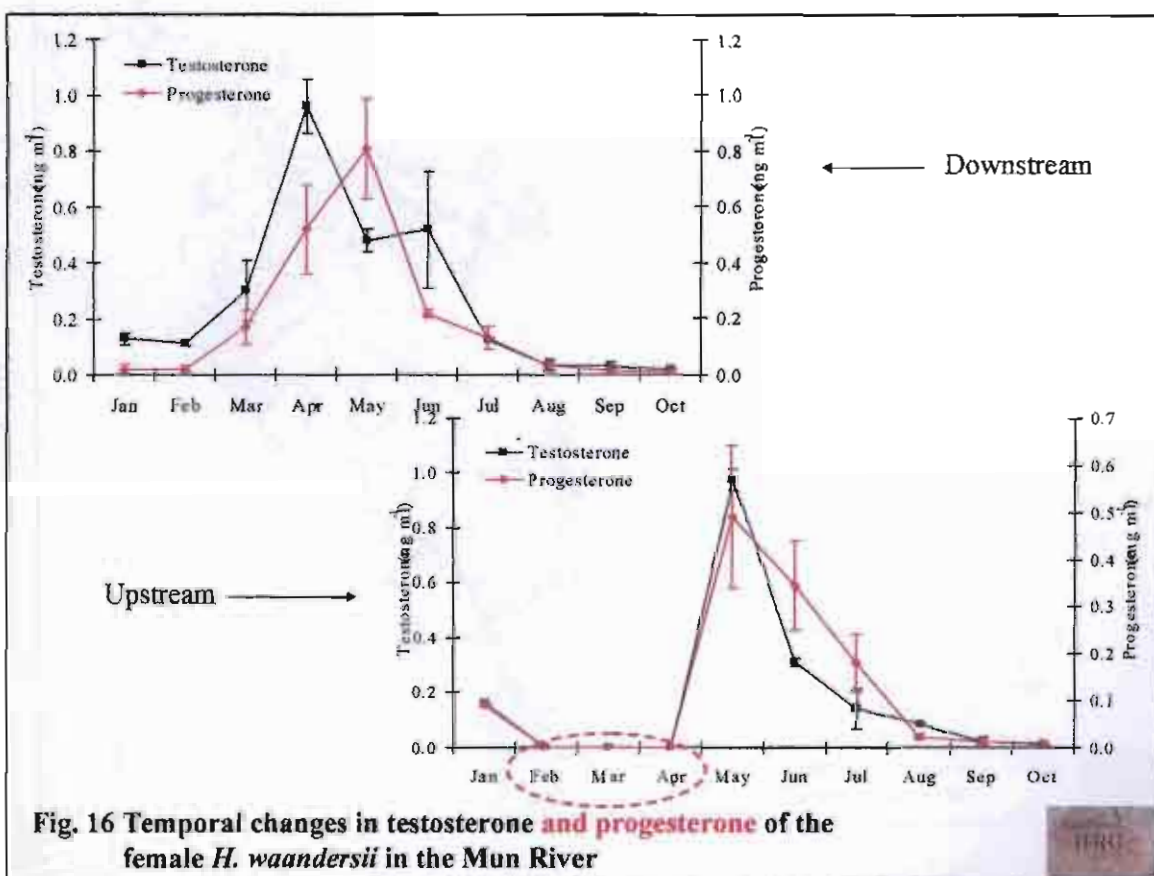
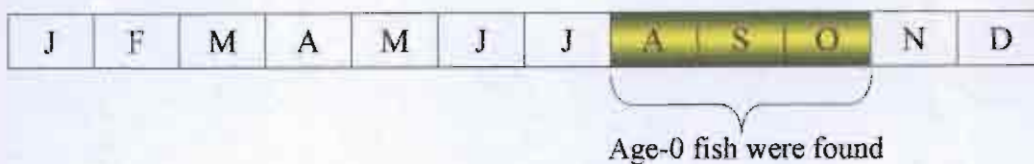


Fig. 16 Temporal changes in testosterone and progesterone of the female *H. waandersii* in the Mun River

(A) Upstream area



(B) Downstream area

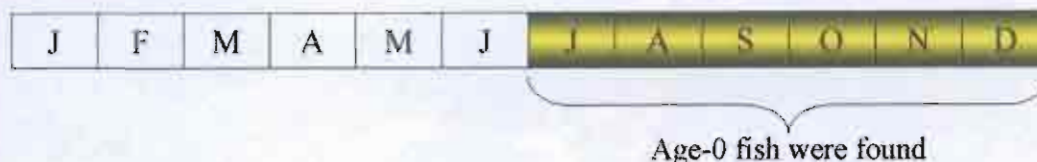


Fig. 17 Presence of the age-0 *H. waandersii* in a year-round in the Mun River

IFRC

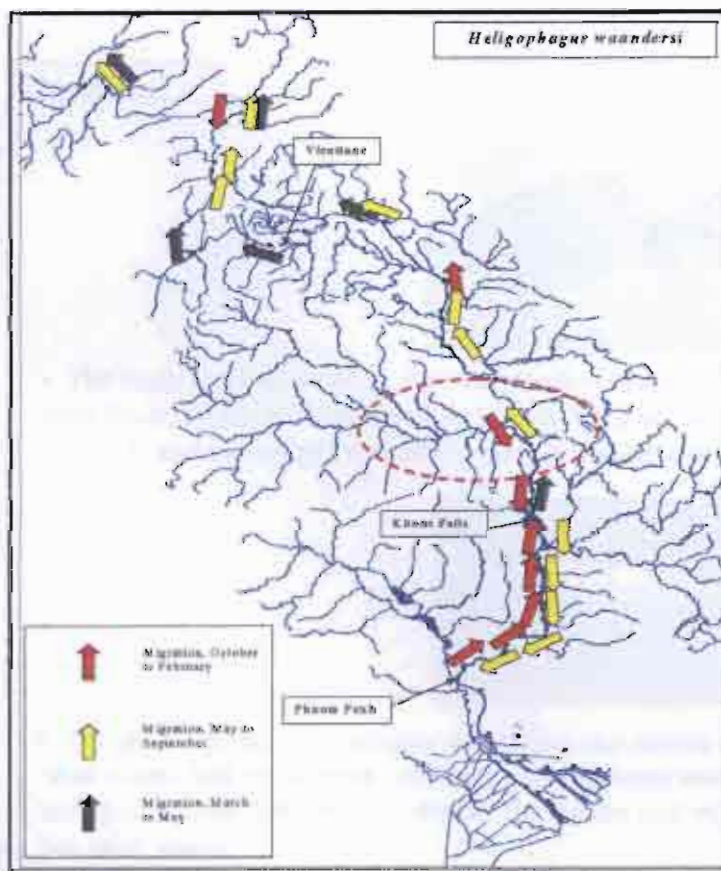


Fig. 18 Migration pattern of the *H. waandersii* in the Mekong mainstream

Source: Fish migrations and spawning habits in the Mekong mainstream: a survey using local knowledge (basin wide). AMFC Technical report. Anders F. Poulsen and John Valbo-Jorgensen (eds.). MRC, Vientiane, Lao PDR.

IFRC



Fig. 19 Migration pattern of *H. wandersii* between the Mekong and the Mun River

Conclusion



- The black shark minnow *M. chrysophekadion* moves upstream (from the Mekong to the Mun River) to the floodplain area for its spawning purpose. The immigration starts at the onset of rainy season and emigration starts at the late rainy season.



- The shark catfish *Helicophagus wandersii* also moves upstream (from the Mekong to the Mun River). But the purpose combines both spawning and trophic migration. *H. wandersii* immigrates to the Mun River at the late dry season and emigrates back to the Mekong at the late rainy season.

Acknowledgement



- This project is supported by The Thailand Research Fund (TRF):
under the New Researchers Program (Grant MRG4680190), which Dr. Jutagate is the main researcher and Profs. Tabthipwan and De Silva are his mentors.
- Faculty of Agriculture and Faculty of Science, Ubon Ratachathani University, for the scientific apparatuses
- Faculty of Medicine, Khon Kaen University for co-operating in sex hormone profiles
- *My in-situ* data-collectors: Koon Tharapan, Sida Komkham, Kane Tharat, Phansak Pirarat and Sangkom Yaowachai
- My senior students, who help me in the egg counting.

THANK YOU



ภาคผนวกที่ 2

Jutagate, T., Thappanand, T. and Tabthipwan, P. 2006. Is the sluice gates' management in the Mun River, the largest Mekong tributary in Thailand, benefit for spawning migration of *Helicophagus waandersii* (Pangasiidae)? River Research and Applications: *(In pressed)*

RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS
River Res. Applic. 22: 1–11 (2006)
 Published online in Wiley InterScience
 (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/rra.945

IS THE SLUICE GATES MANAGEMENT OF THE PAK MUN DAM IN THE MUN RIVER, THE LARGEST MEKONG TRIBUTARY IN THAILAND, BENEFICIAL FOR THE SPAWNING MIGRATION OF THE SHARK CATFISH *HELICOPHAGUS WAANDERSII* (PANGASIIDAE)?

TUANTONG JUTAGATE,^{a*} THANITHA THAPANAND^b and PRATAK TABTHIPWAN^b

^a Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Champrab, Ubon Ratchathani, Thailand 34190

^b Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, Thailand 10900

ABSTRACT

The reproductive ecology of shark catfish *Helicophagus waandersii* in the Mun River, the largest Mekong tributary in Thailand, was studied from July 2003 to December 2004. The aim of the study was to determine whether shark catfish, which contribute greatly to fish catches, benefits in terms of spawning, from the management regime of the Pak Mun Dam to open all sluice gates annually for 4 months during the rainy season. In total, 228 females were studied. The highest average gonadosomatic index ($4.42\% \pm 1.90\%$) was observed in the rainy season in June 2004. Fecundity ranged from 21 550 to 191 540 eggs. Three hormonal profiles viz. testosterone (T), 17 β -estradiol (E_2), and 17, 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (17, 20 βP) were determined by radioimmunoassay. The highest levels of T (0.96 ng ml^{-1}), E_2 (14.37 pg ml^{-1}), and 17, 20 βP (0.81 ng ml^{-1}) were respectively measured in April to May, July, and May. Changes in the maturity stage and the annual sex hormonal profiles revealed that the spawning period of *H. waandersii* is from May to June. There was no spatial statistical difference ($p > 0.05$) for each sex steroid profiles. The results indicated that *H. waandersii* spawn during the rainy season in the rapid areas, both downstream and upstream, and the sluice gates opening management regime for 4 months in the rainy season is of advantage for *H. waandersii* in terms of feeding and nursery grounds in the upstream area. Copyright © 2006 John Wiley & Sons, Ltd.

KEY WORDS: shark catfish *Helicophagus waandersii*; reproduction; sex hormonal profiles; migration; Mekong tributary

INTRODUCTION

Few river systems worldwide have escaped impoundment. Construction of dams has been driven by economic needs, while ecological consequences have received less consideration (Miranda, 2001) and can cause massive habitat destruction and hydrological change (Dudgeon, 2000). In Thailand, the Pak Mun Dam case is an example of the best lesson learnt regarding this matter. The Mun River is the largest tributary of the Mekong (Fig. 1) and the longest river in the northeast region of Thailand. It is 641 km from its origin to the Mekong confluence and has a 117 000-km² catchment area (Duangwasdi and Chookajorn, 1991). The river flows and associated fisheries have become a controversial issue since the construction of the Pak Mun Dam, which is located 6 km upstream from the Mun confluence with the Mekong mainstream. The dam is typed as roller compacted concrete with a maximum height of 17 m and total length of 300 m. The reservoir has a surface area of 60 km² at normal high water level of 108 m above the mean sea level (MSL) and a capacity of 225 million m³. The Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) built and operates the dam as a run-of-the-river hydropower plant, with eight sluice gates (Amornsakchai *et al.*, 2000) and commenced operation in 1994. After 10 years of conflicts, the Royal Thai Government (RTG) allowed the opening of all dam sluice gates, from July 2001 to June 2002, to study the changes of the fisheries and other aspects, such as hydropower, agriculture, irrigation, and socio-economics.

*Correspondence to: T. Jutagate, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Champrab, Ubon Ratchathani, Thailand 34190. E-mail: tjuta@agri.ubu.ac.th

Contract/grant sponsor: The Thailand Research Fund (TRF); contract/grant number: MRG 4680190.

Received 15 September 2005

Revised 13 December 2005

Accepted 16 March 2006

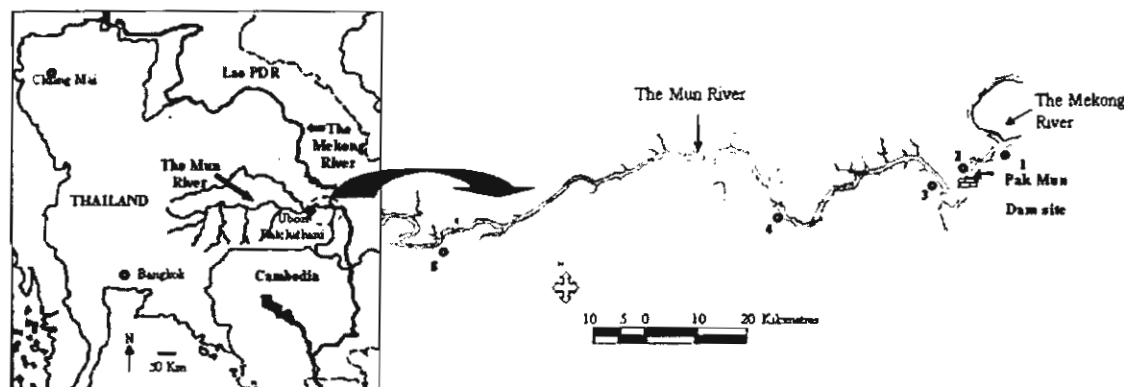


Figure 1. Location and map of the study stations on the Mun River, Thailand

In regards to aspects of the fishery, the purpose of the migration of the fishes in the Mun River is questioned, due to the improper performance of the Pak Mun Dam's "a pool and weir type" fish ladder. This is because of at least 77 species from 265 fish species recorded in the Mun watershed, are migratory species (Amornsakchai *et al.*, 2000). Schouten *et al.* (2000) reported that the fish ladder does not allow some fish species to ascend it, especially the moderated to large sized species belonging to the Family Pangasiidae and Sisoridae since the fish ladder type is not appropriated their behaviors and sizes. Local riparian fishers claim that many fish species have to move upstream from the Mekong to the Mun River for spawning, feeding and rearing, especially in the upstream flood forests and the rapid areas (Poulsen and Valbo-Jørgensen, 2000).

During the trial, it was observed that there were temporal changes in the abundance and size of almost all fishes. From these changes, and by using catch-per-unit effort as an indicator, it can be concluded that some fish species have to move from the downstream to the upstream of the Mun River and vice versa (Jutagate *et al.*, 2003, 2005). After the completion of the trial and the inclusion of all information from the study, the RTG finalized the management scheme of the dam to open annually for 4 months during the rainy season (May to August) to allow fishes to move upstream and downstream. This period is also the time of reversed flow from the Mekong River up into the Mun River that makes hydropower generation unworkable.

Throughout the opening of the sluice gates' trial, pangasiid fishes were one of the major groups that contributed largely to all the catches (Jutagate *et al.*, 2005), of which the shark catfish, *Helicophagus waandersii* Bleeker, was dominant, followed by *Pangasius micronema* Bleeker. Two Mekong giant catfish *Pangasinodon gigas* Chevey were also caught (Jutagate *et al.*, 2003). *H. waandersii* is a species targeted by commercial fishers because they fetch a high price. They feed almost entirely on bivalve molluscs and migrate upstream when water levels begin to rise at the beginning of the rainy season and move downstream as water clears at the end of the rainy season (Rainboth, 1996). *H. waandersii* can reach 70 cm TL and mature at about 30 cm TL with the adhesive egg type (Insiripong, 2001). This fish is in the Family Pangasiidae, which cannot use the fish ladder. Therefore, because of the importance of *H. waandersii* for fishing, the objective of our study was to investigate the opening the sluice gate at the Pak Mun Dam and the potential ecological benefits for facilitating spawning migration of adult shark catfish. This was conducted by comparing the sexual maturity and hormonal profiles between areas as well as months in order to determine if these migrations were initiated when a certain stage of maturity had been reached or when certain hormones developed (Kestemont *et al.*, 1999).

MATERIALS AND METHODS

Study stations

The study was conducted in the Mun River in Ubon Ratchathani Province (15°N and 105°E), northeast of Thailand, from the lowermost region of the Mun River in Kong Jiem District to the vast floodplain area in Sawang

Table I. List of sampling stations

Station	Location and details
1	The confluence of the Mun River to the Mekong River
2	Kang Tana: the first big rapid area from the Mun confluence to the upstream, deep pools also found
3	Baan Hua Heaw: first upstream area and connects to the Sirindhorn Reservoir via Lam Dom Noi Creek; floodplain also found
4	Kang Sapue: The big rapid area incorporate with the floodplain habitat along the Mun River bank; deep pools also found
5	Baan Bua Ta: The vast floodplain area of the lower Mun River

Weerawong District. Five study stations from the Mun confluence with the Mekong to Baan Bua Ta Village were utilized. By using the dam site as the barrier, the first two stations are considered downstream and the remaining stations upstream (Table I and Fig. 1).

Field and laboratory

There were five riparian fishers working as the data collectors for each station. At least five female *H. waandersii* were sampled monthly from each station from July 2003 to December 2004, unless there were fewer samples than the target level. The female fish were distinguished by having a genital pore that has no protrude papillae and then confirmed after dissection.

After being caught, the fish were measured (TL, nearest 0.1 cm) and weighed (nearest 0.1 g) and the samples were taken back to the Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University (about 80 km from the Pak Mun Dam site). Ovaries were classified into six stages (De Silva *et al.*, 1985) and weighed (nearest 0.1 g) for calculating the gonadosomatic index (GSI, Gonad weight/body weight) $\times 100$.

Stage V ovaries of 20 fishes were used for fecundity examination (De Silva *et al.*, 1985) by fixing in Gilson's fluid, shaken vigorously and stored in the dark for at least a fortnight before the total egg numbers were estimated by sub-sampling using the gravimetric method (Bagenal and Brown, 1978).

In each sampling station, four water quality parameters, viz. turbidity, water temperature, DO and nitrate nitrogen were examined following the APHA methods (American Public Health Association, 1992). Rainfall data were obtained from the Ubon Ratchathani meteorological station.

Sex steroid plasma profiles

From January to December 2004, five live females per month, from each sampling stations, were taken for sex steroids study. The blood samples were taken from the caudal vessel into heparinized syringes before studying the gonad. The blood samples were centrifuged for 15 min at 4000g and the plasma was stored at -20°C until further analysis were undertaken of the level of sex hormones (Kestemont *et al.*, 1999). Three sex hormones, viz. testosterone (T), 17 β -estradiol (E_2), and 17, 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (17, 20 β P), or progesterone, were measured by radioimmunoassay (Rinchard *et al.*, 1993) at the Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Thailand.

Analysis of Variance (ANOVA; one-way classification) was used to test significant difference among sample mean plasma level due to effects of months and sampling stations. The model is

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

where y_{ij} is the plasma level of the i th sex steroid in j th effects, μ is the grand mean plasma level, α_i is the effect and ε_{ij} is the error term. The analysis was done by using the SYSTAT programme (Wilkinson, 1989).

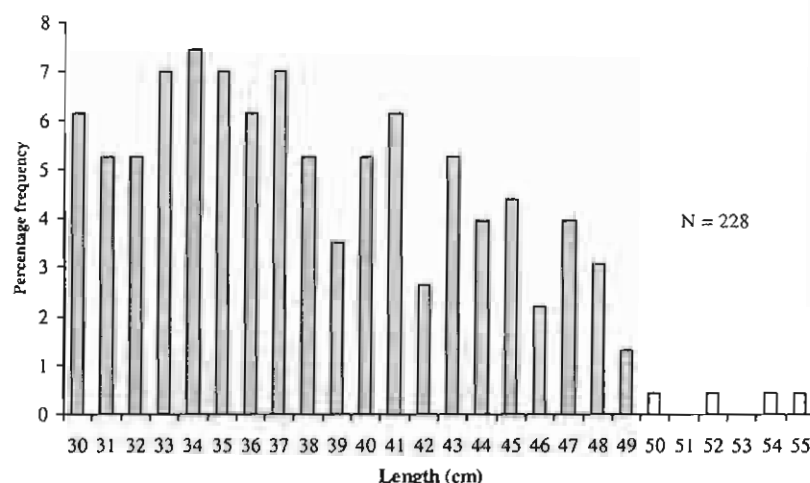


Figure 2. Length frequency distribution of *H. waandersii* samples in the study

RESULTS

In total, 228 female *H. waandersii* were collected throughout the study period. They ranged in size from 30 to 55 cm (Fig. 2). Sixty-nine fish were mature (stage III to IV) and 23 fish were spent. No *H. waandersii* were caught from the upstream stations from February to April and in December 2004. Rainfall, compared to the other months, peaked in August 2004 (297 mm) in the downstream area and July 2004 (287 mm) in the upstream area. In both areas, the pattern of turbidity changes conformed to the changes in rainfall. The maximum turbidity were in June 2004 (75.8 NTU) in the downstream area and July 2003 (71.2 NTU) in the upstream area. Meanwhile, there were slight differences in water temperatures during the study period (Fig. 3). The other two parameters, that is, DO and nitrate nitrogen as shown in Table II, were in the optimum range that fish can habit and survive (American Public Health Association, 1992).

Ovarian maturation

Except for the stage II fish in the upstream stations, all maturity stages in females were observed both downstream and upstream (Fig. 4). The majority of resting stage ovaries were observed from August to November. In the late dry season, in March, the ovary of *H. waandersii* developed and continued developing until fully mature in the following rainy season (May to July). Spawning (stage VI) occurred concurrently in the same period (Fig. 5).

The changes in GSI were correlated with the development of the ovaries and were similar in both downstream- and upstream-fish (Fig. 6), ranging from <0.01% to 7.05%. During the study, the peak of average GSI was recorded in June 2004 ($4.42\% \pm 1.90\%$) in the upstream area. Fecundity of the *H. waandersii* samples ranged from 21 550 to 191 540 (mean: $84\,614 \pm 42\,405$) in fish from 33.1 to 54.2 cm in length and 215 to 1 244 g in weight. The relationship between fecundity (F) to length (L) and weight (W) were positive (Fig. 7) and the equations were:

$$F = 1.278L^{2.93} \quad (R^2 = 0.47)$$

$$F = 17\,170 + 116.5W \quad (R^2 = 0.45)$$

Plasma sex steroid levels

Although there were no fish samples collected upstream from the dam from February to April and December 2004, the pattern of the changes of these plasma levels both downstream and upstream were similar (Fig. 8). After reaching a peak in April or May, all three sex steroid levels tended to decrease.

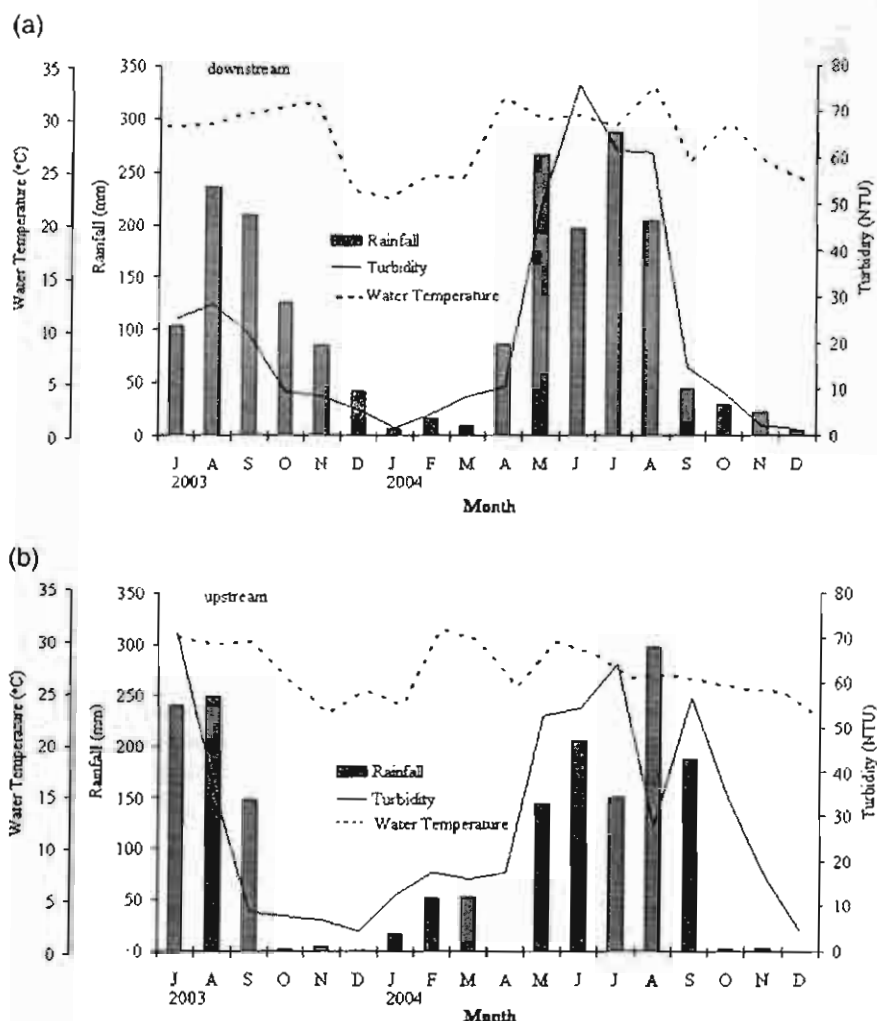


Figure 3. Average monthly water temperature ($^{\circ}\text{C}$), rainfall (mm) and turbidity (NTU) in (a) downstream and (b) upstream areas from July 2003 to December 2004

Table II. The average ($\pm$ SD) and range of selected water quality parameters in the Mun River from July 2003 to December 2004

Parameters	Downstream		Upstream	
	Average ($\pm$ SD)	Range	Average ($\pm$ SD)	Range
Rainfall (mm)	109.7 ($\pm$ 97.7)	5.4–287.1	97.8 ($\pm$ 104.3)	0.0–297.0
Turbidity (NTU)	22.3 ($\pm$ 23.6)	1.4–75.8	28.4 ($\pm$ 22.4)	4.3–71.2
Water temperature ($^{\circ}\text{C}$)	28.5 ($\pm$ 3.2)	23.1–33.3	28.0 ($\pm$ 2.7)	23.6–32.1
DO (mg l^{-1})	6.0 ($\pm$ 1.8)	3.3–9.9	5.7 ($\pm$ 1.7)	3.4–9.7
Nitrate nitrogen (mg l^{-1})	2.0 ($\pm$ 2.9)	0.1–11.5	3.2 ($\pm$ 4.6)	0.2–17.6

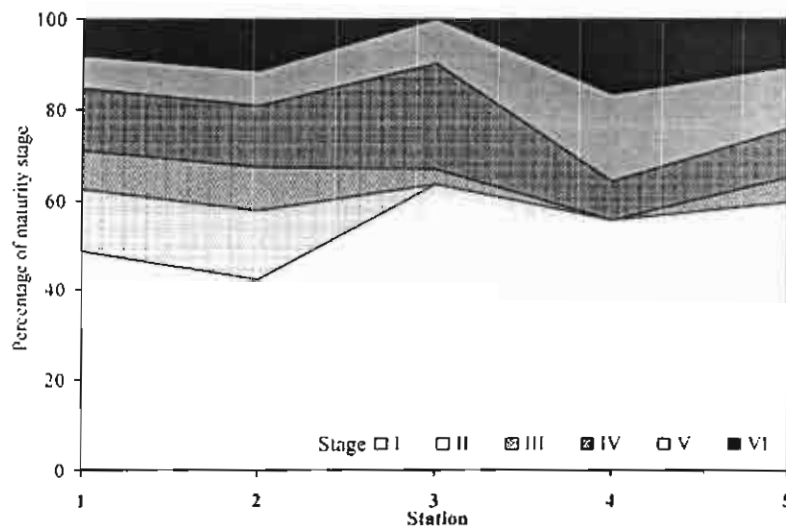


Figure 4. Percentage of maturity stages of *H. waandersii* samples found in each station

High concentrations of the sex steroids were evident during the rainy season and, the profiles of the *T* and *17, 20* β P plasma levels in *H. waandersii* ranged from 0.01 to 0.96 and 0.01 to 0.81 ng ml⁻¹, respectively. Meanwhile, the level of *E*₂ was relatively low and ranged from 0.05 to 14.38 pg ml⁻¹ (Fig. 8). The statistical analysis showed that there was a temporal statistical difference ($p < 0.05$) but not in terms of spatial ($p > 0.05$), for each sex steroid concentration level (Table III).

DISCUSSION

In terms of temporal approaches, from the 18 months of study, we found that *H. waandersii* reproduces once a year in the Mun River. It has a short spawning period that coincides with the rainy season, May to August. June and July are the crucial months for spawning activity, since stage V and VI ovaries were frequently recorded and GSI reached

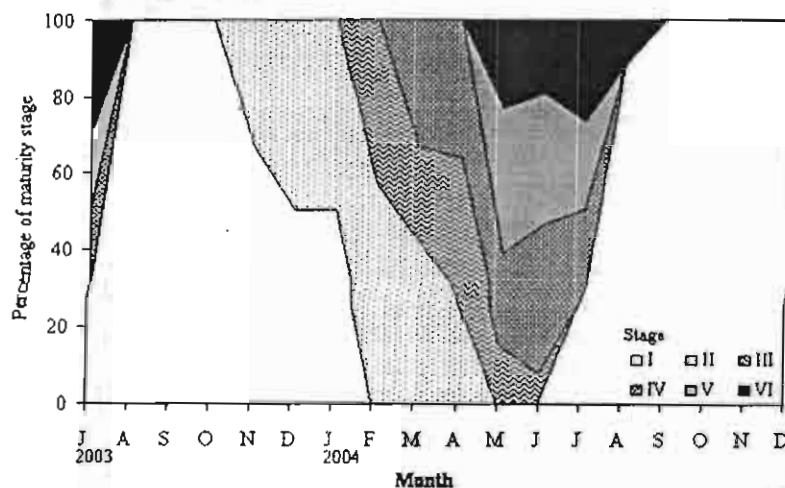


Figure 5. Temporal changes in percentage of maturity stages of *H. waandersii* samples from July 2003 to December 2004

SPAWNING OF *HELICOPHAGUS WAANDERSII* IN THE REGULATED MUN RIVER, THAILAND

7

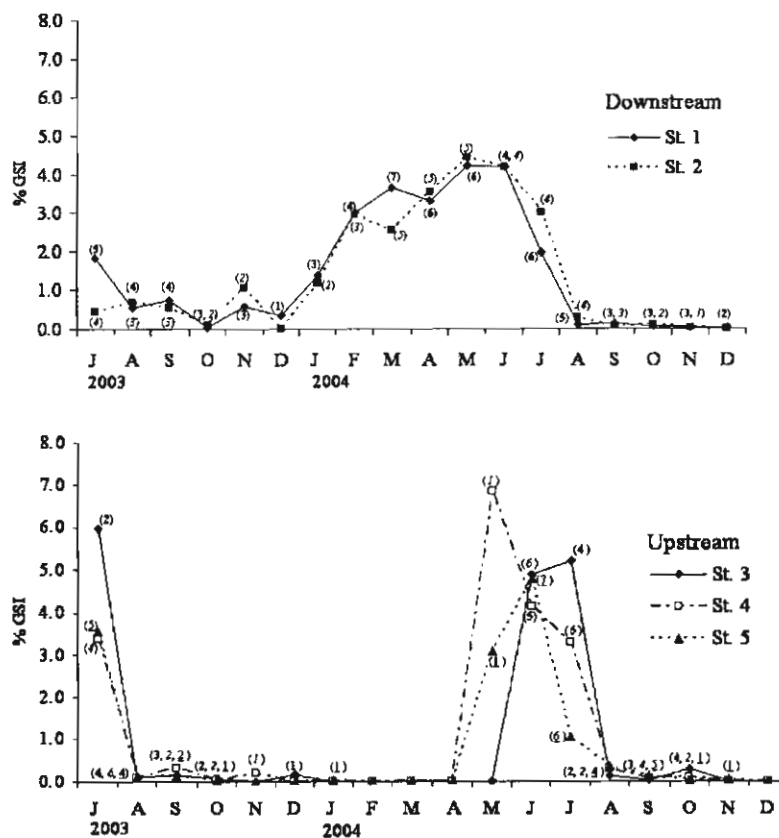


Figure 6. Seasonal changes in GSI of *H. waandersii* in the (a) downstream and (b) upstream stations. Note: (1) number in the parentheses represent the number of sample in each month (2) in the downstream, bold and italic numbers represent the samples in stations 1 and 2, respectively (3) in the upstream, bold, italic, and underlined numbers represent the samples in stations 3, 4, and 5, respectively

a peak and then declined sharply. Insiripong (2001) stated that the spawning season of reared brood-stock *H. waandersii*, in earthen ponds, is from June to September, but the optimum period is from July to August. The minimum weight of a stage V female *H. waandersii* ponds was 340 g (Insiripong, 2001) but it was found to be 215 g (33.1 cm TL) in this study. For the hormonal profiles, it is known that testosterone (*T*) is a precursor of estradiol (E_2) production and following production, E_2 travels in the blood to the liver in the blood and stimulates production of vitellogenin (Fostier *et al.*, 1983). Progesterone (17, 20 β P) has universal action as a maturation-inducing steroid (MIS) in most teleosts (Bhattacharyya *et al.*, 2000). In this study, the peaks of *T* and 17, 20 β P were mainly in May, and peak of E_2 was highest in June. Therefore, the suitable period to spawn for *H. waandersii* was during May to June. For its pangasiid relative, the Mekong giant catfish *P. gigas*, the peaks of *T* (0.06 ng ml⁻¹) and E_2 (47.8 pg ml⁻¹) were observed in May (Manosroi *et al.*, 2003).

In terms of spatial approaches, the occurrences of mature and spent females and evidences of non-statistical differences in sex hormonal profiles in both downstream and upstream stations, implies that the species need not move upstream to the Mun River for spawning purposes and can spawn both downstream and upstream. *H. waandersii* is reported to inhabit deep pools during the dry season. Furthermore, the deep pools are situated near rapids, where fast flowing oxygen rich water creates ideal spawning grounds for many of the fishes in the following rainy season (Viravong *et al.*, 2005).

Pangasiid fishes are recognized as migratory, albeit to a varying degree, and reproduction is clearly the primary biological motivation for migration (Hill, 1995). The scale of migration ranges from more than 1000 km in *P. gigas* to less than 100 km in other Pangaiids (Roberts and Vidthayanon, 1991). For *H. waandersii*, Poulsen and

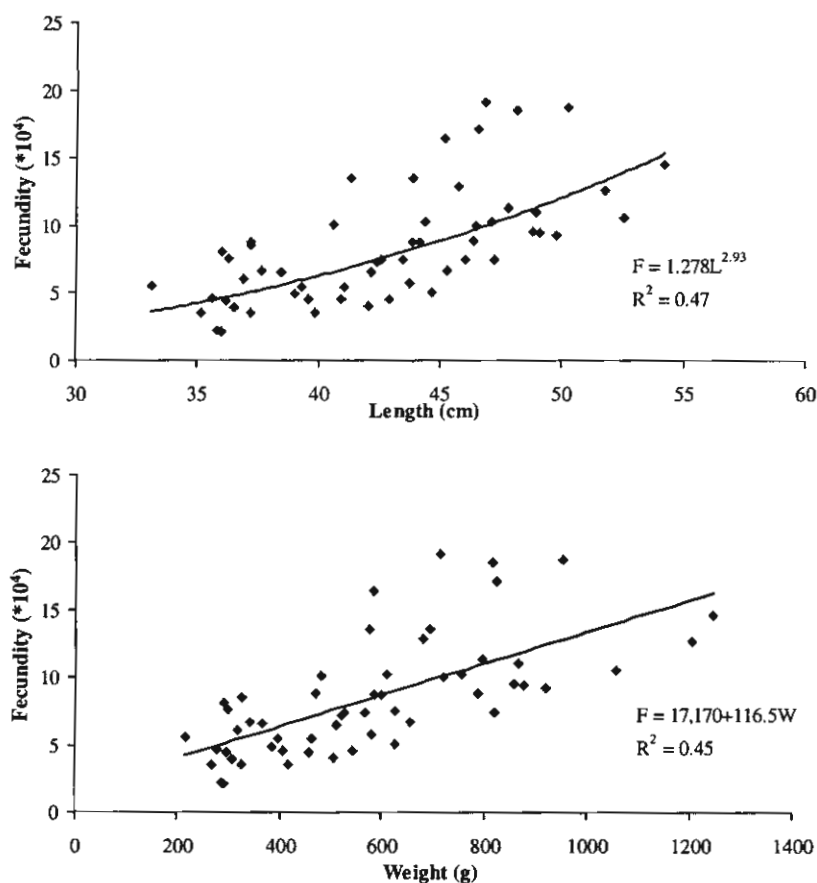


Figure 7. Relationship between fecundity and length and weight of *H. waandersii*. Note: represent regression lines

Valbo-Jørgensen (2000) reported that, in the Mekong mainstream, they undertake a relatively short upstream migration during the late dry season and/or early flood season into major tributaries (e.g. the Nam Ngum, Mun, and Songkhram rivers) and moves downstream as water clears at the end of the flood season. This is the cause that why no *H. waandersii* samples were obtained during the period before opening the sluice gates. The migrations appear to be for both spawning and feeding purposes. In addition, an early dry season migration for feeding purposes has also been observed (Warren *et al.*, 1998).

From our study, it can be concluded that the guilds of *H. waandersii* can be classified as rheophilic type A: having spawning grounds and nurseries in the river *per se* (Schiemer and Waidbacher, 1992) and spawn during the rainy season both downstream and upstream in the study area. Thus, the benefit of the management scheme of Pak Mun Dam on opening all sluice gates during the rainy season does not help greatly in terms of spawning grounds for *H. waandersii*. As a demersal habitant and bottom feeder, *H. waandersii* unable to use the fish ladder. Keeping this management scheme obviously benefits nursery grounds and feeding grounds in the flood forest upstream. Payoocha *et al.* (2004) reported that the density of molluscs, especially the bivalve *Corbicularia*, which was the main food item found in the stomach of *H. waandersii*, is highest in the Mun River during the rainy season. Viravong *et al.* (2005) reported that after reproduction in deep pools, fishes move to feeding grounds on the floodplains and always are accompanied by their sub-adults (Poulsen and Valbo-Jørgensen, 2000).

Warren and Mattson (2000) recommended that a vertical slot fish pass or a Denil fish pass instead of a pool and weir type because it may be more effective. But, it can be said in general that this dam opening management scheme is advantageous to the fishes that cannot use the fish ladder to enter the flood forests upstream during the rainy

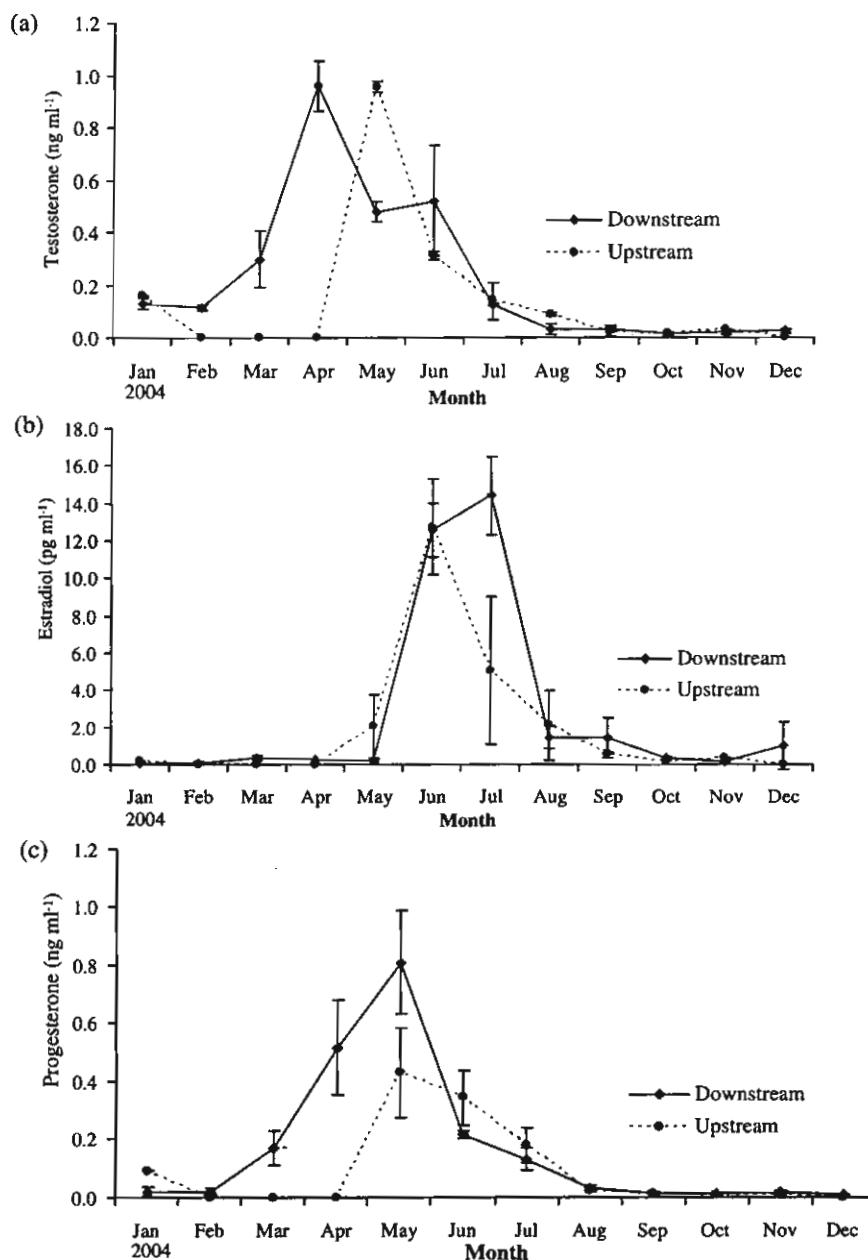


Figure 8. Temporal changes of the sex hormonal profiles of *H. waandersii* in the Mun River from January to December 2004. Note: (a) Testosterone, (b) Estradiol, and (c) Progesterone

season. However, in the long run, the spawning migration will be facilitated since the area upstream of the dam provides an excellent temporary recruitment area with many juvenile and adult migrating back to the Mekong mainstream to inhabit during the dry season^{Q1}(Sverdrup-Jensen, 2003). If the tributaries are dammed, it will lead to restricted access to the nursery and feeding grounds and finally cause in substantial decline in population of the species. Sato *et al.* (2005) stated the importance of a non-regulated tributary to minimize the ecological impact of a dam. MRC (2003) reported that, so far, there are 11 hydro-power plants in the Mekong tributaries and more are

Q1

Table III. Results of ANOVA on the sex steroids level of *H. waandersii* in the Mun River

Sex steroid	Source	Sum-of-square	Degree of freedom	Mean-square	F-ratio	p-value
Testosterone	Month	3.875	11	0.352	30.377	<0.001
	Error	0.487	42	0.012		
	Area	0.014	1	0.014		
	Error	4.347	52	0.084		
Estradiol	Month	1065.975	11	96.907	19.448	<0.001
	Error	209.276	42	4.983		
	Area	7.040	1	7.040		
	Error	1268.210	52	24.389		
Progesterone	Month	2.324	11	0.211	23.228	<0.001
	Error	0.382	42	0.009		
	Area	0.009	1	0.009		
	Error	2.697	52	0.052		

under construction, especially in Lao PDR. Therefore, the further research on the actual migratory patterns, such as by means of radio tracking, to the tributaries of the fishes in the Mekong River basin is desired to protect the decline of the population in the near future.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by the Thailand Research Fund (TRF): Grant MRG 4680190. The authors are thankful the Royal Thai Department of Fisheries for allowing the project to operate the fishing gears during the closed season and the fishers, involved in the samplings. We thank to Dr. Wijit Gerdphol, Faculty of Medicines, Khon Kaen University, for allowing us to work in the radioimmunoassay assay laboratory. Lastly, we thank anonymous reviewers whose comments helped improve the manuscript.

REFERENCES

- American Public Health Association. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water* 18th edn. American Public Health Association: Washington, DC.
- Amornsakchai S, Annez P, Vongvisessomjai S, Chooaew S, Kunurat P, Nippanon J, Schouten R, Sripapatprasit P, Vaddhanaphuti C, Vidthayanon C, Wirojanagud W, Watana E. 2000. *Pak Mun Dam, Mekong River Basin, Thailand*. World Commission on Dams: Cape Town.
- Bagenal T, Brown E. 1978. Eggs and Early Life History. In *Methods for the Assessment of Fish Production in Fresh Water*, Bagenal T (ed.). Blackwell Scientific Publications: Oxford; 165–201.
- Bhattacharyya S, Sen U, Bhattacharyya SP, Mukherjee D. 2000. Identification of maturation-inducing steroid in a freshwater perch *Anabas testudineus* and differential responses of intact follicles and denuded oocytes to cAMP in oocyte maturation. *Journal of Experimental Zoology* 257: 294–303.
- De Silva SS, Schute J, Kortmulder K. 1985. Reproductive biology of six *Barbus* species indigenous to Sri Lanka. *Environmental Biology of Fishes* 12: 201–218.
- Duangswasdi S, Chookajorn T. 1991. *Fisheries Characteristic, Species and Distribution of Fishes in the Mun River*. Technical Paper No. 125, National Inland Fisheries Institute, Department of Fisheries: Bangkok, (In Thai).
- Dudgeon D. 2000. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: Prospects for riverine biodiversity. *Bio-Science* 50: 793–806.
- Fostier A, Jalabert B, Billard R, Breton B, Zohar Y. 1983. The gonadal steroids. In *Fish Physiology*, Vol. 11A, Hoar WS, Randall DJ, Donaldson EM (eds). Academic Press: New York; 277–372.
- Hill MT. 1995. Fisheries ecology of the lower Mekong River. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 43: 263–288.
- Insiripong R. 2001. Breeding of *Helicophagus waandersii*. Proceedings of 4th Technical Symposium on Mekong Fisheries, 10th–11th December 2001, pp. 260–262. Mekong River Commission: Phnom Penh.
- Jutagate T, Krudpan C, Ngamsnae P, Payoocha K, Lamkom T. 2003. Fisheries in the Mun River: A one-year trial of opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, Thailand. *Kasetsart Journal of Science and Technology* 37: 101–116.

- Jutagate T, Krudpan C, Ngamsnae P, Lamkom T, Payoocha K. 2005. Changes in the fish catch during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand. *Fisheries Management and Ecology* 12: 57–62.
- Kestemont P, Rinchar J, Feys V, Fostier A. 1999. Spawning migration, sexual maturity and sex steroid levels in the female roach *Rutilus rutilus* from River Meuse. *Aquatic Sciences* 61: 111–121.
- Manosroi A, Meng-umphan K, Manosroi J. 2003. Annual sex hormonal profiles, gonad development and age determination of the Mekong giant catfish (*Pangasianodon gigas*, Chevey). *Aquaculture Research* 34: 1379–1385.
- Miranda LE. 2001. A review of guidance and criteria for managing reservoirs and associated riverine environments to benefit fish and fisheries. In *Dams, Fish and Fisheries: Opportunities, Challenges and Conflict Resolution*, Marmula G (ed.). FAO Fisheries Technical Paper No. 419. FAO: Rome; 91–138.
- MRC, Mekong River Commission. 2003. *State of the Basin Report 2003: Executive Summary*. Mekong River Commission: Vientiane.
- Payoocha K, Ngamsnae P, Grudphan C, Lamkom T, Jutagate T. 2004. Benthic Fauna in the Mun River and its tributaries during the opening of the sluice gates of the Pak Mun dam. Abstract for paper presented at the 7th Asian Fisheries Forum 30th November–4th December. Hotel Equatorial: Penang.
- Poulsen AF, Valbo-Jørgensen J. 2000. *Fish Migration and Spawning Habits in the Mekong Mainstream: A Survey Using Local Knowledge (Basin-Wide)*. Mekong River Commission: Vientiane.
- Rainboth WJ. 1996. *Fishes of the Cambodian Mekong: FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purpose*. FAO: Rome.
- Rinchar J, Kestemont P, Kühn ER, Fostier A. 1993. Seasonal changes in plasma level of steroid hormones in an asynchronous fish the gudgeon *Gobio gobio* L; (Teleostei, Cyprinidae). *General and Comparative Endocrinology* 92: 168–178.
- Roberts TR, Vidthayanon C. 1991. Systematic revision of the Asian family Pangasiidae, with biological observations and descriptions of three new species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 143: 97–144.
- Sato Y, Bazzoli N, Rizzo E, Boschi MB, Miranda MO. 2005. Influence of the Abaete' River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the Sao Francisco River, downstream from the Tres Marias Dam, southeastern Brazil. *River Research and Applications* 21: 939–950.
- Schiemer F, Waidbacher H. 1992. Strategies for Conservation of the Danubian Fish Fauna. In *River Conservation and Management*, Boon PJ, Calow P, Petts GE (eds). John Wiley: Chichester; 364–384.
- Schouten R, Sripatraprasit P, Amornsakchai S, Vidthayanon C. 2000. *Fish, and Fisheries Up and Downstream of the Pak Mun Dam*. World Commission on Dams: Cape Town.
- Sverdrup-Jensen S. 2003. *Fisheries in the Lower Mekong Basin: Status and Perspectives*. MRC Technical Paper No. 6, Mekong River Commission: Phnom Penh.
- Viravong S, Phounsavath S, Photitay C, Solyda P, Sokheng P, Kolding J, Valbo-Jørgensen J, Phoutavong K. 2005. *Deep Pools Survey 2003–2004: Final Report*. Mekong River Commission: Vientiane.
- Warren TJ, Mattson NS. 2000. Can fish passes mitigate the impacts of water-related development on fish migration in the Mekong Basin? *Mekong Fish: Catch and Culture* 6: 1–4.
- Warren TJ, Chapman GC, Singhanouvong D. 1998. The upstream dry-season migrations of some important fish species in the lower Mekong River of Laos. *Asian Fisheries Science* 11: 239–251.
- Wilkinson^{Q2} L. 1989. *SYSTAT: The System for Statistics*. Evanston, IL.

Q2

ภาคผนวกที่ 3

Jutagate, T. and Tabthipwan, P. Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand. Fisheries Management and Ecology: (Submitted)

หมายเหตุ ผลงานวิจัยชิ้นนี้ได้เคยถูกเสนอเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร Fisheries Research แต่ทางกองบรรณาธิการตอบปฏิเสธการตีพิมพ์เนื่องจากเนื้อหางานวิจัยค่อนข้างจะเป็นภูมิภาค (regional) ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงรูปแบบของ manuscript และส่งไปยังวารสาร Fisheries Management and Ecology ซึ่งเน้นงานวิจัยที่เอาผลการศึกษามาตอบการจัดการทางระบบนิเวศน์และการประมง

Current Folder: **INBOX****Sign Out**[Compose](#) [Addresses](#) [Folders](#) [Options](#) [Search](#) [Help](#) [Calendar](#) [SquirrelMail](#)[Message List](#) | [Delete](#) [Previous](#) | [Next](#) [Forward](#) | [Forward as Attachment](#) | [Reply](#) | [Reply All](#)**Subject:** FISH819**From:** "Fisheries Research" <fish@elsevier.com>**Date:** Mon, May 8, 2006 6:42 pm**To:** tjuta@agri.ubu.ac.th ([more](#))**Priority:** Normal**Options:** [View Full Header](#) | [View Printable Version](#)

Ref.: Ms. No. FISH819

Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand
Fisheries Research

Dear Dr. Jutagate,

I can now inform you that the Editor has subjected the manuscript FISH819: Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand to preliminary assessment.

I am sorry to have to inform you that your manuscript has been found to be unacceptable for publication in our journal. The Editor's comments on your manuscript can be found below.

Thank you for considering our journal as a possible publication medium.

Kind regards,

Jeroen Groenendijk
Executive Editor
Fisheries Research
fish@elsevier.com

Editor's comments

>From the Editor-in-Chief :

I would like to thank the author for letting us see this most interesting paper. I feel it should certainly be published. However, I suggest it would be more appropriately offered to a regional journal, where it would have more impact.

Dr. I.G. Cowx
University of Hull, International Fisheries Institute
Hull HU6 7RX
United Kingdom

23 May 2006

Dear Professor

Dear Sir

The research work entitle “Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand” (authored by Tuantong Jutagate and Prathak Tabthipwan) is the follow up research from “Jutagate T., Krudpan C., Ngamsnae P., Lamkom T. & Payoocha K. (2005) Changes in the fish catch during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand in FME **12**, 57-62. In that work, *Labeo chrysophekadion* (former *Morulius chrysophekadion*) contributed the largest %IRI of the catches. So, we used *L. chrysophekadion* as the representative on investigating the benefit of the fishes from the 4-months opening all sluice gates management regime.

We hope that this study will be the lesson learnt for other damming project worldwide, especially in Indochina region, to find out an appropriated management program and we can share our findings to the fisheries society. Thus we submit the work for your consideration to publish in “Fisheries Management and Ecology”.

Very respectfully

(Dr. Tuantong Jutagate)
Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University
Warin Chamrab, Ubon Ratchathani, Thailand 34190
E-mail: tjuta@agri.ubu.ac.th

Importance to fisheries and reproductive aspects of the black shark minnow (*Labeo chrysophekadion*: Cyprinidae) between the downstream and upstream areas in the regulated Mekong tributary in Thailand

Tuantong Jutagate^{1, #} and Prathak Tabthipwan²

1. Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Champrab, Ubon Ratchathani, Thailand 34190

2. Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, Thailand 10900

[#] **Corresponding author:** Tel. +66 45 353513 Fax. +66 45 353500 ext. 2150 E-mail address: tjuta@agri.ubu.ac.th

Abstract

The importance to the fisheries of the black shark minnow *Labeo chrysophekadion* in the regulated Mun River of the Lower Mekong Basin during the trial of opening all sluice gate were investigated from July 2001 to June 2002 and reproductive aspects were studied from July 2003 to December 2004. In the first trial, the percentage of importance relative index (%IRI) of *L. chrysophekadion* varied and the overall %IRI were 18.6% and 32% in the downstream and upstream area, respectively. In the second trial, the gonadosomatic index and changes in sex steroid hormones (i.e. T , E_2 and $17, 20 \beta P$) of female *L. chrysophekadion* showed that the species starts to mature at the onset of the rainy season. Stage VI ovaries and continuously high $17, 20 \beta P$ levels were found only in the upstream area. The results from the studies indicated that *L. chrysophekadion* is a rhithralic fish, which requires the flood forest habitat upstream of the Mun River to spawn and rear juveniles. As a representative of medium sized cyprinids in the Lower Mekong Basin, *L. chrysophekadion* benefits from the management scheme of the Mun River. This study may be the precautionary work that can be applied to other Mekong' tributaries, which are dammed or under dam construction, to find out the appropriate measures to conserve the integrity of the fishes and fisheries in the basin.

KEYWORDS: *Labeo chrysophekadion*, medium sized cyprinid, regulated river, Lower Mekong River Basin, percentage of important relative index, reproductive aspects

Introduction

The cheap protein source from captured freshwater fish is very important for poor people living in the Lower Mekong River Basin. Fish species exploited in the basin are a diverse group of more than 300 species (Sverdrup-Jensen 2003). Approximately 50 are of primary economic importance and they mostly belong to Family Cyprinidae (Hill 1995), which also includes the black shark minnow *Labeo chrysophekadion* (former *Morulius chrysophekadion*). They are distributed throughout the Lower Mekong River Basin, from the northernmost part in the Lao PDR and Thailand to the southernmost part in Bassac, Cambodia, and the Mekong delta in Viet Nam (Rainboth 1996; Poulsen & Valbo-Jørgensen 2000). The largest size of *L. chrysophekadion* is up to 60 cm (Rainboth 1996) and the size at 50% maturity is about 33 cm, with total spawning characteristics (Jutagate & Krudphan 2004). This species is recognized as a potamodromous white fish (Poulsen & Valbo-Jørgensen 2000). It is evident that *L. chrysophekadion* live in deep pools in the Mekong mainstream during the dry season (Viravong, Phounsavath, Photitay, Solyda, Sokheng, Kolding, Valbo-Jørgensen & Phoutavong 2005; Baird 2006) and move into flood forests in the tributaries during the onset of rainy season (Baird & Flaherty 2004).

Although the flood forests, as well as deep pools, are important for the fishes in the Mekong mainstream and tributaries, they are currently threatened by the damming for hydropower purposes (Baird 2006), which can cause massive habitat destruction, hydrological changes (Dudgeon 2000) and break down the connectivity between the downstream and upstream areas. Mekong River Commission (2003) has reported that, so far, there are 11 hydropower plants in the Mekong tributaries and more are under construction, especially in Lao PDR. This has led to the argument that if the tributaries are dammed and the flood forests upstream, which are the crucial spawning, nursery and feeding grounds during the flood season (Sverdrup-Jensen 2002), have restricted access, what will be the result in the near future? Therefore, in this study, *L. chrysophekadion* is used as a representative of medium sized cyprinid fishes, which support the artisanal fisheries in the area, to compare the differences between the upstream and downstream area in terms of; (a) the importance of *L. chrysophekadion* in the fisheries, by using percentage of index of relative importance (%IRI) and (b) the developments of sexual maturity and hormonal profiles to foresee how likely the situation of declining fish stock in the Lower Mekong Basin will occur.

Materials and methods

Study area

The study was conducted in the Mun River in Ubon Ratchathani Province (15 °N and 105 °E), northeast of Thailand, from the lowermost region of the Mun River in Kong Jiem District to the vast flood forest area in Sawang Weerawong District (Fig. 1). The Pak Mun Dam is located 6 km upstream from the Mun confluence to the Mekong mainstream. The description and regulation of the dam was already reported (Jutagate, Krudpan, Ngamsnae, Lamkom & Payoocha 2005). Briefly, the dam is a run-of-the-river hydropower plant with 8 sluice gates with a maximum height of 17 m and total length of 300 m (Amornsakchai, Annez, Vongvisessomjai, Choowaew, Kunurat, Nippanon, Schouten, Sripapatrprasit, Vaddhanaphuti, Vidthayanon, Wirojanagud & Watana 2000). There is a “pool and weir type” fish ladder connected to the dam, but only small sized cyprinids (maximum 10 cm) can ascend the fish ladder (Sripapatrprasit & Lin, 2003). To allow the medium to large sized fishes to move from the Mekong mainstream into the Mun River and *vice versa*, the government has regulated that all the sluice gates open for 4 month during the rainy season, i.e. May to August.

Percentage of index of relative importance (%IRI)

The temporal and spatial changes in catches of *L. chrysophekadion* was conducted from July 2001 to June 2002 during the trial of opening all sluice gate for one year to study the ecological changes in the Pak Mun Dam area (Jutagate, Krudpan, Ngamsnae, Payoocha & Lamkom 2003). There are 28 sampling stations, 11 and 17 stations in the upstream and downstream areas, respectively (Fig. 1), where each station had riparian fishers working as the data collectors. All the fishers were trained and the field manager visited them every fortnight. Catches data were stored in the PASGEAR programme (Kolding 1997) and the contributions of *L. chrysophekadion* in catches were represented as %IRI:

$$\%IRI = \left(\frac{(\%W_i + \%N_i) \times \%F_i}{\sum_{i=1}^n (\%W_i + \%N_i) \times \%F_i} \right) \times 100$$

where %W and %N are percentage weight and number of *i*th species of total catch and %F are percentage frequencies of occurrence of each species in total number sampled.

The development of sexual maturity

After the first trial, the study area was divided into 5 zones (Fig.1 and Table 1) and there were five data collectors for each zone. At least five female *L. chrysophekadion* were sampled monthly from each zone from July 2003 to December 2004, unless there were lesser samples than the target level. The female fish were distinguished by the absence of the pearl organ in the snout area and then confirmed after dissection. All samples of females selected were at least 30 cm in TL to ensure that the fish had already reached the size at 50% maturity (Jutagate & Krudpan 2004).

After being caught, the fish were measured (TL, nearest 0.1 cm) and weighed (nearest 0.1 g) and the samples were taken back to the Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University (about 80 km from the Pak Mun dam site). Ovaries were classified into 6 stages (De Silva, Schute & Kortmulder 1985) and weighed (nearest 0.1 g) for calculating the gonadosomatic index (%GSI):

$$\%GSI = \frac{\text{Gonad_weight}}{\text{Body_weight}} * 100$$

Stages V ovaries of 20 fishes were used for fecundity examination (De Silva *et al.* 1985) by fixing in Gilson's fluid, shaken vigorously and stored in the dark for at least fortnight before the total egg numbers were estimated by sub-sampling using the gravimetric method (Bagenal & Brown 1978).

Sex steroid profiles

The profiles of three sex hormones viz. testosterone (*T*), 17 β -estradiol (*E*₂) and 17, 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (17, 20 β P) were studied concurrently in the second trial from January to December 2004. It was hypothesized that when certain hormones develop, the fishes will move to the spawning ground to spend their eggs (Kestemont, Rinchar, Feys & Fostier 1999).

Five live female *L. chrysophekadion* per month, from each zone, were taken for sex steroids study. The blood samples were taken from the caudal vessel into heparinized syringes before studying the gonad. The blood samples were centrifuged for 15 minutes at 4000 g and the plasma was stored at -20 °C until further analysis (Kestemont *et al.* 1999). The levels of sex hormones were measured by the radioimmunoassay (Rinchar, Kestemont, Kühn & Fostier 1993) at the Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Thailand.

Results

Percentage of index of relative importance (%IRI)

During the first trial 1,062 *Labeo chrysophekadion* were caught. The smallest and largest sizes were 6 and 47 cm, respectively, and the average size ($\pm$ SD) was 17.3 ($\pm$ 12.0) cm. The overall %IRI of *L. chrysophekadion* to the fisheries in the downstream and upstream areas were 18.4% and 32.1%, respectively (Fig 2). In 2001, similar incident occurred in both areas, with less importance in the fisheries of *L. chrysophekadion* from August to November and also extending to December in the downstream area. %IRI in the downstream area increased from January to March 2002, dropped between April and May 2002 and then abruptly increased in June 2002 (Fig. 2a). In the downstream area, a continuous high %IRI (i.e. above 40%) was observed from January to May 2002 (Fig. 2b).

The development of sexual maturity

There were 305 female *L. chrysophekadion* samples caught during the study period of the second trial, ranging from 30 to 48 cm, of which 180 females were mature (stage III and above). Samples were not obtainable in the upstream area from February to May 2004, which was the period that the sluice gates of the Pak Mun Dam were closed.

All ovary stages were observed during the study. However, in the upstream zone, no stage II fish were observed and spent females were only found in this area (Fig. 3). It was observed that the ovaries of *L. chrysophekadion* started to progress in late summer with the onset of rains (March to April) and spawning occurred during June to October as indicated by the results from percentage of maturity stages in Fig. 4.

The changes in %GSI were correlated to the development of the ovaries and ranged from <0.01 – 19.7. From October to March, the ovaries of *L. chrysophekadion* remained in a regressed condition with %GSI less than 5%. The peaks of average %GSI were recorded in July 2004 (17.6 ± 1.4) in the downstream area and in September 2003 ($17.4\% \pm 2.3\%$) in the upstream area (Fig. 5). Fecundity of the *L. chrysophekadion* samples ranged from 36,400 to 58,600 (mean: $45,040 \pm 5,872$) in fish ranging from 31.7 - 41.2 cm in length and 968.4 – 2,014.6 g in weight.

Sex steroid profiles

Due to lack of samples, changes of sex steroids could not be investigated in the upstream area during the beginning of the year (January to May). Profiles of the plasma level of T , E_2 and $17, 20 \beta P$ of *L. chrysophekadion* in the Mun River are shown in Fig. 6, which ranged from 0.03-12.47, 0.01-9.63 and <0.01 -1.79 ng ml⁻¹, respectively. In the downstream area, plasma T and E_2 started to increase in March and they peaked in May (12.47 ± 4.05 ng ml⁻¹) and July (9.63 ± 2.01 ng ml⁻¹), respectively. After reaching the peak, T and E_2 tended to decrease.

The plasma level of $17, 20 \beta P$ were relatively low compared to T and E_2 . In the downstream area, $17, 20 \beta P$ level in June (0.88 ± 0.46 ng ml⁻¹) was quite high compared to the other months. But the plasma $17, 20 \beta P$ level of fish caught in the upstream area remained continuously high (> 1.0 ng ml⁻¹) from June until September and then abruptly decreased in October. In November and December, $17, 20 \beta P$ were very low and could not be detected.

Discussion

In the first trial, the contribution of *Labeo chrysophekadion* in the upstream area was more important than in the downstream area. This is probably because *L. chrysophekadion* prefer to inhabit the river areas that are laterally connected to the floodplains (Table 1), which are known as the most highly productive part of the river system (Hoggart, Cowan, Haals, Aeron-Thomas, McGregor, Garaway, Payne & Welcomme 1999). Less and in some instances no *L. chrysophekadion* in catches in the Mun River during August to November in both areas related to the period when the water level in the Mun River receded. Baird & Flaherty (2004) reported that *Morulus* spp. show a short migration out of the tributaries during the end of rainy season and distribute themselves along the Mekong mainstream, especially in the deep pools during the dry season (Viravong *et al.* 2005). Large amounts of pangasiid and silurid catfish catches during April to May 2002 in the downstream area, as well as July 2001 and June 2002 in the upstream area, caused less %IRI during the rainy season (Jutagate *et al.* 2005).

During the second trial, the two consecutive rainy seasons study indicates that *L. chrysophekadion* in the Mun River spawns during June and September, which coincides with the monsoon season. At this time, stage VI ovaries (spent phase) were frequently observed and %GSI reached a peak and then decline sharply. This period is similar to

relatives such as *Labeo rohita* (Sen, Mukherjee, Bhattacharyya & Mukherjee 2002) and *Labeo bata* (Siddique, Chatterjee & Khan 1976). However, the fecundity of *L. chrysophekadion* was relatively low comparable to *L. rohita*, which ranged from 90,415 to 323,209 in fish of 517 to 1,474 g (Sehgal & Toor, 1991), and *L. bata*, with an average of 192,785 per kg (Siddique *et al.* 1976). A rise in testosterone levels indicates that oocytes are fully mature and ready to ovulate (Kobayashi, Aida & Hanyu 1989; Kestemont *et al.* 1999), which was respectively found in May and June in the downstream and upstream areas for *L. chrysophekadion* in the Mun River.

Observation of stage VI ovaries only in fish from the upstream area, implies that the success of spawning depends upon the access of gravid fish to a suitable spawning ground, i.e. the floodplain or flood forest area. Exclusive spawning in the upstream area of *L. chrysophekadion* in the Mun River is also confirmed by the appearance of continuous high $17, 20\beta P$ level, which has universal action as a maturation-inducing steroid (MIS) in most teleosts (Bhattacharyya, Sen, Bhattacharyya & Mukherjee 2000). Sen *et al.* (2002) showed that $17, 20\beta P$ of *L. rohita* peaked in May during the postvitellogenic stage and eggs were shed from late June to July.

From the study, it can be classified *L. chrysophekadion* as a rhithralic fish (Schiemer & Waidbacher 1992), which is a riverine species dependent on the connectivity of the river with its tributaries and requires rhithral conditions for spawning and during the early life stage. The vital role of the upstream floodplains in the Mun River for the reproduction of *L. chrysophekadion*, as a representative of the medium size cyprinid fishes, was obviously noticed and the measure of opening all sluice gates of the Pak Mun Dam for 4 month during the rainy season is advantage for *L. chrysophekadion* to move to the floodplain area upstream of the river to maintain its population.

The other medium to large size cyprinids, which are reported moving to the Lower Mekong's tributaries to inhabit in the floodplains during the flood season, are *Bangana behri*, *Catlocarpio siamensis*, *Cirrhinus microlepis* and *Cyclocheilichthys enoplos* etc. (Poulsen, Hortle, Valbo-Jørgensen, Chan, Chuon, Viravong, Bouakhamvonsa, Suntornratana, Yooroong, Nguyen & Tran 2004). The reasons of entering the flooded forests are both for spawning (Poulsen & Valbo-Jørgensen 2000) and feeding as well as nursing the juveniles (Roberts & Warren 1994). The consequent result if the Mekong's tributaries are dammed without appropriated regulation is that access to the upstream flood forests in the tributaries, which are excellent temporary recruitment areas, will be

inhibited. Substantial declines in the breeding and feeding potential of the population in the future are then likely to occur. Gray, De Silva, Ingram & Gooley (2000) reported that the riverine origin Macquarie perch *Macquaria australasica* showed a gradual decrease in mean relative fecundity and body condition after impoundment of Lake Dartmouth, which resulted from the poor nutrition of the maternal females in the impoundment. Sato, Bazzoli, Rizzo, Boschi & Miranda (2005) stated the importance of a non-regulated tributary to minimize the ecological impact of a dam and still allowing sustained fisheries in the Tres Marias Region in Brazil.

According to this study, appropriate measures to be of a mutual benefit between hydropower and integrity of aquatic ecosystem in the Mekong's tributaries, such as building fish ladder or opening the sluice gates for certain period, are strongly desired. Moreover, further research on the actual migratory patterns, such as by means of radio tracking, to the tributaries of the fishes in the Mekong River basin and fishing mortality caused by turbine (Roberts, 1995) are also recommended to evaluate the impact of the dam on fishes.

Conclusion

Welcomme, Winemiller & Cowx (2006) classified the river fish guilds, which response to the changes in flow and geomorphology resulting from dams and water diversion/extraction. It can be concluded that the *Labeo chrysophekadion* is in a eupotamonic phytophilic guild, which shows longitudinal/lateral migration between floodplain and main channel and use floodplain for breeding, nursery ground and feeding of juvenile and adult. The fishes in this guild tend to disappear when river dammed to prevent migration as evidence that there was no *L. chrysophekadion* catches in the upstream area during the period before the first trial and sluice gate management was implemented (Jutagate, Lamkom, Satapornwanit, Naiwinit & Petchuay 2001).

Acknowledgement

The authors are very grateful Prof. Sena S. De Silva, Deakin University, Australia for his constructive criticism on an earlier version of the manuscript. This project was supported by the Thailand Research Fund (TRF): Grant MRG 4680190. The authors are thankful the Royal Thai Department of Fisheries for allowing the project to operate the fishing gears during the closed season and the fishers, whom involved in the samplings. We express

our gratitude to Dr. Wijit Gerdphol, Faculty of Medicines, Khon Kaen University for allowing to work in the radioimmunoassay assay laboratory.

References

- Amornsakchai S., Annez P., Vongvisessomjai S., Choowaew S., Kunurat P., Nippanon J., Schouten R., Sripapatrprasit P., Vaddhanaphuti C., Vidthayanon C., Wirojanagud W. & Watana E. (2000) *Pak Mun Dam, Mekong River Basin, Thailand*. World Commission on Dams, Cape Town. 117 pp.
- Bagenal T. & Brown E. (1978) Eggs and early life history. In: T. Bagenal (ed.) *Methods for the Assessment of Fish Production in Freshwater*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 165-201.
- Baird I.G. (2006) Strength in diversity: fish sanctuaries and deep-water pools in Lao PDR. *Fisheries Management and Ecology* 13, 1-8.
- Baird I.G. & Flaherty M.S. (2004) Beyond national borders: important Mekong River medium sized migratory carps (Cyprinidae) and fisheries in Laos and Cambodia. *Asian Fisheries Science* 17, 279-298.
- Bhattacharyya S., Sen U., Bhattacharyya S.P. & Mukherjee D. (2000) Identification of maturation-inducing steroid in a freshwater perch *Anabas testudineus* and differential responses of intact follicles and denuded oocytes to cAMP in oocyte maturation. *Journal of Experimental Zoology* 257, 294-303.
- De Silva S.S, Schute J. & Kortmulder K. (1985) Reproductive biology of six *Barbus* species indigenous to Sri Lanka. *Environmental Biology of Fishes* 12, 201-218.
- Dudgeon D. (2000) Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *BioScience* 50, 793-806.
- Gray S.C., De Silva S.S., Ingram B.A. & Gooley G.J. (2000) Effects of river impoundment on body condition and reproductive performance of the Australian native fish, Macquarie perch (*Macquaria australica*). *Lake & Reservoir: Research and Management* 5, 281-291.
- Hill M.T. (1995) Fisheries ecology of the Lower Mekong River: Myanmar to Tonle Sap River. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 43, 263-288.
- Hoggarth D., Cowan V., Haals A.S., Aeron-Thomas M., McGregor J.A., Garaway C.A., Payne A.I. & Welcomme R.L. (1999) Management guidelines for Asian floodplain river fisheries Part 2: summary of DFID research. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 384/2. 117 pp.
- Jutagate T. & Krudpan C. (2004) Population dynamics of the black shark-minnow *Morulius chrysophekadion* (Bleeker): Cyprinidae, in a "run-of-the-river" reservoir in Thailand. *Asian Fisheries Science* 17, 1-8.

- Jutagate T., Krudpan C., Ngamsnae P., Lamkom T. & Payoocha K. (2005) Changes in the fish catch during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand. *Fisheries Management and Ecology* **12**, 57-62.
- Jutagate T., Krudpan C., Ngamsnae P., Payoocha K. & Lamkom T. (2003) Fisheries in the Mun River: a one-year trial of opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, Thailand. *Kasetsart Journal of Science and Technology* **37**, 101-116.
- Jutagate T., Lamkom T., Satapornwanit K., Naiwinit W. & Petchuay C. (2001) Fish species diversity and ichthyomass in Pak Mun Reservoir, Thailand, five years after impoundment. *Asian Fisheries Science* **14**, 417-425.
- Kobayashi M., Aida K. & Hanyu I. (1989) Hormone changes during ovulation and effect of steroid hormones on plasma gonadotropin level and ovulation in goldfish. *General Comparative Endocrinology* **67**, 301-307.
- Kestemont P., Rinchar J., Feys V. & Fostier A. (1999) Spawning migration, sexual maturity and sex steroid levels in the female roach *Rutilus rutilus* from River Meuse. *Aquatic Science* **61**, 111-121.
- Kolding J. (1997) *PASGEAR: A Data Base Package for Experimental Fishery Data from Passive Gears*. Bergen: University of Bergen. 52 pp.
- Mekong River Commission (2003) *State of the Basin Report 2003: Executive Summary*. Vientiane: Mekong River Commission. 50 pp.
- Poulsen A.F., Hortle K.G., Valbo-Jørgensen J., Chan S., Chuon C.K., Viravong S., Bouakhamvonsa K., Suntornratana U., Yoorong N., Nguyen T.T. & Tran B.Q. (2004) Distribution and ecology of some important riverine fish species of the Mekong River Basin. *Mekong River Commission Technical Paper* No. 10. 116 pp.
- Poulsen A.F. & Valbo-Jørgensen J. (2000) Fish migration and spawning habit in the Mekong mainstream: a survey using local knowledge (basin-wide). *Assessment of Mekong Fisheries Component Technical Report, Mekong River Commission*. 149 pp.
- Rainboth W.J. (1996) Fishes of the Cambodian Mekong. *FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purpose*. 265 pp.
- Rinchar J.P., Kestemont P., Kühn E.R. & Fostier A. (1993) Seasonal changes in plasma level of steroid hormones in an asynchronous fish the gudgeon *Gobio gobio* L; (Teleostei, Cyprinidae). *General Comparative Endocrinology* **92**, 168-178.

- Roberts T.R. (1995) Mekong mainstream hydropower: run-of-the river or ruin-of-the river? *Natural History Bulletin of the Siam Society* **43**, 9-20.
- Roberts T.R. & Warren T.J. (1994) Observations on fishes and fisheries in southern Laos and northeastern Cambodia, October 1993 – February 1994. *Natural History Bulletin of the Siam Society* **42**, 87-115.
- Sato T., Bazzoli N., Rizzo E., Boschi M.B. & Miranda M.O. (2005) Influence of the Abaete' River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the Sao Francisco River, downstream from the Tres Marias Dam, southeastern Brazil. *River Research and Application* **21**, 939-950.
- Schiemer F. & Waidbacher H., 1992. Strategies for Conservation of the Danubian Fish Fauna. In: P.J. Boon, P. Calow & G.E. Petts, G.E. (eds.) *River Conservation and Management*. Chichester: John Wiley, pp. 364-384.
- Sehgal H.S & Toor H.S. (1991) Offspring fitness and fecundity of an Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham), in relation to egg size. *Aquaculture* **97**, 269–279
- Sen U., Mukherjee D., Bhattacharyya S.P. & Mukherjee D. (2002) Seasonal changes in plasma steroid levels in Indian major carp *Labeo rohita*: influence of homologous pituitary extract on steroid production and development of oocyte maturation competence. *General Comparative Endocrinology* **128**, 123-134.
- Siddique A.Q., Chatterjee A. & Khan, A.A. (1976) Reproductive biology of carp, *Labeo bata* (Ham.), from River Kali, India. *Aquaculture* **7**, 181-191.
- Sripatraprasit P. & Lin C. (2003) Effects of a fish ladder on migratory fish species at the Pak Mun Dam in Thailand. *Thai Fisheries Gazette* **56**, 329-335.
- Sverdrup-Jensen S. (2003) Fisheries in the lower Mekong Basin: status and perspective. *Mekong River Commission Technical Paper* No. 6. 103 pp.
- Viravong S., Phounsavath S., Photitay C., Solyda P., Sokheng P., Kolding J., Valbo-Jørgensen J. & Phoutavong K. (2005) Deep pools survey 2003-2004. *Final Report. Mekong River Commission*. 42 pp.
- Welcomme R.L., Winemiller K.O. & Cowx, I.G., 2006. Fish environment guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *River Research and Application* **22**, 377-396.

Table 1 List and details of sampling stations in the second trial

Station	Location and details
1	The confluence of the Mun River to the Mekong River
2	Kang Tana: the first big rapid area from the Mun confluence to the upstream, deep pools also found.
3	Baan Hua Heaw: first upstream area and connects to the Sirindhorn Reservoir via Lam Dom Noi Creek; floodplain also found.
4	Kang Sapue: The big rapid area incorporate with the floodplain habitat along the Mun River bank; deep pools also found.
5	Baan Bua Ta: The vast floodplain area of the lower Mun River.

Figure captions

- Fig. 1 Location and map of the study area; ✦ and © represent the sampling stations in the 1st and 2nd trials, respectively
- Fig. 2 Overall and spatial variation in %IRI of *L. chrysophekadion* in the Mun River during the opening all sluice gates of the Pak Mun Dam trial
- Fig. 3 Spatial changes in percentage of maturity stage of *L. chrysophekadion* in the Mun River
- Fig. 4 Temporal changes in percentage of maturity stage of *L. chrysophekadion* in the Mun River
- Fig. 5 Seasonal changes in GSI of *L. chrysophekadion* in the downstream and upstream areas of the Mun River. Numbers in parentheses represent number of samples in each station. In the downstream area; regular and italic numbers are for station 1 and 2, respectively. In the upstream area; regular, italic and underline numbers are for station 3, 4 and 5, respectively.
- Fig. 6 Temporal changes of the three plasma steroids of *L. chrysophekadion* in the Mun River from January – December 2004

Fig. 1

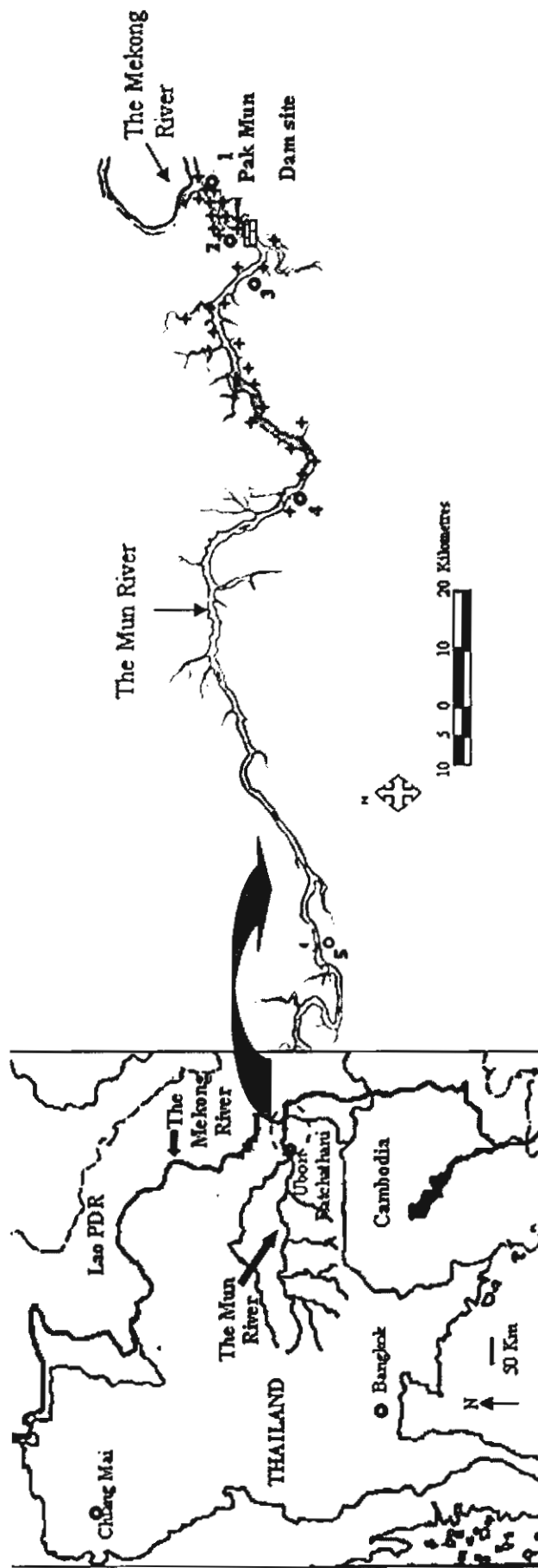


Fig. 2

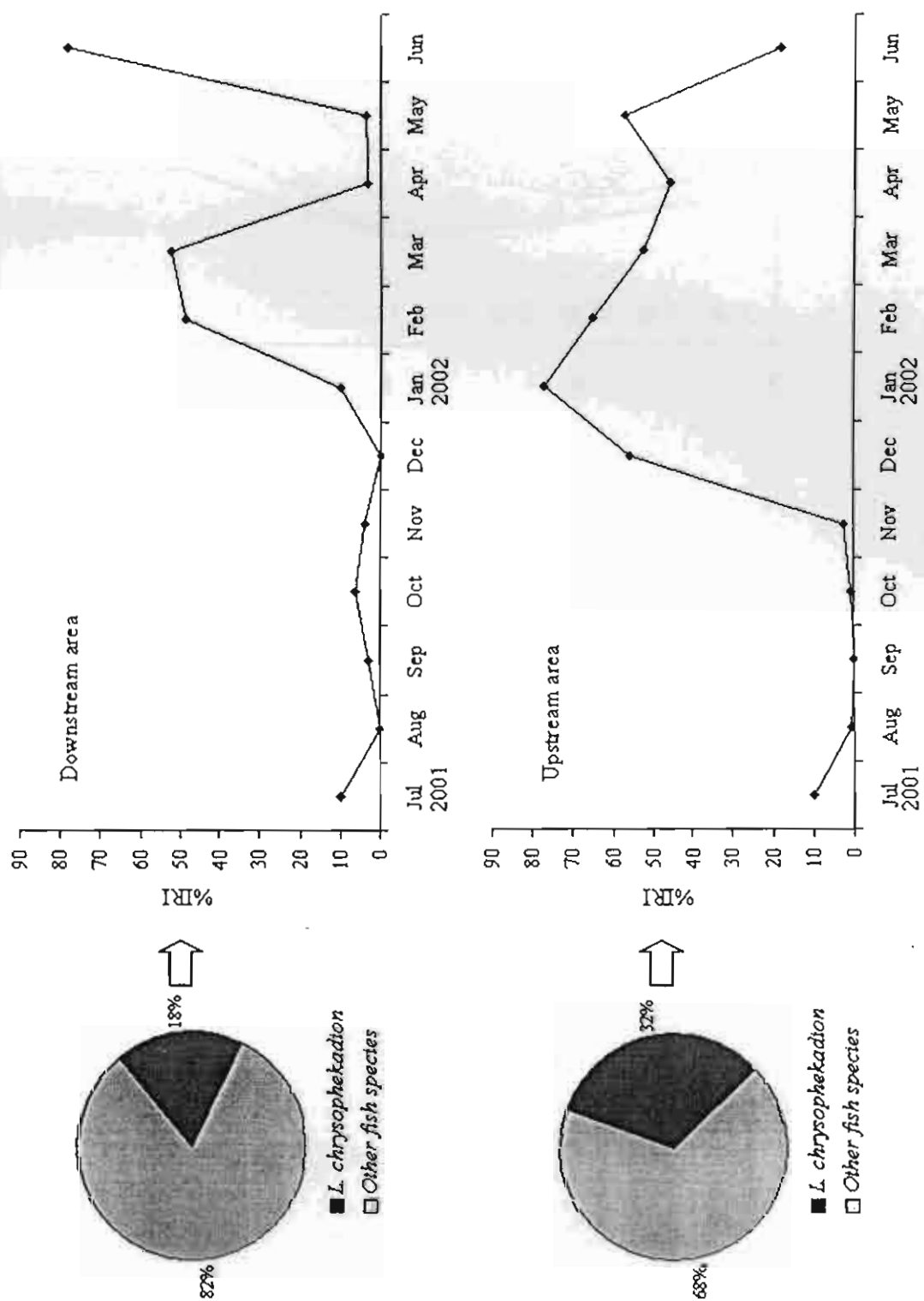


Fig. 3

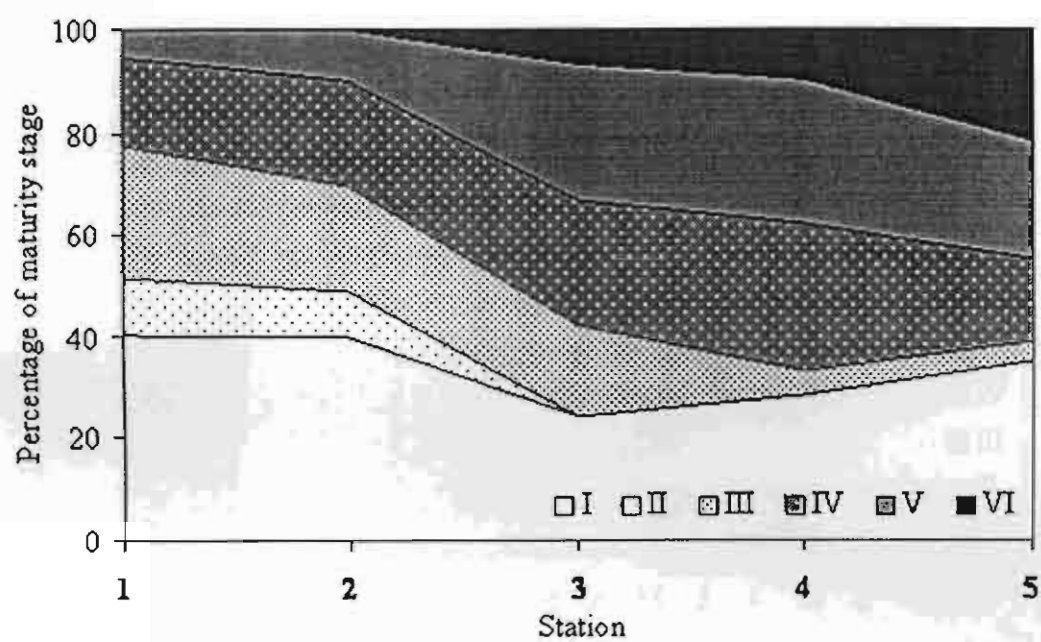


Fig. 4

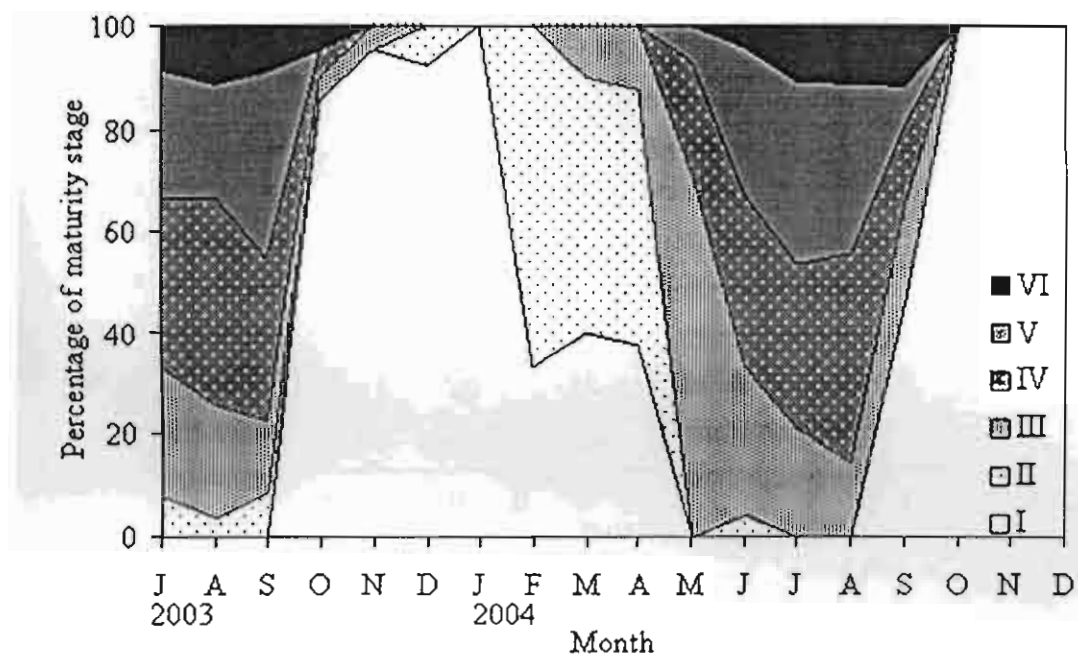


Fig. 5

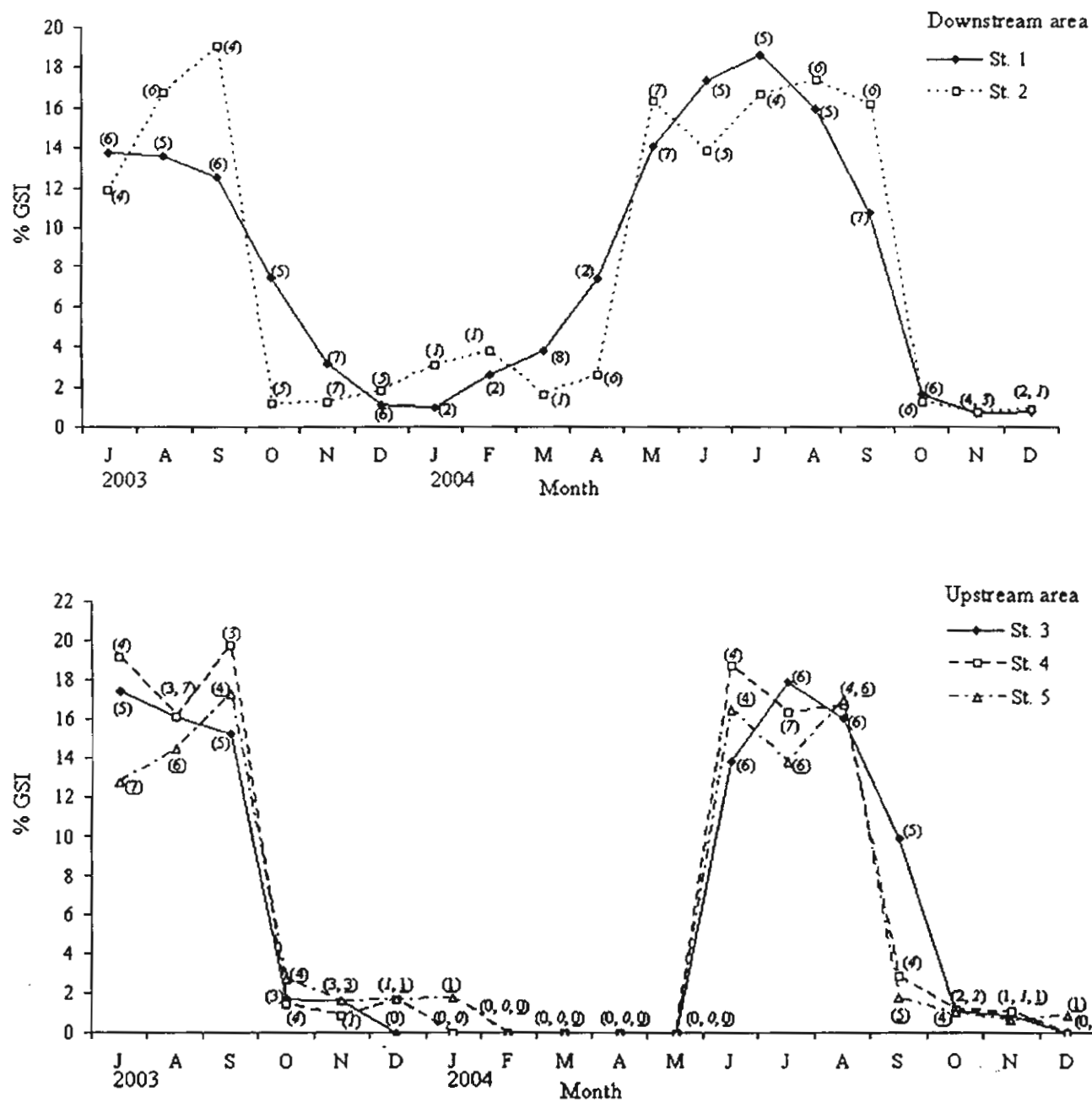


Fig. 6

