ชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

Population Biology of Sand Whiting *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) in Mu Koh Bulon, Satun Province

จันทรา เอียดสุย

Juntra Eadsui

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Aquatic Science
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

ผู้เขียน นางสาวจันทรา เอียดสุย

สาขาวิชา วาริชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก **คณะกรรมการสอบ**

……..…… ……...……ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ) (รองศาสตราจารย์ ดร.ซุกรี หะยีสาแม)

……..……...…กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ)

……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์

…….....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

ผู้เขียน นางสาวจันทรา เอียดสุย

สาขาวิชา วาริชศาสตร์

ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

ศึกษาชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) โดยรวบรวมตัวอย่างปลาเห็ดโคน 5,103 ตัว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ผลการศึกษาได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักตัวปลาทั้งหมด (ไม่แยกเพศ) เพศเมีย และเพศผู้ คือ $W = 0.008\ L^{3.005}$, $W = 0.008\ L^{3.018}$ และ $W = 0.008\ L^{3.011}$ ตามลำดับ มีความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 2.34 ต่อปี และอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.0447 ปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 10.00 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.54 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 7.46 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.75 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาวปลายหาง (L) ของปลาเห็ดโคน คือ $R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$ โดยขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์แบบ Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ ได้เท่ากับ 14.56 และ14.55 เซนติเมตร ตามลำดับ และแบบ Johnson-Schumacher function ได้เท่ากับ 12.31 และ 12.29 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความดกไข่อยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) และความยาวปลายหาง (L) คือ $Fc = 55.20\ L^{2.052}$ มีการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดปีโดยฤดูการวางไข่สูงสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน

Thesis Title Population Biology of Sand Whiting *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) in Mu Koh Bulon, Satun Province

Author Ms. Juntra Eadsui

Major Aquatic Science

Academic Year 2011

Abstract

The study on population biology of sand whiting *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) was conducted during July 2009 – June 2010. Total 5,103 fish were collected from Mu Koh Bulon, Satun Province. The relationship between total length and weight for both sex (no sex separated), female and male were $W = 0.008L^{3.005}$, $W = 0.008L^{3.018}$ and $W = 0.008L^{3.011}$, respectively. The asymptotic length (L_∞) was 29.87 cm, the growth coefficient (K) was 2.34 $year^{-1}$ and the initial condition parameter (t_0) was -0.0447 year. The total mortality coefficient (Z) was 10.00 $year^{-1}$, natural mortality coefficient (M) was 2.54 $year^{-1}$ and the fishing mortality coefficient (F) was 7.46 $year^{-1}$. The exploitation rate (E) was 0.75. The relationship between female proportion (R_L) and the total length (L) was $R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$. The size at 50% first maturity according to Logistic equation were 14.56 cm for female and 14.55 cm for male, and Johnson-Schumacher function were 12.31 cm for female and 12.29 cm for male. Fecundity varied from 6,073 - 67,953 eggs per fish while the relationship between fecundity (Fc) and the total length (L) was $Fc = 55.20\ L^{2.052}$. Spawning was found all year round with the peak during July – November.

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	ก
สารบาญตาราง	ข
สารบาญภาพ	ง
บทที่ 1 : บทนำ	1
บทที่ 2 : วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	14
บทที่ 3 : ผล	26
บทที่ 4 : วิจารณ์	56
บทที่ 5 : สรุปและข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	73

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ของปลา	18
2	ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน และผลการทดสอบความต่างจาก 3 ของค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (slope, b)	26
3	ผลการจำแนกรุ่นต่างๆ ในแต่ละเดือนของปลาเห็ดโคน	29
4	ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุตามแนวเส้น B ในภาพที่ 6	31
5	ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 4 ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	31
6	อายุ (เดือน) และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 9 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร	32
7	ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 6 ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy	32
8	การประมาณค่าอัตราการตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร, K เท่ากับ 2.34 ต่อปี และ t_o เท่ากับ -0.0447 ปี	36
9	ผลรวมจำนวนของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	38
10	อัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	39
11	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	43

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	44
13	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	48
14	จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	49
15	ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) ของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	51
16	คุณภาพน้ำบริเวณเก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	53
17	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	57
18	ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	59
19	ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	60
20	อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	62
21	ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	63
22	ความดกไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	64
23	ฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*	64

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)	3
2	แผนที่แสดงตำแหน่งของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	12
3	ชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล	13
4	ขั้นตอนการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน	17
5	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	27
6	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาเห็ดโคนในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)	29
7	การจำแนกกลุ่มปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	30
8	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลตารางที่ 4 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)	31
9	อายุ (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 4 และแนวเส้นการเติบโตของปลาเห็ดโคนตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0	32
10	เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ จากข้อมูลตารางที่ 6 โดยวิธีของ von Bertalanffy	33
11	อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาเห็ดโคนตามสมการการเติบโต $L_t = 29.87\,(1 - e^{-2.34\,(t + 0.0447)})$	33

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร K เท่ากับ 2.34 ต่อปี t_o เท่ากับ -0.0447 ปี	34
13	จำนวนผลจับปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	34
14	ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน ตามวิธีการ length converted catch curve	35
15	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปสมการเส้นตรง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	40
16	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปสมการพาราโบรา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	40
17	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	42
18	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	45
19	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	45
20	สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	47

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	50
22	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	50
23	ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ของปลาเห็ดโคน (Fc) กับขนาดความยาว (L) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	51
24	เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	52
25	ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	53
26	อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	54
27	ความลึกเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	54
28	ความโปร่งแสงเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	54
29	ความเค็มเฉลี่ย (ในพันส่วน) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	55
30	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	55

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	55

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทรัพยากรปลาทะเลเป็นทรัพยากรประมงที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย ปัจจุบันทรัพยากรปลาทะเลถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคของคนไทย ในปี พ.ศ. 2551 มีปริมาณการจับสัตว์น้ำทะเลทั้งจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันรวม 1,644,832 ตัน (กรมประมง, 2553) ประกอบด้วยกลุ่มปลาหน้าดิน 165,856 ตัน หรือร้อยละ 10.08 ของปริมาณสัตว์น้ำทะเลที่จับได้ ปลาหน้าดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีหลายชนิด เช่น ปลาตาหวาน ปลาทรายแดง ปลาจวด ปลาเห็ดโคน ปลากระเบน เป็นต้น ปลาเห็ดโคนเป็นปลาทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง จากสถิติการประมงมีปริมาณการจับรวมทั้งจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันเพิ่มขึ้นจาก 9,500 ตัน ในปี พ.ศ. 2544 เป็น 15,856 ตัน ในปี พ.ศ. 2550 (กรมประมง, 2546 ; 2552) จากนั้นปริมาณการจับปลาเห็ดโคนเริ่มลดลงในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งมีปริมาณการจับเหลือเพียง 4,030 ตัน (กรมประมง, 2553) แสดงให้เห็นว่ามีการนำทรัพยากรปลาเห็ดโคนขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มว่าปริมาณการจับได้ลดลง หากไม่มีการจัดการการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปลาเห็ดโคนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คาดว่าในอนาคตปริมาณปลาเห็ดโคนจะมีให้จับลดลงเรื่อยๆ ตลอดจนอาจเกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรปลาเห็ดโคนขึ้นได้

ปลาเห็ดโคน (sand whiting) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sillago sihama* (Forsskål, 1775) อยู่ในครอบครัว Sillaginidae (McKay, 1992) เป็นปลาที่มีราคาดี มีราคาประมาณ 120-180 บาท/กก. (สอบถามจากแพปลาบ้านบ่อเจ็ดลูก เมื่อ กรกฎาคม 2553) เป็นที่ต้องการบริโภคทั้งในประเทศและโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับแปรรูปเพื่อการส่งออก จึงจัดเป็นปลาเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ (เจต และเจริญ, 2520; สุนิตย์ และคณะ, 2540) ปัจจุบันการศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์และการเติบโตของปลาเห็ดโคนยังมีน้อยและไม่มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการประเมินสภาวะทรัพยากรปลาเห็ดโคนเพื่อใช้ในการจัดการให้การใช้ประโยชน์อยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์และการเติบโต เพื่อนำข้อมูลจากผลการศึกษามาใช้ประเมินสภาวะทรัพยากรและเป็นแนวทางในการจัดการทรัพยากรปลาเห็ดโคนให้ผลผลิตตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน ข้อมูลการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน ประกอบด้วย การศึกษาทางด้านชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์และการศึกษาทางด้านชีววิทยาประชากรการเติบโต เช่น การศึกษาขนาด

ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ เพื่อประเมินว่าปลาเห็ดโคนสามารถจะเริ่มสืบพันธุ์วางไข่ได้เมื่อมีขนาดความยาวเท่าใด การศึกษาความดกไข่ตามขนาดความยาวเพื่อประเมินแม่พันธุ์แต่ละขนาดความยาวสามารถผลิตลูกรุ่นถัดไปปริมาณเท่าใด การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนเพื่อให้ทราบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ในช่วงใด สามารถนำผลข้อมูลที่ได้มาใช้วางแผนการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรปลาเห็ดโคนอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น การกำหนดเขตอนุรักษ์ การกำหนดห้ามทำการประมงในบางพื้นที่และบางช่วงเวลา เป็นต้น

แหล่งทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลนของจังหวัดสตูลเป็นแหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนที่สำคัญทางเศรษฐกิจแหล่งหนึ่งของชายฝั่งทะเลอันดามัน หมู่เกาะบุโหลนประกอบด้วย เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก (เกาะบุโหลนขี้นก) ซึ่งบริเวณดังกล่าวนี้จะมีการทำประมงปลาเห็ดโคนเป็นหลัก และสามารถทำประมงปลาเห็ดโคนได้ตลอดทั้งปี สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะทำการศึกษาชีววิทยาประชากรบางประการ ได้แก่ การศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์ ประกอบด้วย สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ ความดกไข่และฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน การศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโต ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนัก การหาอายุของปลา การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตและค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

ปลาเห็ดโคน หรือปลาทราย หรือปลาเห็ดโคนบุรุต มีชื่อสามัญว่า sand whiting มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sillago sihama*

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclass: Osteichthyes

Class: Actinopterygii

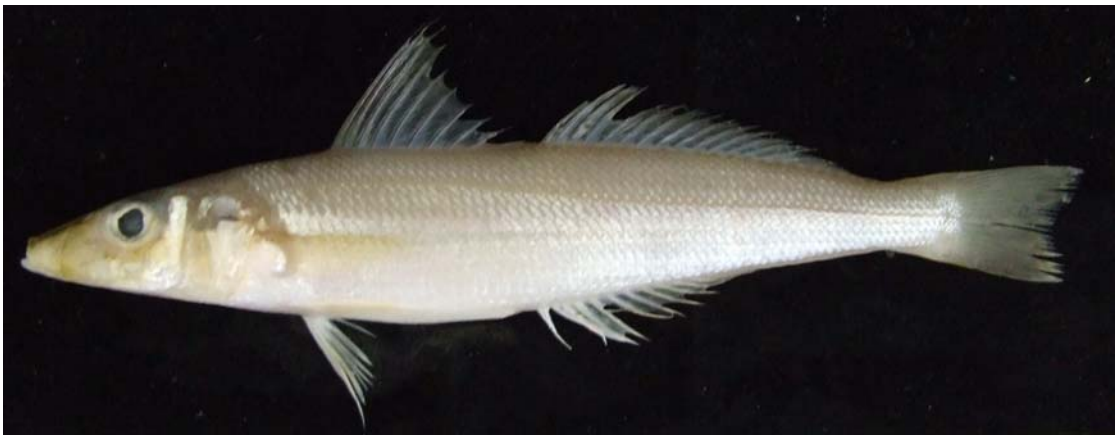
Order: Perciformes

Suborder: Percoidei

Family: Sillaginidae

Genus: *Sillago*

Species: *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)



ภาพที่ 1 ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775)

ปลาเห็ดโคนมีรูปร่างลำตัวเรียวยาว (ภาพที่ 1) หัวเป็นรูปทรงกรวย ความยาวหัวเฉลี่ยร้อยละ 28.8-28.9 ของความยาวมาตรฐาน ความยาวของตาปลาเฉลี่ยร้อยละ 23.7-24.1 ของความยาวส่วนหัว ครีบอกอยู่หลังช่องปิดเหงือก ครีบท้องอยู่ใต้ครีบอก เกล็ดเป็นชนิด cycloid มีขนาดเล็กปกคลุมตลอดทั้งลำตัว ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อนจางๆ หรือเหลืองปนน้ำตาล ท้องสีขาว มีแถบสีเงินจางๆ พาดผ่านกลางลำตัว ครีบหลังครีบแรกใส มีจุดสีดำเล็กๆ ประอยู่บริเวณส่วนหน้าของตัวครีบ ครีบท้องและครีบก้นสีขาว ครีบหางสีคล้ำ บางตัวมีแถบสีดำชัดเจนที่ขอบบนและล่างของครีบหาง กระเพาะลม (swimbladder) อยู่ในส่วนของช่องว่างลำตัว มีลักษณะเป็นรูปตอร์ปิโด มีท่อหนึ่งคู่แยกออกจากกระเพาะลมปลายชี้ไปทางส่วนหัว ที่โคนท่อนี้มีท่อแยกลงมาที่ส่วนท้ายของลำตัวขนานกับกระเพาะลมจรดส่วนท้ายของกระเพาะลม ลักษณะเป็นท่อเล็กๆ ขดไปมาตลอดความยาวของส่วนท้ายกระเพาะลม และฝังตัวอยู่ที่ผนังเนื้อเยื่อบุช่องท้องทางด้านบนบริเวณส่วนท้ายลำตัว (ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2539; McKay, 1992)

ลักษณะเด่นครีบหางเป็นแบบปลายเกือบตัดตรงมีส่วนโค้งเว้าตอนกลางเล็กน้อย (emarginated tail) ครีบหลังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกมีก้านครีบแข็ง 11 ก้าน ส่วนที่สองมีก้านครีบอ่อน 20-22 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบอ่อน 20-22 ก้าน ซี่กรองเหงือก (gill raker) จำนวน 5-7 ซี่ บนกระดูกเหงือกส่วนล่างบางซี่ลดรูปเหลือเพียงปุ่มกระดูก (ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2539)

2. การแพร่กระจาย

ปลาเห็ดโคนมีการแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งทะเล ตั้งแต่เขตมหาสมุทรอินเดียจนถึงฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (Indo-West Pacific) สำหรับประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้ง

ชายฝั่งทะเลอันดามันและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (McKay, 1992) ปลาเห็ดโคนอาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเลบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะแนวน้ำขึ้นน้ำลงในเขตเอสทูรี (estuaries) สันดอนทราย และคลองเล็กๆ บริเวณป่าชายเลน ที่มีสภาพพื้นเป็นดินทราย หรือดินทรายปนโคลน ส่วนใหญ่พบที่ระดับความลึก 0-20 เมตร และพบบ้างที่ความลึก 60 เมตร (McKay, 1992)

3. นิสัยการกินอาหาร

ปลาเห็ดโคนมีปากอยู่ตรงส่วนหน้าสุดของส่วนหัว (terminal mouth) ปากสามารถยืดหดได้เล็กน้อย ฟันที่ตรงตำแหน่งกระดูกชิ้นแรกของขากรรไกรบน กระดูกขากรรไกรล่าง และบนเพดานปาก เป็นชนิด villiform สำหรับฟันที่ตำแหน่งช่องคอเป็นแบบฟันกราม (molariform teeth) กระเพาะอาหารมีลักษณะยาวเล็กสีขาว มี pyloric caeca ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร 4 อัน ในกระเพาะอาหารพบเศษเนื้อปลาและสัตว์ขนาดเล็ก จึงจัดอยู่ในกลุ่มปลากินเนื้อ หากินบริเวณหน้าดินตามพื้นทรายหรือพื้นทรายปนโคลน กินปลาและสัตว์ขนาดเล็ก เช่น กลุ่ม polychaetes กลุ่ม calanoid copepods, และกลุ่ม crustaceans เช่น กุ้ง เป็นต้น (เสาวภา และวรเทพ, 2534; ธเนศ, 2544; Hajisamae *et al*., 2004; Hajisamae *et al*., 2006) ลำไส้ของปลาเห็ดโคนมีความยาวตั้งแต่ปลายกระเพาะติดกับ pyloric caeca จนถึงช่องเปิด (vent) ยาวประมาณ 0.50 - 0.80 เท่าของความยาวตัว

4. การประมง

เครื่องมือประมงที่ใช้จับปลาเห็ดโคนที่สำคัญ คือ อวนจมปลาเห็ดโคน (อวนปลาทราย) ซึ่งจัดเป็นอวนลอยหน้าดิน ใช้จับปลาเห็ดโคนโดยเฉพาะ การทำประมงปลาเห็ดโคนสามารถทำได้ตลอดทั้งปี (สุนันทา, 2542) มีการทำประมงในช่วงเวลากลางวัน (รุ่งเช้า) วิธีการทำประมงคือ จะวางอวนในแนวตรงทิ้งไว้ที่พื้นทะเล 1-2 ชั่วโมง แล้วไล่ปลาโดยการกระทุ้งน้ำ เพื่อให้ปลาตกใจและว่ายน้ำมาชนอวน สำหรับการทำการประมงในเขตจังหวัดสตูล จะทำการประมงอวนจมปลาเห็ดโคนตลอดทั้งปี และมีการจับปลาเห็ดโคนได้ปริมาณมากในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนที่สำคัญของสตูล อยู่บริเวณหมู่เกาะบุโหลน เกาะลิดี เกาะตะใบ เกาะลามา เป็นต้น (เพิ่มศักดิ์ และคณะ, 2544)

5. การศึกษาด้านชีววิทยาประชากร

5.1 การศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโต

การเติบโต (growth) หมายถึง การเพิ่มขนาดหรือความยาวกับน้ำหนัก เมื่อสัตว์น้ำมีอายุเพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยซึ่งจะเข้าไปรวมกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนักของสต็อค (stock biomass หรือ stock weight) ที่มีอยู่เดิม เพื่อเป็นการทดแทนส่วนที่สูญเสียไป เนื่องจากการตายโดยธรรมชาติและการตายเนื่องจากการทำประมง

5.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนัก

โดยทั่วไปแล้วน้ำหนักของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จะเป็นสัดส่วนกับความยาวตามสมการความสัมพันธ์ของ Ricker (1971)

$$W = aL^b$$

โดยที่ W = น้ำหนักของสัตว์น้ำ (กรัม)

L = ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)

a และ b = ค่าคงที่หาได้โดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย (linear regression analysis)

ถ้าสัตว์มีการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก (isometric) คือ ทุกส่วนของร่างกายมีการเติบโตอย่างเป็นสัดส่วนกันโดยตรง น้ำหนัก (W) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม ถ้าสัตว์มีการเจริญเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก (allometric) คือ การเติบโตในทุกส่วนของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง น้ำหนัก (W) จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสาม โดยทั่วไปค่า b จะอยู่ระหว่าง 2-4 วิธีการทดสอบรูปแบบการเติบโต ทำได้โดยการทดสอบทางสถิติว่า b เท่ากับ 3 หรือไม่ ถ้า b เท่ากับ 3 แสดงว่าการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก แต่ถ้า b ไม่เท่ากับ 3 แสดงว่าการเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก (King, 1995)

ทรงชัย (2515) ศึกษาชีวประวัติของปลาเห็ดโคนบริเวณอ่าวไทยตอนนอก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน คือ Log W = 2.9742 Log L - 2.0488

อังสุนีย์ (2541) ศึกษาการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาเห็ดโคนเพศผู้และเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักเป็นไปตามกฎกำลังสาม คือ การเจริญเติบโตของปลาเห็ดโคนมีความสม่ำเสมอทุกช่วงความยาว (ไอโซเมตริก) คือ $W = 0.0093TL^{2.96}$ โดยค่าความยาวของปลาเห็ดโคนเมื่อสิ้นปีแรกมีความยาวเฉลี่ย 16.54 เซนติเมตร สิ้นปีที่ 2 มีความยาวเฉลี่ย 24.23 เซนติเมตร Udupa *et al*. (2003) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ประชากรของปลาเห็ดโคน *(S. sihama)* บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย รายงานว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักเป็นแบบอัลโลเมตริก คือ $W = 0.02471TL^{2.56}$ ความยาวเฉลี่ยของปลาเห็ดโคนเมื่ออายุ 1 ปี, 2 ปี, 3 ปี และ 4 ปี เท่ากับ 17.10, 25.20, 29.20 และ 31.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

สัตว์น้ำที่มีการรายงานมีการเจริญเติบโตแบบอัลโลเมตริก เช่น หมึกกระดอง *Sepia lycidas* หมึกกระดอง *Sepiella inermis* (เจิดจินดา, 2524) ปลาทรายแดง *N. hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824) และปลาทรายแดง *N. delagoae* (Smith, 1941) (ทัศพล และคณะ, 2543) ปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) (เพิ่มศักดิ์ และกำพล, 2544) ปลาทรายขาว *Scolopsis taeniopterus* (Valenciennes, 1830) (ทัศพล และสายจิตร, 2543) สัตว์น้ำที่มีการรายงานมีการ

เจริญเติบโตแบบไอโซเมตริก เช่น ปลาทรายแดง *N. tolu* (Valenciennes, 1830) (ทัศพล และคณะ, 2543) ปูจักจั่น *Ranina ranina* (ทัศพล และคณะ, 2544)

5.1.2 การหาอายุของปลา

การหาอายุของปลาเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต มี 2 วิธีคือ

5.1.2.1 การหาอายุแท้จริงของปลา จะให้ผลชัดเจนในปลาเขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะในเขตดังกล่าว อุณหภูมิในรอบปีมีความแตกต่างกันมาก ทำให้ปลาต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศ โดยเฉพาะในฤดูหนาวจะขาดแคลนอาหาร การเติบโตของปลาจะหยุดชะงัก ทำให้เกิดเป็นร่องรอยที่เรียกว่า “วงปี (annual ring)” บนส่วนแข็งของร่างกาย เช่น กระดูกหู เกล็ด เป็นต้น ในขณะที่ปลาเขตร้อนนั้น อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก จึงไม่มีการหยุดชะงักการเติบโตให้เห็นชัดเจนเหมือนปลาในเขตอบอุ่น (ธนิษฐา, 2543)

5.1.2.2 การหาอายุปลาเมื่อไม่ทราบอายุแท้จริง ในประเทศเขตร้อน รวมถึงประเทศไทย การศึกษาการเติบโต โดยใช้อายุของสัตว์น้ำโดยตรง อาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง จึงมีการหาค่าของอายุ โดยวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ซึ่งเป็นการศึกษาหาค่าความยาวเฉลี่ยของปลาแต่ละกลุ่มอายุจากข้อมูลองค์ประกอบความยาวของปลา โดยใช้สมมุติฐานว่า การกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำกลุ่มที่มีอายุเดียวกันเป็นการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ค่าความยาวเฉลี่ยดังกล่าวสามารถคำนวณได้ โดยการแปลงข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำแต่ละกลุ่มอายุที่อยู่ในรูปการกระจายปกติ ให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์เส้นตรง จะได้ข้อมูลความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุ จากนั้นนำความยาวเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มอายุนี้ ไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตต่อไป

5.1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

von Bertalanffy (1934 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ได้สร้างแบบจำลองการเติบโตทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ศึกษาการเติบโตของสัตว์น้ำ เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันมากในทางชีววิทยาประชากร เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งการเติบโตของปลาหลายชนิด มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างง่าย มีค่าพารามิเตอร์น้อยตัวทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ทำได้ไม่ยากนัก

แบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy มีแนวคิดหลัก คือ “การเติบโตเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการ anabolism และ catabolism” ซึ่งมีข้อกำหนดของแบบจำลองนี้ ดังนี้

1. อัตรา anabolism เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวในการดูดซับอาหาร (resorbing surface)

2. อัตรา catabolism เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลสาร หรือน้ำหนักตัวของสิ่งมีชีวิต

3. การเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก

แบบจำลองของ von Bertalanffy ในรูปความยาว คือ

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

เมื่อ L_t = ความยาวของสัตว์น้ำเมื่ออายุ t

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

t = อายุของสัตว์น้ำ

t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

และในรูปของน้ำหนัก คือ

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})^3$$

เมื่อ W_t = น้ำหนักของสัตว์น้ำเมื่อมีอายุ t

W_∞ = น้ำหนักสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

อย่างไรก็ตามสำหรับสัตว์น้ำที่มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก ต้องอาศัยค่าพารามิเตอร์การเติบโตของสัตว์น้ำจากแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy เนื่องจากยังไม่มีแบบจำลองการเติบโตใดที่สามารถอธิบายการเติบโตของสัตว์น้ำที่มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริกได้ดี

อังสุนีย์ (2541) ศึกษาการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาเห็ดโคนเพศผู้และเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา พบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 31.00 เซนติเมตร สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.76 ต่อปี

Hyndes and Potter (1997) ศึกษาการเติบโตของปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* บริเวณชายฝั่งของประเทศออสเตรเลีย พบว่าปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* เพศเมียและเพศผู้มีความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 35.00 เซนติเมตร และ 34.80 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.53 ต่อปี และ 0.49 ต่อปี ตามลำดับ

5.1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

การตาย (mortality) เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลง ทั้งในแง่ของน้ำหนักและจำนวน ในทางการประมงนั้น จะแบ่งสาเหตุการตายของทรัพยากรประมงเป็น 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ การตายเนื่องมาจากการประมง (fishing mortality) และการตายโดยธรรมชาติ (natural mortality)

การตายเนื่องจากการทำประมง จะเป็นผลอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ที่นำเอาทรัพยากรประมงนั้นๆ มาใช้ประโยชน์ ดังนั้น ขอบเขตหรือปริมาณของการตายที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุนี้จึงขึ้นอยู่กับกิจกรรม หรือปริมาณการประมง ส่วนการตายเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ จะถือว่าเป็นการตายโดยธรรมชาติทั้งสิ้น โดยถือว่าการตายโดยธรรมชาตินั้นไม่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมประมง จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการประมง ดังนั้น ค่าพารามิเตอร์การตายทางชีววิทยาประชากร จึงมี 3 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (Natural mortality coefficient; M) ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (Fishing mortality coefficient; F) และค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Total mortality coefficient; Z)

Udupa *et al*. (2003) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ประชากรของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ ประเทศอินเดีย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 3.79 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 1.41 ต่อปี และค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำประมง (F) เท่ากับ 2.38 ต่อปี

5.2 การศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์

5.2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลา และอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลาและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย สามารถนำมาใช้ในการประเมินว่าปลาในแต่ละช่วงความยาวมีสัดส่วนเพศผู้และเพศเมียเป็นอย่างไร เพื่อนำไปใช้เป็นค่ามาตรฐานในการคาดคะเนปริมาณพ่อแม่พันธุ์ที่มีอยู่ในแหล่งทำประมง (ทวีป, 2536)

ทรงชัย (2515) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคนบริเวณอ่าวไทยตอนนอก มีค่าเท่ากับ 1:1.2 เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละเดือนอัตราส่วนเพศไม่แน่นอน ในบางเดือนมีเพศผู้มากกว่า แต่บางเดือนจะมีเพศเมียมากกว่า เดือนที่พบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย คือ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน ส่วนเดือนอื่นๆ นอกนั้น พบเพศเมียมากกว่าเพศผู้ ส่วนการศึกษาของอังสุนีย์ (2541) พบว่าอัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลาเท่ากับ 1:1.2 เช่นกัน ในขณะที่ Gowda *et al*. (1988) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคนบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำ Mangalore เมือง Karnatana ประเทศอินเดีย มีค่าเท่ากับ 1:1.45

5.2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (size at first maturity)

ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ หมายถึง ขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่เจริญเติบโตจนถึงขั้นที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ (gonad) พัฒนาสู่ระยะสมบูรณ์เพศพร้อมที่จะ

สืบพันธุ์ Bakhayokho (1983) กล่าวถึงขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ คือขนาดเล็กที่สุดของเพศเมียที่รังไข่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

Jayasankar (1991) ศึกษาชนิดของปลาในตระกูล Sillaginid บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* เพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 17.90 เซนติเมตร และ 15.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ อังสุนีย์ (2541) และ Tongnunui *et al*. (2006) ศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเห็ดโคน ในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา และบริเวณชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง พบว่าปลาเห็ดโคนขนาดเล็กสุดที่สามารถสืบพันธุ์ในเพศเมียมีความยาวอยู่ในช่วง 11.50 -11.70 เซนติเมตร และเพศผู้มีความยาวอยู่ในช่วง 10.60 –11.70 เซนติเมตร

King (1995) ให้ความหมายของขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์คือ ขนาดความยาวที่ร้อยละ 50 ของสัตว์น้ำในช่วงความยาวนั้นที่มีอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ จากการศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าวเพ จังหวัดระยอง และบริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่ พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 50 มีขนาดความยาวอยู่ในช่วง 13.75 - 14.85 เซนติเมตร (เสาวนีย์, 2540; บุญศรี, 2545)

5.2.3 ความดกไข่ (fecundity)

ความดกไข่ หมายถึง จำนวนไข่แก่หรือไข่ที่กำลังสุก (ripening egg) ในรังไข่ก่อนที่สัตว์น้ำจะวางไข่ครั้งต่อไป (ธนิษฐา, 2543) การศึกษาความดกไข่ เพื่อประเมินว่าแม่พันธุ์ปลาสามารถผลิตลูกรุ่นถัดไปได้ปริมาณเท่าใด และเป็นการคาดคะเนปริมาณปลาที่จะเข้ามาแทนที่ (recruitment) รุ่นที่ถูกจับไปหรือตายโดยธรรมชาติ

ทรงชัย (2515) ศึกษาความดกไข่จากตัวอย่างปลาเห็ดโคนบริเวณอ่าวไทยตอนนอก คัดเลือกเอาเฉพาะแม่ปลาที่มีไข่แก่ ซึ่งมีสีใสค่อนข้างกลม มีจุดน้ำมัน (oil globule) ไข่แก่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 600-780 ไมครอน ความดกไข่อยู่ในช่วง 30,000 - 200,000 ฟอง ในขณะที่ Jayasankar (1991) ศึกษาชนิดของปลาในตระกูล Sillaginid บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย พบว่าความดกไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama* อยู่ในช่วง 6,956 - 48,373 ฟอง

5.2.4 ฤดูวางไข่ (spawning season)

การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน เป็นการศึกษาว่าช่วงเวลาใดที่ปลาเห็ดโคนจะมีการขยายพันธุ์และเพิ่มปริมาณลูกรุ่นถัดไป การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนโดยการหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index; G.S.I) ของปลา คือนำน้ำหนักอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์

(gonad) ของปลาหารด้วยน้ำหนักตัวของปลา แล้วนำค่า G.S.I. ของปลาแต่ละตัวมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (mean gonadosomatic index) ของปลาในแต่ละเดือน ซึ่งค่าที่ได้มีค่าสูงในช่วงเวลาใดแสดงว่าช่วงเวลานั้นเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน

ทรงชัย (2515) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนบริเวณอ่าวไทยตอนนอก พบว่าฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน จากการศึกษาของเสาวนีย์ (2540) พบว่าปลาเห็ดโคนในอ่าวไทย บริเวณอ่าวเพ จังหวัดระยอง มีการวางไข่เกือบตลอดปี โดยช่วงการวางไข่สูงสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับ อังสุนีย์ (2541) ที่ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา พบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่เกือบตลอดปี แม้ว่าแต่ละบริเวณจะมีช่วงสูงสุดในการวางไข่ที่แตกต่างกันบ้าง โดยช่วงที่วางไข่สูงสุดคือในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม

เจต และเจริญ (2520) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน ทางฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ในช่วง พ.ศ. 2519 - พ.ศ. 2520 พบว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* มีค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) สูงสุดในเดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม โดยรายงานว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ปีละอย่างน้อย 2 ครั้ง แต่จะวางไข่มากที่สุดในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมหนึ่งครั้ง และระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมอีกหนึ่งครั้ง ในขณะที่ บุญศรี (2545) รายงานว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* ทางฝั่งอันดามัน บริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่ มีการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดปี โดยช่วงที่มีการวางไข่สูงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม หรือในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วน Tongnunui *et al*. (2006) รายงานว่าปลาเห็ดโคน 2 ชนิด คือ *S. sihama* และ *S. aeolus* บริเวณชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จะมีการวางไข่ตลอดทั้งปี แต่พบว่าช่วงที่มีการวางไข่มากของปลาเห็ดโคน *S. sihama* อยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนปลาเห็ดโคน *S. aeolus* มีการวางไข่มากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม

Jayasankar (1991) พบว่าปลาเห็ดโคน *S. sihama* บริเวณอ่าว Palk และบริเวณอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย มีฤดูวางไข่ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่ช่วงที่มีการวางไข่สูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

6. สภาพแวดล้อมของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

จังหวัดสตูลเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเลอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 145 กิโลเมตร นับตั้งแต่ตำบลทุ่งบุหลัง อำเภอทุ่งหว้า ลงไปจนถึง ตำบลปูยู อำเภอเมือง จังหวัดสตูล มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 434 ตารางกิโลเมตร แหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนที่สำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดสตูล คือ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน (ภาพที่ 2) ซึ่งประกอบด้วย เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก โดยสภาพแวดล้อมของแต่ละเกาะ มีลักษณะดังนี้

เกาะบุโหลนเล ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 22 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดในหมู่เกาะบุโหลนทั้งหมด มีชาวประมงอาศัยอยู่ประมาณ 50 ครัวเรือน รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 9-15 เมตร ลักษณะพื้นท้องน้ำมีแนวปะการังอยู่บริเวณรอบๆ เกาะ ถัดจากแนวปะการังออกไปมีลักษณะเป็นดินทรายปนโคลน ซึ่งกระจายอยู่รอบๆ เกาะ บริเวณนี้เป็นแหล่งทำประมงปลาเห็ดโคน

เกาะบุโหลนดอน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 19 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ใหญ่อันดับ 2 รองจากเกาะบุโหลนเล มีชาวประมงอาศัยอยู่ประมาณ 70 ครัวเรือน ส่วนมากนับถือศาสนาอิสลาม รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 6-14 เมตร พื้นท้องน้ำทางด้านทิศตะวันออกของเกาะมีลักษณะเป็นดินทราย ทางด้านใต้และทิศตะวันตกของเกาะมีลักษณะเป็นแนวปะการัง ส่วนทางด้านทิศเหนือลักษณะเป็นดินทรายปนโคลน ห่างฝั่งของเกาะออกไป น้ำจะมีความลึกประมาณ 15-20 เมตร สามารถทำการประมงปลาเห็ดโคนได้บริเวณทิศตะวันออกและทิศเหนือของเกาะ

เกาะบุโหลนไม้ไผ่ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกห่างจากท่าเทียบเรือปากบาราประมาณ 20 กิโลเมตร เป็นเกาะที่ไม่มีคนอยู่อาศัย รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 5-10 เมตร พื้นท้องน้ำมีแนวปะการังสลับกับดินทรายปนโคลนและดินทราย อยู่บริเวณทิศตะวันออกของเกาะ ส่วนทิศอื่นๆ มีลักษณะเป็นดินทรายและดินทรายปนโคลน สามารถทำการประมงปลาเห็ดโคนได้บริเวณที่เป็นดินทรายและดินทรายปนโคลนรอบเกาะ

เกาะบุโหลนรังนก (เกาะบุโหลนขี้นก) เป็นเกาะที่มีขนาดเล็กมาก อยู่ทางด้านใต้ของเกาะบุโหลนเล รอบๆ เกาะระดับความลึกของน้ำประมาณ 12-16 เมตร พื้นท้องน้ำมีลักษณะเป็นแนวปะการังอยู่รอบๆ เกาะ ถัดออกไปเป็นดินทรายและดินทรายปนโคลน ซึ่งสามารถทำการประมงปลาเห็ดโคนได้รอบเกาะ

7. การทำประมงปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

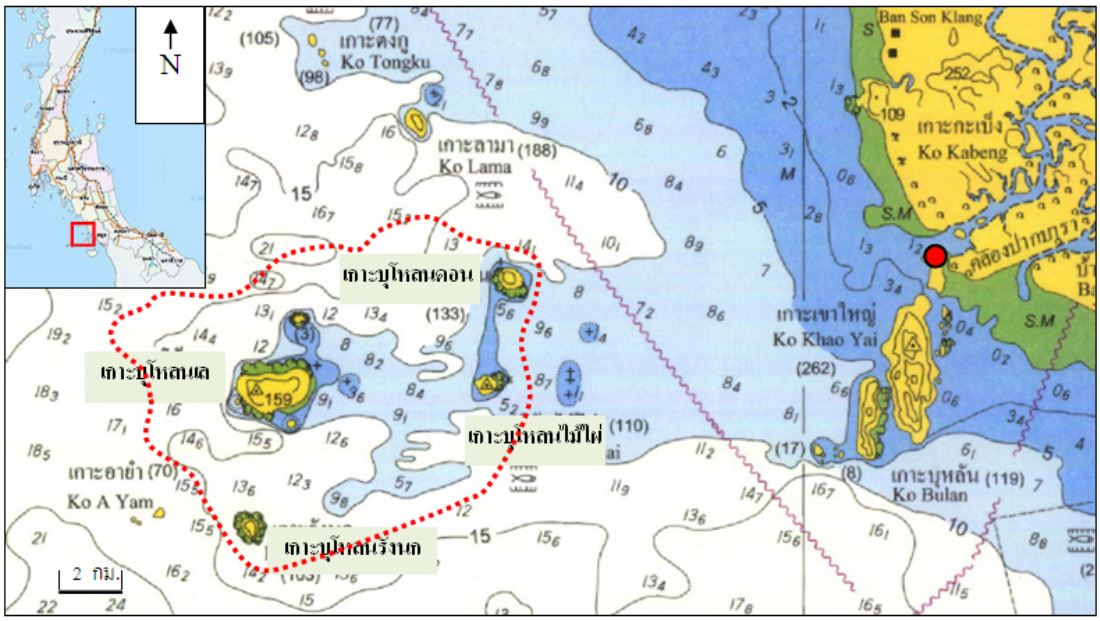
7.1 ข้อมูลชาวประมงในพื้นที่ทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การทำประมงปลาเห็ดโคนเป็นการทำประมงพื้นบ้าน ซึ่งมีการทำอย่างแพร่หลายในหลายพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน ชาวประมงที่ทำการประมงปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลนส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอละงู โดยเฉพาะพื้นที่บ้านบ่อเจ็ดลูก หมู่ที่ 1 ตำบลปากน้ำ อำเภอละงู จังหวัดสตูล ซึ่งยึดการทำประมงปลาเห็ดโคนเป็นหลัก (ภาพที่ 3) โดยจำนวนครัวเรือนบ้านบ่อเจ็ดลูกมีทั้งหมด 219 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนที่ประกอบอาชีพทำการประมงพื้นบ้าน 133 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 60.73 ของจำนวนครัวเรือนของบ้านบ่อเจ็ดลูกทั้งหมด มีจำนวนเครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนประมาณร้อยละ 70 ของเครื่องมือประมงที่ออกทำการประมงบริเวณชายฝั่งของพื้นที่

บ้านบ่อเจ็ดลูก นอกจากนั้นจะเป็นเครื่องมือประมงอื่น ๆ เช่น อวนปลาทู อวนถ่วงปลา ลอบปู ลอบกุ้ง เป็นต้น

7.2 แหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนบริเวณเกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

แหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดสตูลส่วนใหญ่อยู่บริเวณรอบๆ หมู่เกาะบุโหลน ได้แก่ เกาะบุโหลนเล เกาะบุโหลนดอน เกาะบุโหลนไม้ไผ่ และเกาะบุโหลนรังนก (ภาพที่ 2) ซึ่งเป็นแหล่งทำการประมงปลาเห็ดโคนที่มีความสำคัญ เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณนี้เป็นแหล่งที่อยู่ของปลาเห็ดโคน โดยสภาพพื้นท้องทะเลบริเวณเหล่านี้มีลักษณะเป็นดินทราย และดินทรายปนโคลน เหมาะสมกับลักษณะนิเวศของปลาเห็ดโคนที่มีนิสัยฝังตัวอยู่ในดินทรายและหากินบริเวณพื้นท้องทะเล



บริเวณเก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคนโดยเรือสำรวจ

ท่าเทียบเรือปากบารา

แนวเขตระดับความลึกของน้ำทะเล

ภาพที่ 2 แผนที่แสดงตำแหน่งของหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

ที่มา: กรมอุทกศาสตร์, 2521

ภาพที่ 3 ชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน ดังนี้

1. ศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโต
    1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนัก
    1.2 การหาอายุของปลา
    1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต
    1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย
2. ศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์
    2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว และอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย
    2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์
    2.3 ความดกไข่
    2.4 ฤดูวางไข่

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุ

- ปลาเห็ดโคน โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากแพปลาบ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล และการวางอวนโดยใช้เรือสำรวจสุ่มตัวอย่างจากบริเวณรอบหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล
- สารเคมีใช้เตรียมน้ำยากิลสัน เพื่อใช้ดองตัวอย่างไข่ปลาเห็ดโคน

อุปกรณ์

- อวนจมปลาเห็ดโคน ขนาดตาอวน 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
- กระดานวัดความยาวปลา
- ถาด/กะละมัง
- ตู้แช่สำหรับเก็บตัวอย่างปลา
- กล่องพลาสติก, ถุงพลาสติก
- อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ : ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ, เทอร์โมมิเตอร์, ลูกดิ่งวัดความลึก, secchi disc, Refracto Salinometer, pH meter
- อุปกรณ์ผ่าตัด : มีดผ่าตัด, กรรไกรผ่าตัด, ปากคีบปลายแหลม, เข็มเขี่ย, ถุงมือยาง
- กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope และ compound microscope
- สไลด์ และ Cover glass
- เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการศึกษา

การรวบรวมข้อมูลปลาเห็ดโคน

เนื่องจากขนาดความยาวของปลาเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การสืบพันธุ์และการเติบโตของปลาเห็ดโคน เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงของประชากรปลาเห็ดโคนในพื้นที่ที่ศึกษามากที่สุด การรวบรวมตัวอย่างปลาต้องครอบคลุมปลาทุกขนาดเท่าที่จะสามารถทำได้ จึงมีการรวบรวมตัวอย่างปลาจาก 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เก็บตัวอย่างปลาโดยการสุ่มจากแพปลา

สุ่มตัวอย่างปลาเห็ดโคนจากแพปลาทุกแพบริเวณบ้านบ่อเจ็ดลูกที่เรือประมงปลาเห็ดโคนออกทำการประมงบริเวณหมู่เกาะบุโหลน (ใช้เครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนมีขนาดตาอวน 3 เซนติเมตร) นำมาขึ้นท่า จำนวนทั้งหมด 4 แพ คือ แพปลาบังบ่าว แพปลาบังโชติ แพปลาบังจำปา และแพปลาบังตออาด การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการแบบสุ่มตลอด (Random Sampling) โดยสุ่มตัวอย่างปลาเห็ดโคนจำนวนครั้งละ 50 ตัวต่อแพ ทุกเดือนๆ ละ 1 ครั้ง กำหนดช่วงเก็บตัวอย่างประมาณกลางเดือนของแต่ละเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

จำนวนตัวอย่างปลา 50 ตัวต่อแพ ได้จากการประมาณค่าขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสม (N) สำหรับค่าวัด (ตัวแปร) ที่ทำการศึกษาจากการทำ preliminary study โดยใช้วิธีการทางสถิติดังสมการ

$$N = \left(\frac{Z^2 \times SD^2}{e^2} \right)$$

โดย Z = ค่า Z จากตารางการแจกแจงแบบปกติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 1.96

e = ค่าความผิดพลาดในการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง กำหนดให้ = 0.50

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวปลาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากร ซึ่งค่าที่คำนวณได้จากตัวอย่างปลาที่สุ่มมาจำนวน 19 ตัวได้ค่า SD = 1.63

คำนวณหาค่า N:

$$N = \left(\frac{1.96^2 \times 1.63^2}{0.5^2} \right) = 40.71 \text{ ตัว}$$

ค่าขนาดตัวอย่างปลาที่เหมาะสมจากการคำนวณ = 40.71 ตัว จึงปัดค่า N เป็น 50 ตัว เพื่อสะดวกในการเก็บตัวอย่างจากแพปลาแต่ละครั้ง

ส่วนที่ 2 เก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคนโดยเรือสำรวจ

การเก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคนโดยเรือสำรวจจะใช้อวนจมปลาเห็ดโคน เพื่อสามารถจับปลาเห็ดโคนให้ครอบคลุมได้ทุกขนาดที่สามารถจับได้ โดยการวางอวนจมปลาเห็ดโคนใช้อวนเอ็นที่มีขนาดตาอวน 4 ขนาดคือ 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร อวนแต่ละขนาดตามีความยาว 2 หัว (1 หัว เท่ากับ 120 เมตร) นำอวนจมปลาเห็ดโคนทั้ง 4 ขนาดตาอวน มาต่อเป็นแนวเส้นตรงโดยการจัดลำดับขนาดตาอวนแบบสุ่มตลอด (Random Sampling) จากการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลเครื่องมือประมงอวนจมปลาเห็ดโคนที่ใช้ทำประมงอยู่ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน ของชาวประมงพื้นบ้านบ้านบ่อเจ็ดลูก อำเภอละงู จังหวัดสตูล จะใช้อวนจมปลาเห็ดโคนที่มีขนาดตาอวน 3.0 เซนติเมตร เพียงขนาดเดียว ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้อวนขนาดตา 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เพื่อให้ครอบคลุมการจับปลาเห็ดโคนทุกขนาดที่สามารถจับได้ ทำการวางอวนเป็นบริเวณ 4 จุด ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างโดยการวางอวนจะใช้วิธีการสุ่มแบบสุ่มตลอดในบริเวณรอบๆ หมู่เกาะบุโหลน (ภาพที่ 2) เนื่องจากอวนที่สุ่มเก็บตัวอย่างจะผูกติดไปกับอวนของชาวประมง ซึ่งมีการทำประมงแบบไม่ประจำที่ โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือนต่อครั้ง ครั้งละ 3 ซ้ำ ตั้งแต่เดือนสิงหาคมพ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

รวบรวมตัวอย่างปลาเห็ดโคน บันทึกจำนวนปลาเห็ดโคนทั้งหมดที่ได้จากเรือสำรวจ และปลาที่สุ่มเก็บจากแพปลาทั้ง 4 แพ นำปลาที่รวบรวมได้เก็บรักษาโดยการแช่น้ำแข็ง เพื่อนำไปศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ (ภาพที่ 4)

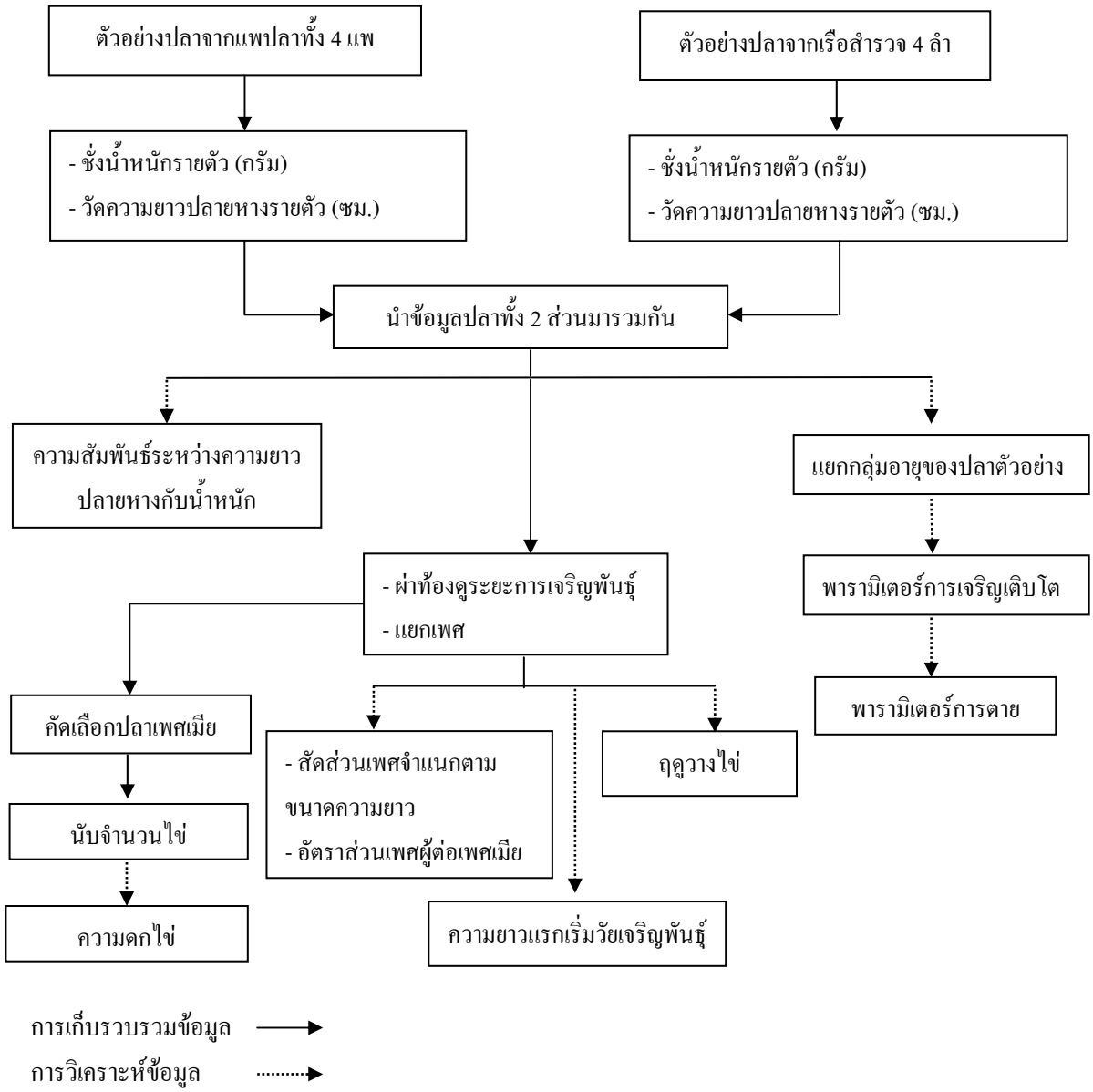
1. วัดความยาวปลายหาง (total length) โดยใช้กระดานวัดความยาวที่มีความละเอียด 0.1 เซนติเมตร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม เป็นรายตัว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน

2. ผ่าตัดจำแนกเพศของปลาแต่ละตัว นับจำนวนเพศผู้และเพศเมีย และทำการแยกระยะการพัฒนารังไข่และอัณฑะในปลาเพศเมียและเพศผู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระยะ (ตารางที่1) โดยกลุ่มปลาที่ยังไม่ถึงวัยเจริญพันธุ์ (Immature) คือปลาที่มีการพัฒนารังไข่และอัณฑะอยู่ในระยะที่ 1-2 ส่วนกลุ่มปลาที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ (Mature) คือปลาที่มีการพัฒนารังไข่และอัณฑะอยู่ในระยะที่ 3-5 เพื่อศึกษาสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ และฤดูวางไข่

3. เก็บตัวอย่างรังไข่ของปลาเห็ดโคนเพศเมียที่ระยะการเจริญพันธุ์ที่ 3-4 (ระยะ Mature) มาชั่งน้ำหนักและนับจำนวนไข่ปลา โดยเก็บรักษาตัวอย่างรังไข่ในน้ำยากิลสัน (Gilson's fluid) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไข่เน่าสลาย และทำให้ไข่แข็งตัว สะดวกในการแยกไข่ออกจากกัน และนับจำนวนไข่ได้ง่ายขึ้น เพื่อศึกษาความดกไข่ (fecundity) โดยการนำรังไข่มาละลายน้ำแล้วทำการนับจำนวนไข่และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาจำนวนไข่ทั้งหมดในรังไข่ (ความดกไข่) โดยวิธีการตวงปริมาตร (Volumetric) (Bagenal, 1978)

4. นำข้อมูลความยาวปลายหางมาแยกหากลุ่มอายุของปลาโดยวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และหาค่าพารามิเตอร์การเติบโตและค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน

5. วัดคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี นำข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำมาหาค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคน

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำบางประการกับชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณที่ทำการวางอวนเก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคน ทั้ง 4 จุดๆ ละ 3 ซ้ำ หาค่าคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมี (ยกเว้น การหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่ต้องนำมาทำให้ห้องปฏิบัติการ) ก่อนวางอวนจมปลาเห็ดโคนทุกครั้ง

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1. อุณหภูมิน้ำ โดยใช้ Mercury filled thermometer
2. ความลึก วัดโดยใช้ลูกดิ่งวัดความลึก
3. ความโปร่งแสง วัดโดยใช้ secchi disc

คุณภาพน้ำทางเคมี

1. ความเค็มของน้ำ วัดด้วย Refracto Salinometer
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง วัดด้วย pH meter
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยวิธี azide modification (Boyd and Tucker, 1992)

ตารางที่ 1 ระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์ของปลา

ระยะที่	ลักษณะของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์	
	รังไข่ (ovary)	อัณฑะ (sperm sac)
1 Virgin	ยังไม่มีการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ มีขนาดเล็ก ใส อยู่ใกล้หรือแนบติดกับกระดูกสันหลัง	ยังไม่มีการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ มีขนาดเล็ก ใส อยู่ใกล้หรือแนบติดกับกระดูกสันหลัง
2 Developing	มีสีแดงค่อนข้างใส มีความยาวครึ่งหนึ่ง หรือสองในสามของช่องท้อง	มีสีขาวปนแดง มีความยาวครึ่งหนึ่ง หรือสองในสามของช่องท้อง
3. Gravid	มีการขยายเต็มช่องท้อง ไข่มีลักษณะกลม มีเยื่อใยติดกัน เมื่อรีดส่วนท้องดู ไม่มีไข่ไหลออกมา	มีการขยายเต็มช่องท้อง มีสีขาว
4. Spawning (Ripe)	มีการขยายเต็มช่องท้อง ไข่สามารถแยกเป็นเม็ดได้ มีสีเหลืองหรือสีส้ม ผนังรังไข่ค่อนข้างบาง เมื่อรีดส่วนท้องดูจะมีไข่ไหลออกมา	มีการขยายเต็มช่องท้อง มีสีขาวครีม เมื่อรีดส่วนท้องดูจะมีน้ำเชื้อไหลออกมา
5 Spent	เป็นระยะที่ปลาวางไข่ไปแล้ว รังไข่จะเหี่ยวแฟบ มีสีแดง อาจมีไข่สีเหลืองปนแดงเหลืออยู่ในรังไข่	ถุงน้ำเชื้อมีลักษณะเหี่ยวแฟบ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ไพเราะ และทัศพล (2544)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาชีววิทยาประชากรการเติบโตของปลาเห็ดโคน

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนัก

นำข้อมูลความยาวปลายหางกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวทั้งเพศผู้และเพศเมียในรูปสมการยกกำลังตามสมการของ Ricker (1971)

$$W = aL^b$$

โดยที่ W = น้ำหนักของปลาเห็ดโคน (กรัม)

L = ความยาวของปลาเห็ดโคน (เซนติเมตร)

a และ b = ค่าคงที่

ทำการหาค่าคงที่ a และ b จากการวิเคราะห์เส้นถดถอยโดยการเปลี่ยนรูปสมการยกกำลังให้อยู่ในรูปของ Natural logarithm ซึ่งอยู่ในรูปสมการเส้นตรง

$$\ln w = \ln a + b \ln L$$

แล้วทดสอบค่า $b = 3$ และความแตกต่างของค่า b ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย โดยใช้ t-test

1.2 การแยกกลุ่มอายุของสัตว์น้ำ

หาอายุของปลาเห็ดโคน โดยนำข้อมูลการกระจายความถี่ตามขนาดความยาวปลาในแต่ละเดือน มาจำแนกกลุ่มรุ่นต่างๆ แล้วคำนวณหาค่าความยาวเฉลี่ยของปลาแต่ละรุ่นที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในชุดโปรแกรม FiSAT II (Gayanilo *et al*., 2005)

1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาเห็ดโคน ตามสมการของ von Bertalanffy (1934 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) เพื่ออธิบายการเติบโตของปลาเห็ดโคน เป็นสมการการเติบโตในรูปความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางและน้ำหนักกับอายุ คือ

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)$$

เมื่อ L_t = ความยาวของปลาเห็ดโคนเมื่ออายุ t

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่ปลาเห็ดโคนนั้นสามารถเติบโตได้

t = อายุของปลาเห็ดโคน

t_0 = อายุของปลาเห็ดโคนเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

และ $W_t = W_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)^3$

เมื่อ W_t = น้ำหนักของปลาเห็ดโคนเมื่อมีอายุ t

W_∞ = น้ำหนักสูงสุดที่ปลาเห็ดโคนนั้นสามารถเติบโตได้

โดยนำข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวปลายหางของปลาเห็ดโคนที่แจกแจงความถี่จากแต่ละเดือนมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การเติบโต คือ ขนาดความยาวสูงสุด (L_∞) สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และวิเคราะห์หาค่า t_0 โดยใช้สมการที่ได้จากการปรับเปลี่ยนรูปสมการการเติบโตของ von Bertalanffy (1934, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)

1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

1.4.1 สัมประสิทธิ์การตายรวม (Z)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมต่อปีของปลาเห็ดโคน โดยอาศัยความสัมพันธ์ในรูป Natural Logarithm ของจำนวนผลจับปลาเห็ดโคนในแต่ละช่วงความยาวต่ออายุที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงความยาวนั้นกับอายุเฉลี่ยของช่วงความยาวนั้น โดยใช้สมการการเติบโตของ von Bertalanffy เปลี่ยนความยาวของปลาเห็ดโคนที่จับได้ให้อยู่ในรูปอายุ ซึ่งเรียกว่า length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992) ดังสมการ

$$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right) = c - Z \times t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)}$$

$$t_{L_1} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1 - \frac{L_1}{L_\infty}\right)$$

$$t_{L_2} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1 - \frac{L_2}{L_\infty}\right)$$

เมื่อ $\Delta t_{(L_1,L_2)} = t_{L_2} - t_{L_1}$

$$= \frac{1}{K}\ln\left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2}\right)$$

$$t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)} = t_0 - \frac{1}{K}\ln\left(1 - \frac{L_1 + L_2}{2L_\infty}\right)$$

โดยที่ $C_{(L_1, L_2)}$ = จำนวนผลจับรวม (รวมทั้งปี) ของปลาที่มีขนาดอยู่ในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

$\Delta t_{(L_1, L_2)}$ = ผลต่างระหว่างอายุของปลาในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

Z = สัมประสิทธิ์การตายรวม ในที่นี้เท่ากับ slope

c = ค่าคงที่ ในที่นี้เท่ากับ Y-intercept

t = อายุแต่ละความยาว

t_{L_1} = อายุที่ความยาว L_1

t_{L_2} = อายุที่ความยาว L_2

$t_{\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)}$ = อายุเฉลี่ยของปลาในช่วงความยาว L_1 ถึง L_2

L_∞, K และ t_0 = ค่าพารามิเตอร์การเติบโต (อธิบายในหัวข้อ 1.3)

1.4.2 สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ คำนวณโดยใช้สมการของ Pauly (1984) มีค่าพารามิเตอร์สำคัญซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตายโดยธรรมชาติ ที่สามารถวิเคราะห์หาได้ คือ ขนาดความยาวสูงสุด (L_∞) สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอุณหภูมิผิวน้ำ (T) โดยเฉลี่ยในแหล่งน้ำนั้น นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการตายโดยธรรมชาติของปลาเห็ดโคน คือ พฤติกรรมการรวมฝูงของปลา (สอบถามจากชาวประมงในพื้นที่ศึกษา) ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ซึ่ง Pauly (1983 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) แนะนำให้แก้ค่าการรวมฝูงของปลาโดยการคูณด้วยค่า 0.8 ซึ่งจะทำให้ปลาที่มีการรวมฝูงมีค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติต่ำลง 20 เปอร์เซนต์ ดังสมการ

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T)}$$

โดยที่ M = ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

T = อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำ (องศาเซลเซียส)

1.4.3 สัมประสิทธิ์การตายจากการทำประมง (F)

การประมาณค่าการตายเนื่องจากการทำประมงของปลาเห็ดโคนที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ในรอบปี จะประมาณค่าได้จากผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) กับสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) คือ

$$F = Z - M$$

1.4.4 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ (E)

Gulland (1971) กล่าวว่าสามารถนำค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มาประเมินสถานภาพของสต๊อคสัตว์น้ำได้อย่างคร่าวๆ โดยสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับสต๊อคของสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้มีการใช้ประโยชน์สัตว์น้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสม หากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าการใช้ประโยชน์สต๊อคสัตว์น้ำต่ำกว่าศักย์การผลิต ในทางกลับกันหากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มีค่ามากกว่า 0.5 ก็แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์เกินศักย์การผลิต โดยคำนวณสัดส่วนการใช้ประโยชน์ได้จากสมการ (Pauly, 1984)

$$E = \left(\frac{F}{F+M} \right)$$

เมื่อ E = สัดส่วนการใช้ประโยชน์

F = สัมประสิทธิ์การตายจากการทำประมง (ต่อปี)

M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

2. การศึกษาชีววิทยาประชากรการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน

2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน โดยคำนวณค่าสัดส่วนของปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาว หาได้จากสมการ

$$P_L = \frac{F_L}{T_L}$$

โดยที่ P_L = สัดส่วนของปลาเพศเมียที่ความยาว L

F_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L

T_L = จำนวนของปลาทั้งหมดที่ความยาว L

อัตราส่วนเพศ (sex ratio) ของปลาเห็ดโคน โดยคำนวณอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย และนำมาทดสอบสมมุติฐาน “อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียเป็น 1 : 1” โดยใช้ Chi-Square test (Zar, 1984)

$$\chi^2 = \sum \frac{(Observed - Expected)^2}{Expected}$$

เมื่อ $Observed$ = จำนวนตัวของปลาเห็ดโคนแต่ละเพศที่เก็บตัวอย่างได้จริง

$Expected$ = จำนวนปลาเห็ดโคนที่ควรเป็นไปตามทฤษฎี

(อัตราส่วนเพศผู้ : เพศเมีย = 1 : 1)

2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (size at first maturity)

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนแต่ละเพศตามขนาดความยาวปลายหาง ได้จากการนำตัวอย่างปลาเห็ดโคนมาแจงนับการกระจายความถี่ตามความยาวปลายหาง (total length, L) และหาขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาที่แรกเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ของปลาแต่ละเพศ โดยนำข้อมูลสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละเพศที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์มาวิเคราะห์ตามสมการดังนี้

Logistic equation กรณีความสัมพันธ์ในรูปตัว S แบบสมมาตร (symmetry sigmoid curve)

$$P = \frac{1}{1+e^{(a+bL)}}$$

$$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right) = a+bL$$

จะได้ $L_{50} = -\frac{a}{b}$

Johnson-Schumacher function กรณีความสัมพันธ์ในรูปตัว S แบบไม่สมมาตร (asymmetry sigmoid curve)

$$P = a\times e^{\left(\frac{b}{L-L_X}\right)}$$

$$\ln P = \ln a + b\left(\frac{1}{L-L_X}\right)$$

จะได้ $L_{50} = \left(\frac{b}{\ln\left(\frac{0.5}{a}\right)}\right)+L_X$

โดยที่ P = สัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละช่วงความยาว L

L = ค่าความยาวกึ่งกลางในแต่ละอันตรภาคชั้น (เซนติเมตร)

L_X = ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่า P เริ่มมีค่ามากกว่าศูนย์

a และ b = ค่าคงที่หาได้โดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย

ทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดย t-test

โดยค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละเพศที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์หาได้จากสมการ

$$PF_L = \frac{FM_L}{FI_L + FM_L}$$

$$PM_L = \frac{MM_L}{MI_L + MM_L}$$

โดยที่ PF_L = สัดส่วนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

FI_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่ยังไม่เจริญพันธุ์

FM_L = จำนวนของปลาเพศเมียที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

PM_L = สัดส่วนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

MI_L = จำนวนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่ยังไม่เจริญพันธุ์

MM_L = จำนวนของปลาเพศผู้ที่ความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

2.3 ความดกไข่

นำตัวอย่างรังไข่ของปลาเห็ดโคน ที่ดองในน้ำยากิลสัน มาหาค่าความดกไข่ ด้วยวิธีการตวงปริมาตร (Bagenal, 1978) โดยนำรังไข่ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว มาละลายในน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร และทำการสุ่มตวงปริมาตรตัวอย่างไข่ปลาที่ละลายแล้ว 5 มิลลิลิตร มานับจำนวน โดยนับไข่ 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณของไข่ทั้งหมดตามสมการ

$$E = e\left(\frac{V}{v}\right)$$

เมื่อ E = จำนวนไข่ทั้งหมดที่คำนวณได้

e = จำนวนไข่ในตัวอย่าง

V = ปริมาตรของไข่ทั้งหมด

v = ปริมาตรของตัวอย่างไข่

จากนั้นนำข้อมูลความดกไข่มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับขนาดความยาวปลายหาง (เซนติเมตร) ตามสมการของ Bagenal (1978) และทำการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดย t-test

$$Fc = aL^b$$

จะได้ $\ln Fc = \ln a + b \ln L$

เมื่อ Fc = ความดกไข่

L = ความยาวปลายหาง

2.4 ฤดูวางไข่

ศึกษาฤดูวางไข่ปลาเห็ดโคนจาก 2 วิธี คือ

2.4.1) วิธีหาเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

การหาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน เพื่อต้องการทราบว่าช่วงเดือนไหนเป็นช่วงที่ปลามีความพร้อมที่จะวางไข่ โดยใช้วิธีการศึกษาของเสาวนีย์ (2539) ที่ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* และ *N. peronii* โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน โดย

$$P = \left(\frac{N_M}{N} \right) \times 100$$

โดยที่ P = เปอร์เซ็นต์ปลาเพศเมียหรือเพศผู้ที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N_M = จำนวนปลาเพศเมียหรือเพศผู้ที่อวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N = จำนวนปลาเพศเมียหรือเพศผู้ทั้งหมด

ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียหรือเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีค่าสูงในช่วงเดือนใด แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลาชนิดนั้น

2.4.2) วิธีหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.)

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.) (ธนิษฐา, 2543) ของปลาเพศเมียและเพศผู้โดยนำข้อมูลน้ำหนักของอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์และน้ำหนักของตัวปลาที่มีอวัยวะสร้างเซลสืบพันธุ์รวมอยู่ด้วย มาคำนวณหา

$$G.S.I. = \left(\frac{GW}{BW} \right) \times 100$$

เมื่อ $G.S.I.$ = ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

GW = น้ำหนักของรังไข่ (กรัม)

BW = น้ำหนักตัวของปลาที่มีรังไข่รวมอยู่ด้วย (กรัม)

เมื่อได้ค่า G.S.I. ของปลาแต่ละตัวแล้ว คำนวณหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (mean gonadosomatic index) ของปลาแต่ละเดือน ซึ่งค่าที่ได้มีค่าสูงในเดือนใด แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน

บทที่ 3
ผล

1. ชีววิทยาการเติบโตของปลาเห็ดโคน

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัว

จากข้อมูลความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของตัวอย่างปลาเห็ดโคนที่สุ่มจากแพปลาและที่ได้จากเรือสำรวจรวมจำนวน 5,103 ตัว เป็นเพศเมียจำนวน 2,330 ตัว เพศผู้จำนวน 2,564 ตัว และไม่สามารถแยกเพศได้จำนวน 209 ตัว ปลาแต่ละกลุ่มมีขนาดความยาวตั้งแต่ 8.50 - 24.40 เซนติเมตร, 8.20 - 25.50 เซนติเมตร และ 8.10 - 25.50 เซนติเมตร ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน ได้สมการดังต่อไปนี้

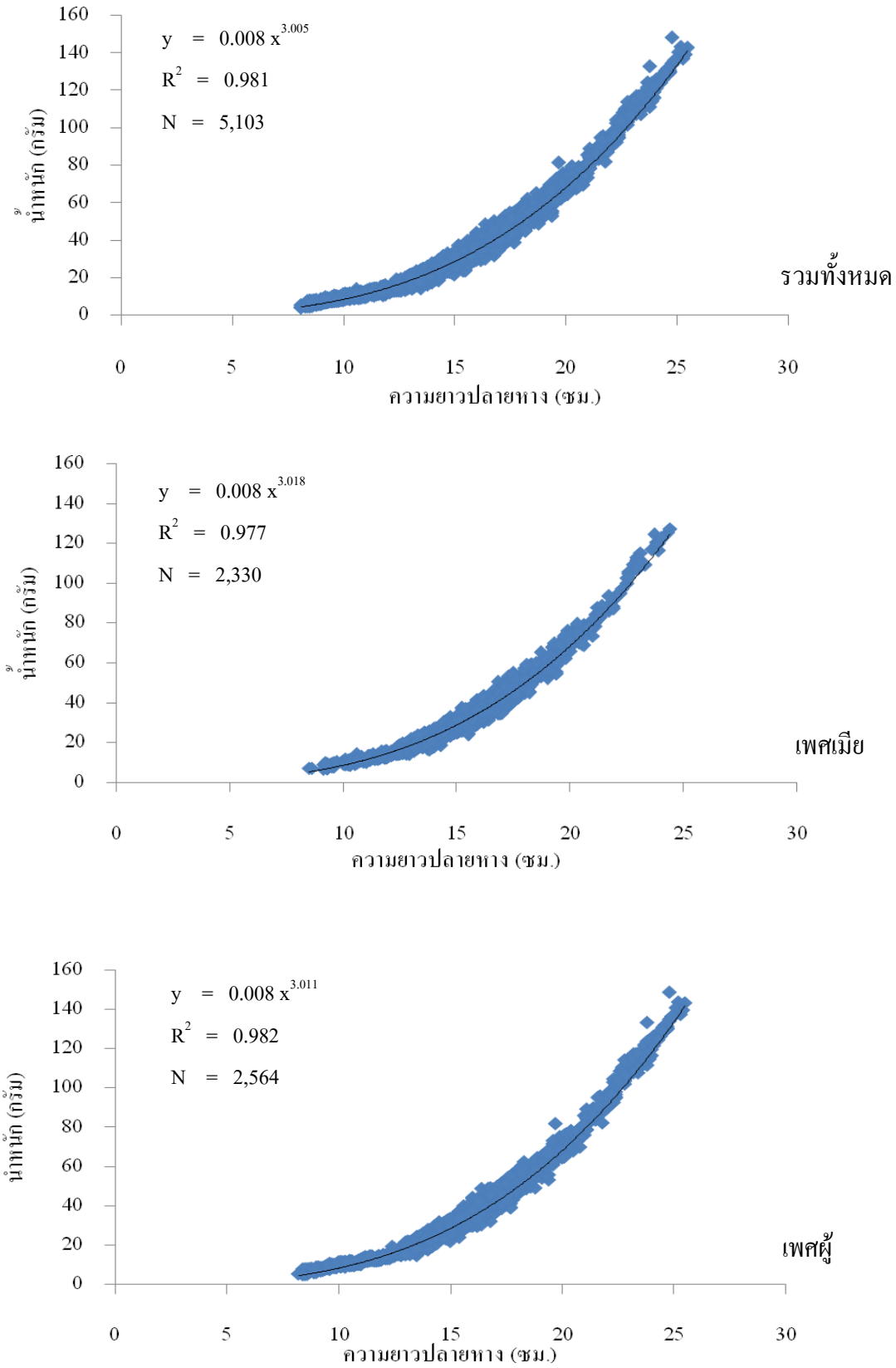
รวมทั้งหมด (N = 5,103)	ln W	=	-4.828 + 3.005ln L
	W	=	$0.008\ L^{3.005}$
เพศเมีย (N = 2,330)	ln W	=	-4.828 + 3.018ln L
	W	=	$0.008\ L^{3.018}$
เพศผู้ (N = 2,564)	ln W	=	-4.828 + 3.011ln L
	W	=	$0.008\ L^{3.011}$

เมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัว โดยแยกเพศเมีย เพศผู้ และไม่แยกเพศ (ภาพที่ 5) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าค่า b จากปลาเห็ดโคนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างจาก 3 และไม่มีความแตกต่างของค่า b ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน และผลการทดสอบความต่างจาก 3 ของค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก (slope, b)

	N	r	Intercept a	Slope b	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S_b	ค่า t- test * ของ b	รูปแบบการเติบโต
เพศเมีย	2,330	0.988	0.008	3.018	0.010	1.959	isometric growth
เพศผู้	2,564	0.991	0.008	3.011	0.008	1.457	isometric growth
ไม่แยกเพศ	5,103	0.990	0.008	3.005	0.006	0.970	isometric growth

* t-test ของ $b < t_{\text{ตาราง}}$ ซึ่งเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนรวมทั้งหมด เพศเมีย และเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

1.2 การหาอายุของปลา

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยความยาวปลายหางของปลาเห็ดโคนรุ่นต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552- เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ปลาเห็ดโคนมีความยาวอยู่ในช่วง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร (ภาพที่ 6) จากการจำแนกกลุ่มปลาเห็ดโคนรุ่นต่างๆ พบว่าเดือนที่จำแนกได้ 3 กลุ่ม มี 7 เดือน และเดือนที่จำแนกได้ 4 กลุ่ม มี 5 เดือน (ตารางที่ 3) กลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สุดมีความยาวเฉลี่ย 9.85 เซนติเมตร พบในเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 และกลุ่มที่มีขนาดใหญ่สุดมีความยาวเฉลี่ย 23.92 เซนติเมตร พบในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

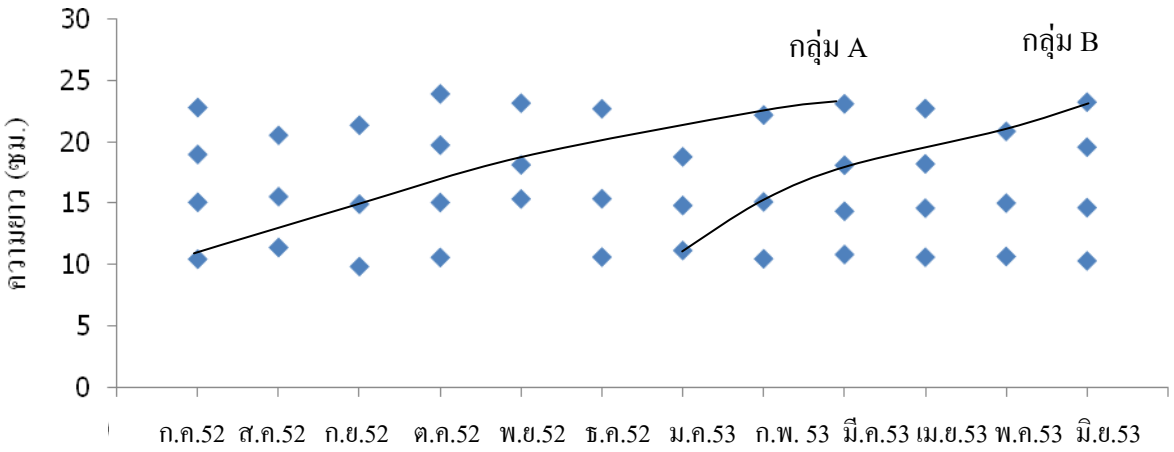
1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

จากการสร้างแผนภูมิของค่าความยาวเฉลี่ย (ภาพที่ 7) และติดตามการเพิ่มขึ้นของความยาวจากกลุ่มปลาที่มีขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุดเป็นแนวโน้มการเติบโตของปลาเห็ดโคนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ขนาดความยาว 11.16 เซนติเมตร ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ขนาดความยาว 23.25 เซนติเมตร (กลุ่ม B) ทำให้สามารถกำหนดผลต่างของอายุที่เพิ่มขึ้น เมื่อความยาวเพิ่มขึ้นได้ (ตารางที่ 4) เมื่อนำข้อมูลผลต่างของอายุและความยาวนี้มาวิเคราะห์ตามวิธีการของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ได้ค่าความยาวสูงสุดของปลาเห็ดโคน (L_{∞}) เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน หรือ 2.67 ต่อปี (ตารางที่ 5) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.787 (ภาพที่ 8) และจะมีแนวเส้นโค้งการเติบโตตามสมการ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) โดยสมมติอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์มีค่าเท่ากับ 0 (ภาพที่ 9) จะพบว่าอายุของกลุ่มปลาเห็ดโคนความยาว 11.16 เซนติเมตร ที่เข้ามาทดแทนและเริ่มถูกจับในเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 จะมาจากปลาเห็ดโคนที่วางไข่ประมาณเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ดังนั้นปลาที่มีความยาว 11.16 เซนติเมตร ที่พบในเดือนมกราคมจะมีอายุประมาณ 2 เดือน

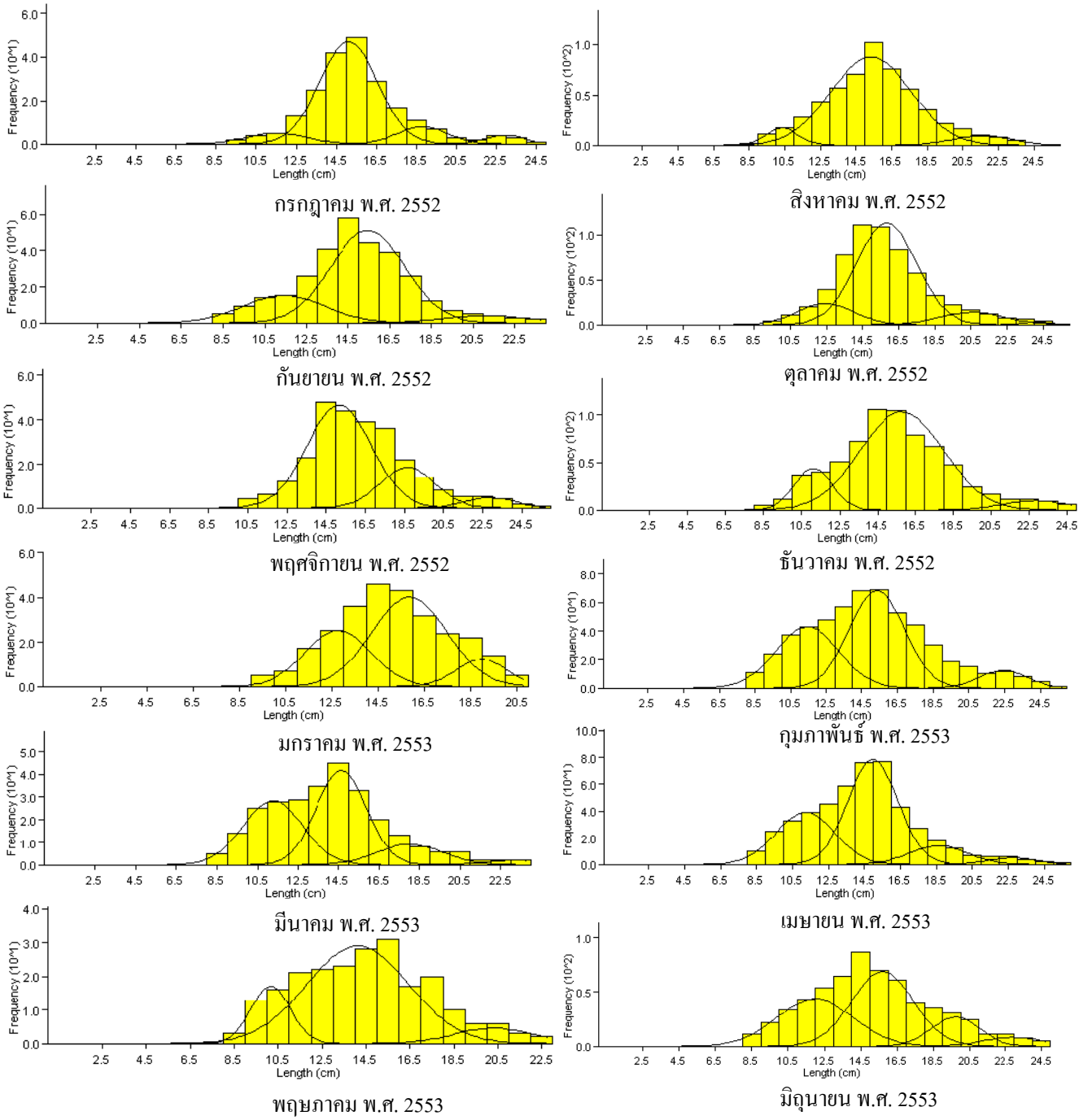
นำค่าความยาวสูงสุดและค่าความยาวตามแนวเส้นโค้งการเติบโตที่เชื่อมโยงได้ต่อเนื่องกันในตารางที่ 4 นี้ โดยอายุของปลากลุ่มความยาว 11.16 เซนติเมตร ให้มีค่าเท่ากับ 2 เดือน (ตารางที่ 6) นำมาวิเคราะห์หาค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ตามสมการของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) ได้ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.5363 เดือน หรือ -0.0447 ปี และได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.19 ต่อเดือน หรือ 2.34 ต่อปี (ตารางที่ 7) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.992 (ภาพที่ 10) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความยาวของปลาเห็ดโคนดังภาพที่ 11 แสดงเส้นโค้งการเติบโตตามความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) กับขนาดความยาว (L) และภาพที่ 12 แสดงแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนรุ่นที่วางไข่ในเดือนพฤศจิกายน

ตารางที่ 3 ผลการจำแนกรุ่นต่างๆ ในแต่ละเดือนของปลาเห็ดโคน

เดือน	ความยาวเฉลี่ย (ซม.)			
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
ก.ค.52	10.45	15.09	18.99	22.81
ส.ค.52	11.40	15.55	20.55	-
ก.ย.52	9.85	14.93	21.37	-
ต.ค.52	10.59	15.07	19.75	23.92
พ.ย.52	15.36	18.14	23.17	-
ธ.ค.52	10.62	15.38	22.71	-
ม.ค.53	11.16	14.83	18.79	-
ก.พ.53	10.48	15.12	22.20	-
มี.ค.53	10.83	14.36	18.11	23.11
เม.ย.53	10.61	14.61	18.22	22.73
พ.ค.53	10.67	15.02	20.87	-
มิ.ย.53	10.31	14.65	19.58	23.25



ภาพที่ 6 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มรุ่นต่างๆ ของปลาเห็ดโคนในแต่ละเดือน ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และแนวเส้นโค้งการเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุ (รุ่น) เดียวกัน (กลุ่ม B)



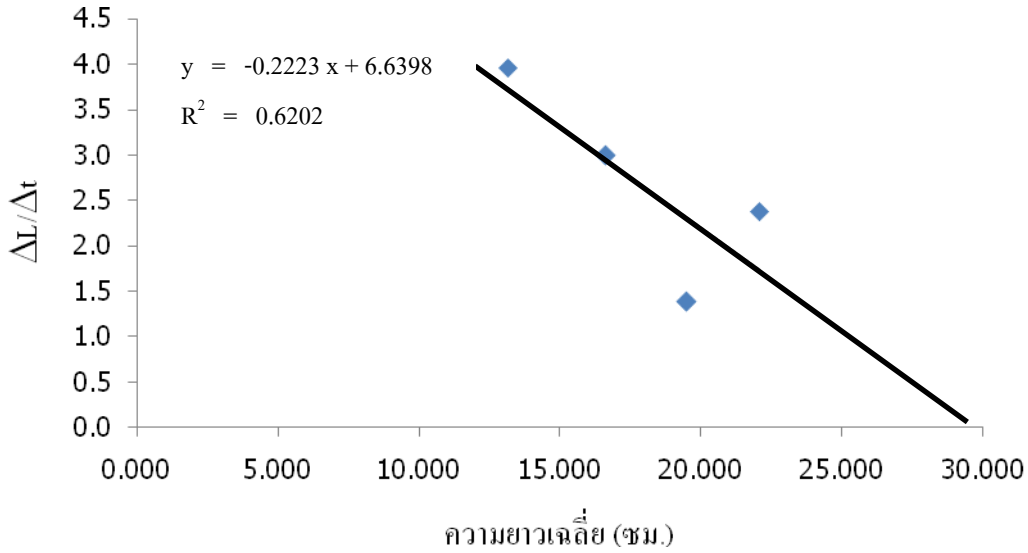
ภาพที่ 7 การจำแนกกลุ่มปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ตามวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)

ตารางที่ 4 ขนาดความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในเดือนที่ใช้สำหรับหาค่าความยาวสูงสุดและสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลาเห็ดโคนกลุ่มอายุตามแนวเส้น B ในภาพที่ 6

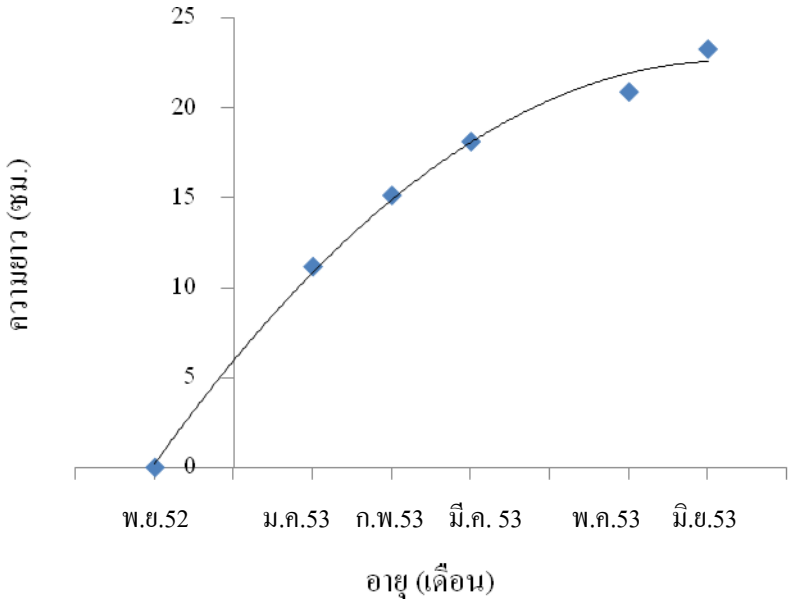
เดือน t	ความยาว L	Δt (เดือน)	ΔL (ซม.)	ความยาวเฉลี่ย X	$\Delta L/\Delta t$ Y
ม.ค 53	11.16	1	3.96	13.14	3.96
ก.พ. 53	15.12	1	2.99	16.62	2.99
มี.ค 53	18.11	2	2.76	19.49	1.38
พ.ค.53	20.87	1	2.38	22.06	2.38
มิ.ย 53	23.25	-	-	-	-

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากข้อมูลในตารางที่ 4 ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)

n	r	b	a	L_∞ (ซม.)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)
4	0.788	-0.22	6.64	29.87	0.22	2.67



ภาพที่ 8 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลตารางที่ 4 โดยวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992)



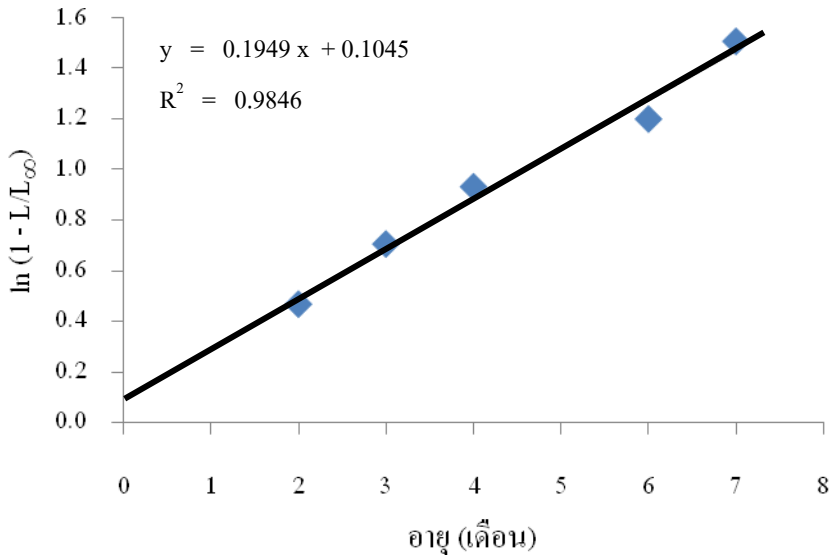
ภาพที่ 9 อายุ (t) กับความยาว (L) จากตารางที่ 4 และแนวเส้นการเติบโตของปลาเห็ดโคนตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร K เท่ากับ 0.22 ต่อเดือน โดยสมมุติ t_0 เท่ากับ 0

ตารางที่ 6 อายุ (เดือน) และความยาว (เซนติเมตร) โดยประมาณค่าอายุจากภาพที่ 9 สำหรับคำนวณค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ เมื่อ L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร

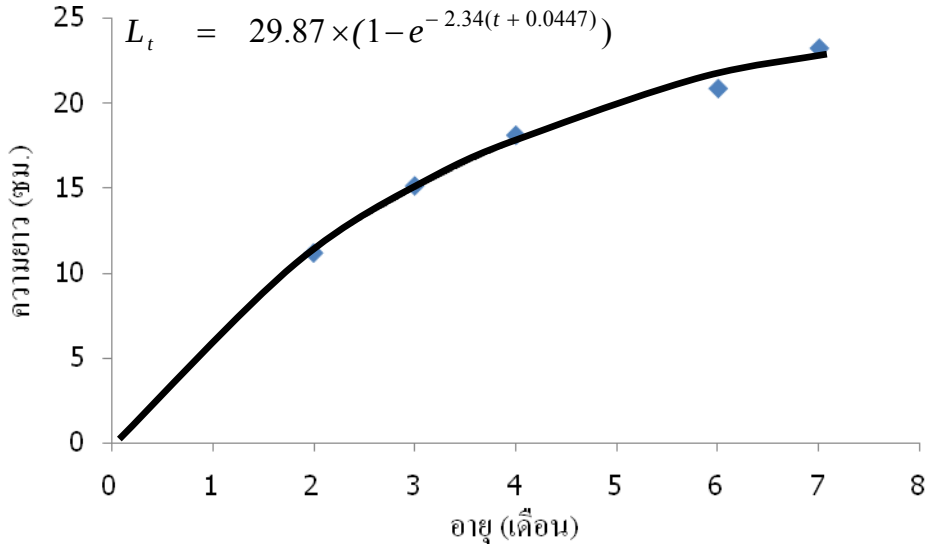
อายุ	ความยาว	$\ln\left(1-\frac{L}{L_\infty}\right)$
X	L	Y
2	11.16	0.468
3	15.12	0.706
4	18.11	0.932
6	20.87	1.199
7	23.25	1.507

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) จากข้อมูลในตารางที่ 6 ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy

n	r	b	a	L_∞ (ซม.)	t_o (เดือน)	t_o (ปี)	K (ต่อเดือน)	K (ต่อปี)
4	0.992	0.195	0.104	29.87	-0.5363	-0.0447	0.19	2.34

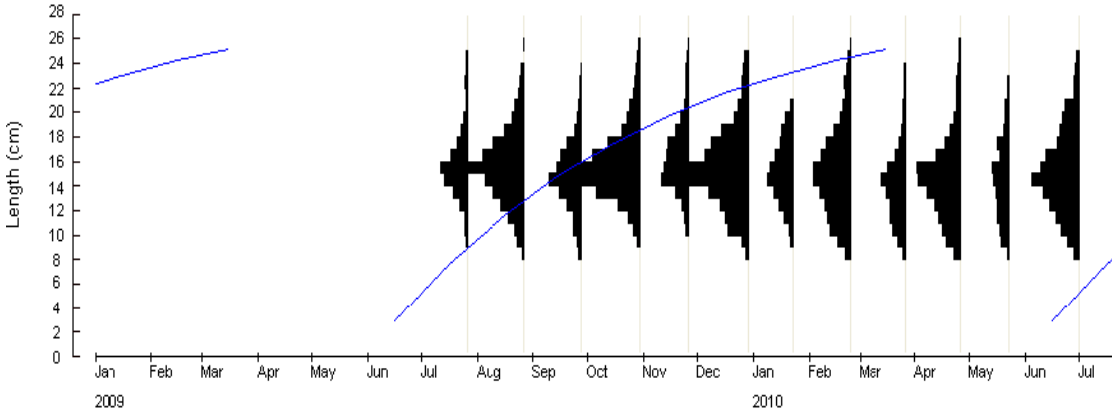


ภาพที่ 10 เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ จากข้อมูลตารางที่ 6 โดยวิธีของ von Bertalanffy



ภาพที่ 11 อายุ (t) และความยาว (L) ของปลาเห็ดโคนตามสมการการเติบโต

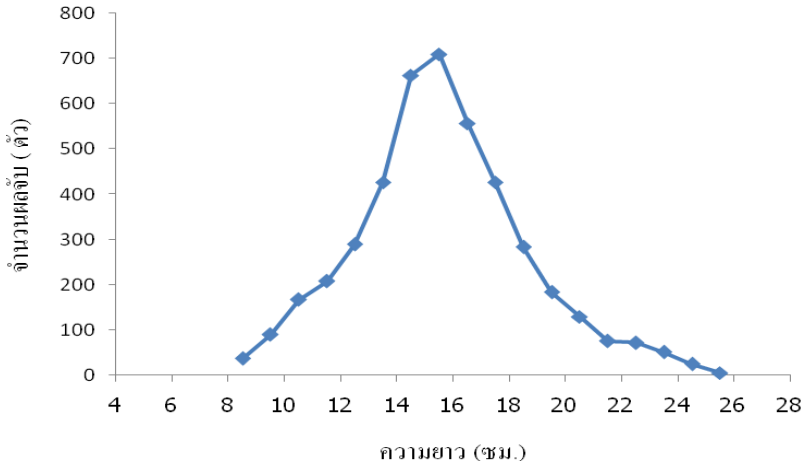
$$L_t = 29.87 \times (1 - e^{-2.34(t + 0.0447)})$$



ภาพที่ 12 การกระจายความถี่ขนาดความยาวของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเส้นโค้งการเติบโตตามสมการของ von Bertalanffy เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร, K เท่ากับ 2.34 ต่อปี t_o เท่ากับ -0.0447 ปี

1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

รวบรวมผลจับปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจซึ่งรวบรวมจากอวนขนาดตา 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดของปลาเห็ดโคนที่ชาวประมงจับขึ้นใช้ประโยชน์บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะใช้อวนขนาดตา 3.0 เซนติเมตร ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาหาค่าพารามิเตอร์การตายโดยการประมง (F) ตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา ทำการรวบรวมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 13) พบว่าขนาดความยาวปลายหางปลาเห็ดโคนที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์มีขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 8.10 – 25.50 เซนติเมตร



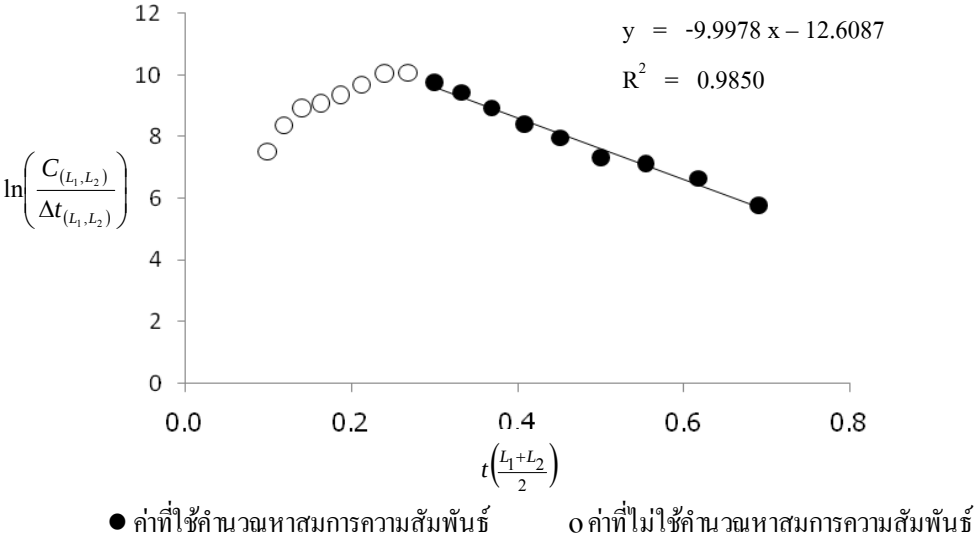
ภาพที่ 13 จำนวนผลจับปลาเห็ดโคน จากแพปลาและเรือสำรวจในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลจำนวนผลจับในแต่ละช่วงความยาวของปลาโดยรวมในรอบปี มาวิเคราะห์ โดยวิธี length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992) โดยปลาเห็ดโคนใช้ค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 2.34 ต่อปี และค่า t_0 เท่ากับ -0.0447 ปี จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลจับปลาเห็ดโคนจำนวน 4,400 ตัว ขนาดความยาวปลายหางปลาเห็ดโคนที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากที่สุดมีขนาดความยาว 15-16 เซนติเมตร ซึ่งที่ขนาดความยาว 15 เซนติเมตร จะมีอายุ 0.253 ปี (ประมาณ 3 เดือน) นำค่าความยาวและจำนวนผลจับของแต่ละช่วงความยาวตั้งแต่ความยาว 16 - 17 เซนติเมตร ขึ้นไป มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม ผลการวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 10.00 ต่อปี (ตารางที่ 8) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9925 (ภาพที่ 14)

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยใช้ค่า L_∞ และค่า K และค่าอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (T) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เท่ากับ 29.10 องศาเซลเซียส แทนค่าลงในสมการที่ได้จากการศึกษาของ Pauly (1984)

$$M = 0.8 \times e^{(-0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln(29.10))}$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ของปลาเห็ดโคนเท่ากับ 2.54 ต่อปี ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 7.46 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) เท่ากับ 0.75



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ของสมการในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน ตามวิธีการ length converted catch curve

ตารางที่ 8 การประมาณค่าอัตราการตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เมื่อค่า L_∞ เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร, K เท่ากับ 2.34 ต่อปี และ t_o เท่ากับ -0.0447 ปี

ความยาว L_1-L_2	ผลจับ(ตัว) C	อายุของ L_1 t	Δt	$t\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right)$ X	$\ln\left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}}\right)$ Y
8-9	37	0.089	0.020	0.099	7.523
9-10	90	0.109	0.021	0.119	8.364
10-11	167	0.130	0.022	0.141	8.931
11-12	208	0.152	0.023	0.163	9.098
12-13	289	0.175	0.025	0.187	9.371
13-14	427	0.200	0.026	0.213	9.702
14-15	663	0.226	0.028	0.240	10.079
15-16	710	0.253	0.030	0.268	10.080
16-17	557	0.283	0.032	0.299	9.765
17-18	427	0.315	0.035	0.332	9.421
18-19	283	0.350	0.038	0.369	8.926
19-20	183	0.387	0.041	0.408	8.398
20-21	130	0.429	0.046	0.451	7.954
21-22	76	0.474	0.051	0.500	7.304
22-23	72	0.525	0.058	0.554	7.123
23-24	51	0.583	0.067	0.617	6.631
24-25	25	0.651	0.080	0.691	5.747
25-26	5	0.731			

$Y = -9.9978X + 12.6087$ $r = 0.9925$

$a = 12.6087$ $b = -9.9978$ $Z = -b = 9.9978$

2. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน

2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

ข้อมูลจากตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศเมีย 2,330 ตัว และเพศผู้ 2,564 ตัว มีขนาดความยาวปลายหาง 8.10 - 25.50 เซนติเมตร มีสัดส่วนเพศเมีย 0.080 - 0.549 ที่ความยาว 8.50 - 24.50 เซนติเมตร โดยมีค่าสัดส่วนเพศเมียสูงสุดที่ความยาว 16-17 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) เมื่อทดสอบอัตราส่วนระหว่างปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนว่ามีอัตราส่วนเป็น 1 : 1 หรือไม่ พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม พ.ศ. 2553 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนมกราคม และมิถุนายน พ.ศ. 2553 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอัตราส่วนระหว่างปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อเพศเมียทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 1 : 0.91 (ตารางที่ 10)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปความสัมพันธ์เชิงเส้น ได้สมการ

$$R_L = -0.002L + 0.407$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.063 (ภาพที่ 15) เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดย t-test ได้ค่า t เท่ากับ -0.255 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า t ในตารางคือ $t_{0.05,15}$ เท่ากับ 2.13 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นค่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวของปลาเห็ดโคนจึงไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปความสัมพันธ์พาราโบลา ได้สมการ

$$R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$$

ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.994 (ภาพที่ 16) เมื่อทำการทดสอบโดย t-test พบว่าค่า t ที่ได้มากกว่าค่า t ในตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าค่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลาเห็ดโคนมีความสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา

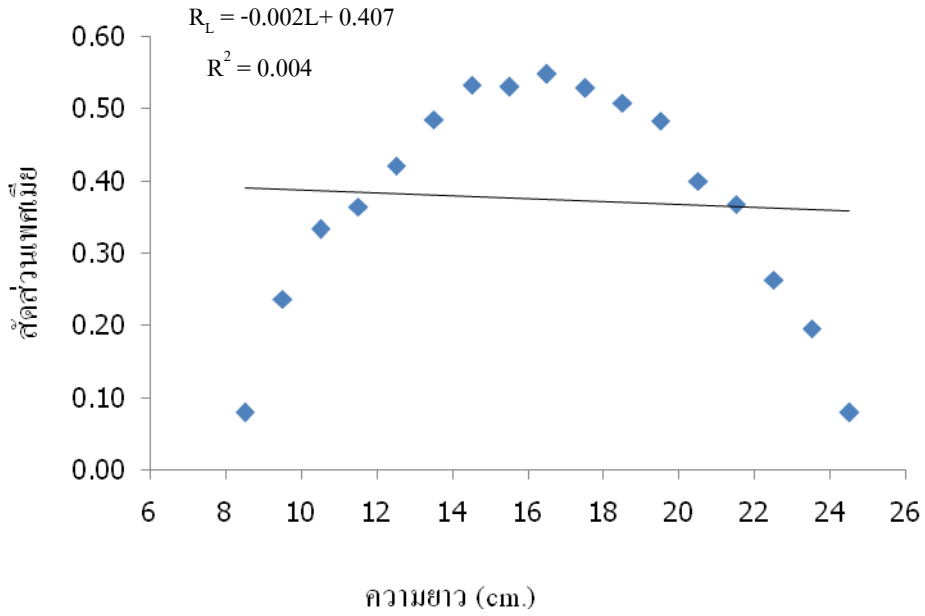
ตารางที่ 9 ผลรวมจำนวนของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และสัดส่วนเพศเมีย ในแต่ละช่วงความยาว บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว (ซม.)	ความยาวกึ่งกลาง L	เพศเมีย F	เพศผู้ M	รวม T	สัดส่วนเพศเมีย $R_L = F/T$
8-9	8.5	2	23	25	0.080
9-10	9.5	22	71	93	0.237
10-11	10.5	61	122	183	0.333
11-12	11.5	96	167	263	0.365
12-13	12.5	161	221	382	0.421
13-14	13.5	272	288	560	0.486
14-15	14.5	419	366	785	0.534
15-16	15.5	412	364	776	0.531
16-17	16.5	314	258	572	0.549
17-18	17.5	227	202	429	0.529
18-19	18.5	144	139	283	0.509
19-20	19.5	89	95	184	0.484
20-21	20.5	52	78	130	0.400
21-22	21.5	28	48	76	0.368
22-23	22.5	19	53	72	0.264
23-24	23.5	10	41	51	0.196
24-25	24.5	2	23	25	0.080
25-26	25.5	0	5	5	
	รวม	2,330	2,564	4,894	

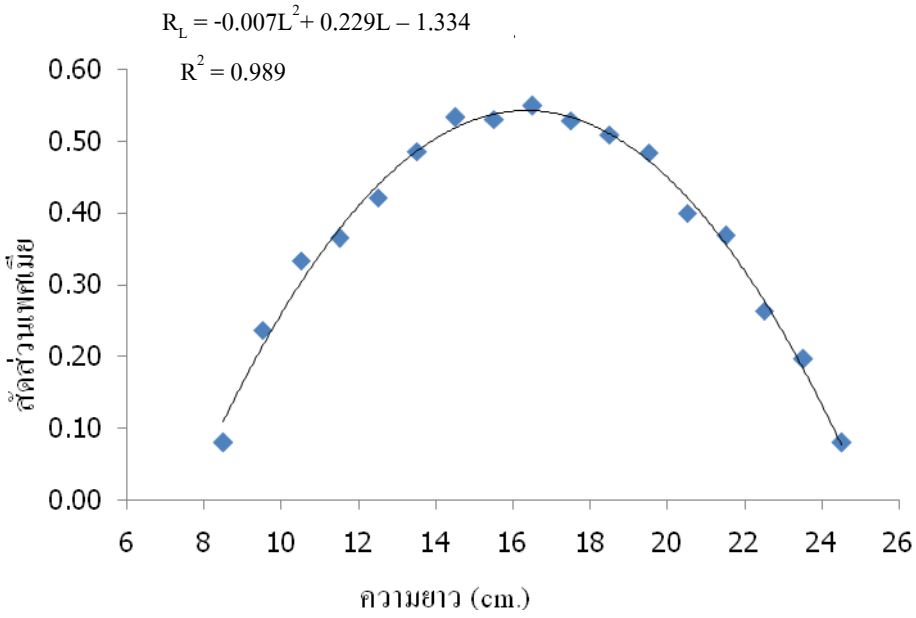
ตารางที่ 10 อัตราส่วนเพศของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

เดือน	เพศเมีย (ตัว)	เพศผู้ (ตัว)	รวม (ตัว)	Ratio เพศผู้ : เพศเมีย	χ^2
กรกฎาคม พ.ศ. 2552	110	107	217	1 : 1.03	0.04
สิงหาคม พ.ศ. 2552	285	261	546	1 : 1.09	1.05
กันยายน พ.ศ. 2552	144	145	289	1 : 0.99	0.00
ตุลาคม พ.ศ. 2552	311	297	608	1 : 1.05	0.32
พฤศจิกายน พ.ศ. 2552	138	135	273	1 : 1.02	0.03
ธันวาคม พ.ศ. 2552	318	360	678	1 : 0.88	2.60
มกราคม พ.ศ. 2553	125	147	272	1 : 0.85	1.78
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	226	280	506	1 : 0.81	5.76*
มีนาคม พ.ศ. 2553	111	147	258	1 : 0.76	5.02*
เมษายน พ.ศ. 2553	203	253	456	1 : 0.80	5.48*
พฤษภาคม พ.ศ. 2553	90	120	210	1 : 0.75	4.29*
มิถุนายน พ.ศ. 2553	269	312	581	1 : 0.86	3.18
รวม	2,330	2,564	4,894	1 : 0.91	11.19*

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปสมการเส้นตรง บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียของปลาเห็ดโคน (R_L) กับขนาดความยาว (L) ในรูปสมการพาราโบรา บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.2 ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

2.2.1 ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศเมีย

จากข้อมูลตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศเมียจำนวน 2,330 ตัว แยกเป็นปลาที่รังไข่ไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 994 ตัว และรังไข่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,336 ตัว (ภาพที่ 17) พบว่าปลาเห็ดโคนเริ่มมีรังไข่ขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.229 (22.90%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.500 (50%) ที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.800 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 19.50 เซนติเมตรขึ้นไป

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียต่อจำนวนปลาเห็ดโคนทั้งหมดกับขนาดความยาว เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ

2.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลของการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 11) ได้สมการความสัมพันธ์

$$P = \frac{1}{1+e^{(4.630 - 0.318L)}}$$

หรือในรูปเส้นตรง $$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right) = 4.630 - 0.318L$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.992 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดย t-test ได้ค่า t เท่ากับ 23.914 มากกว่าค่า t ในตารางซึ่งเท่ากับ 3.25 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อแทนค่าความยาว (L) ในสมการ จะได้เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 18 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 (L_{50}) เท่ากับ 14.56 เซนติเมตร

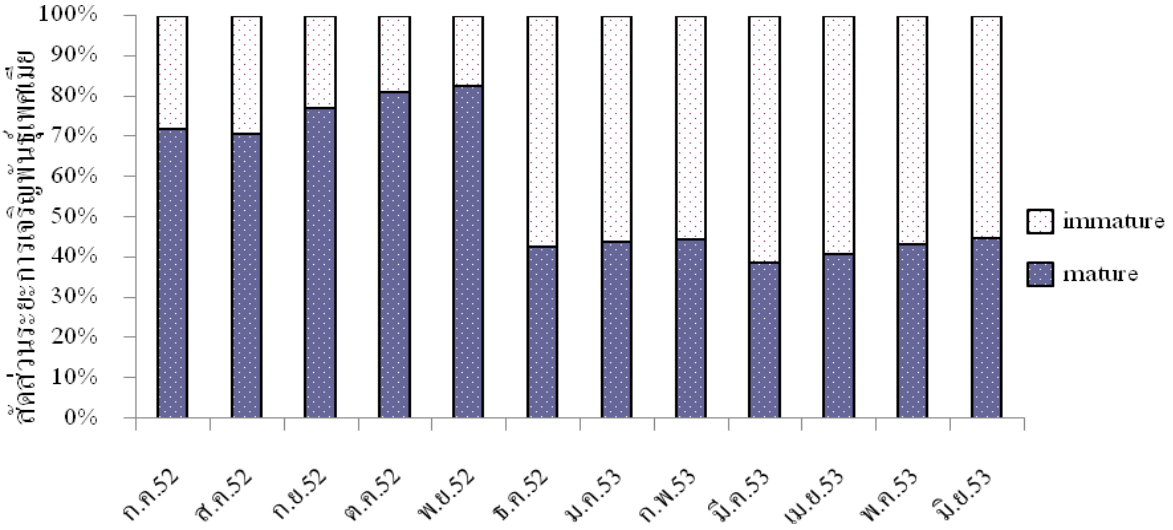
2.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์ต่อจำนวนเพศเมียทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 12) ได้สมการความสัมพันธ์

$$P = 0.815 \times e^{\left(\frac{-0.592}{L-11.1}\right)}$$

หรืออยู่ในรูป $$\ln P = -0.205 + \left(-0.592 \times \left(\frac{1}{L-11.1}\right)\right)$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.842 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดย t-test ได้ค่า t เท่ากับ 5.408 ซึ่งมากกว่าค่า t ในตารางซึ่งเท่ากับ 3.25 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อแทนค่าความยาว (L) ในสมการ จะได้เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 19 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 (L_{50}) เท่ากับ 12.31 เซนติเมตร



ภาพที่ 17 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ตารางที่ 11 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

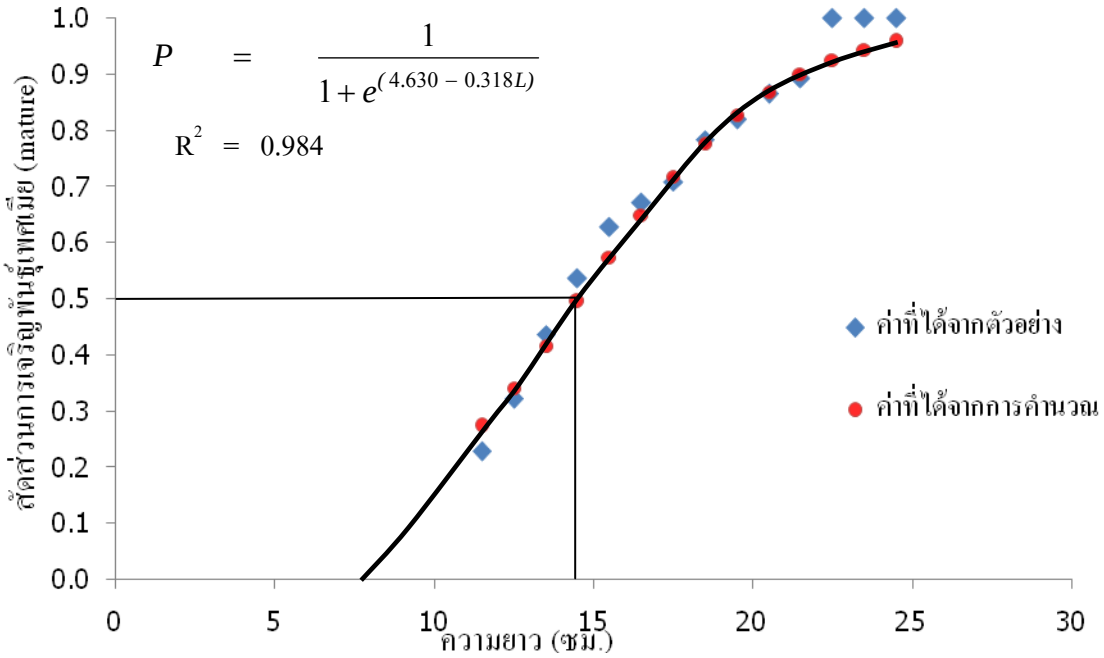
ความยาว (L)	สัดส่วน immature FI	mature FM	รวม FT	mature P= FM/FT	X L	Y $\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$	Regression analysis	
8.5	2	0	2					
9.5	22	0	22	0.000				
10.5	61	0	61	0.000				
11.5	74	22	96	0.229	11.5	1.213	n	11
12.5	109	52	161	0.323	12.5	0.740	mean X	16.5
13.5	153	119	272	0.438	13.5	0.251	mean Y	-0.625
14.5	194	225	419	0.537	14.5	-0.148	r	0.992
15.5	153	259	412	0.629	15.5	-0.526	slope (b)	-0.318
16.5	103	211	314	0.672	16.5	-0.717	Intercept(a)	4.630
17.5	66	161	227	0.709	17.5	-0.892	t-test r*	23.914
18.5	31	113	144	0.785	18.5	-1.293	L_{50}	14.56
19.5	16	73	89	0.820	19.5	-1.518		
20.5	7	45	52	0.865	20.5	-1.861		
21.5	3	25	28	0.893	21.5	-2.120		
22.5	0	19	19	1.000	22.5			
23.5	0	10	10	1.000	23.5			
24.5	0	2	2	1.000	24.5			
25.5	0	0	0					
รวม	994	1,336	2,330					

* t-test ของ r ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

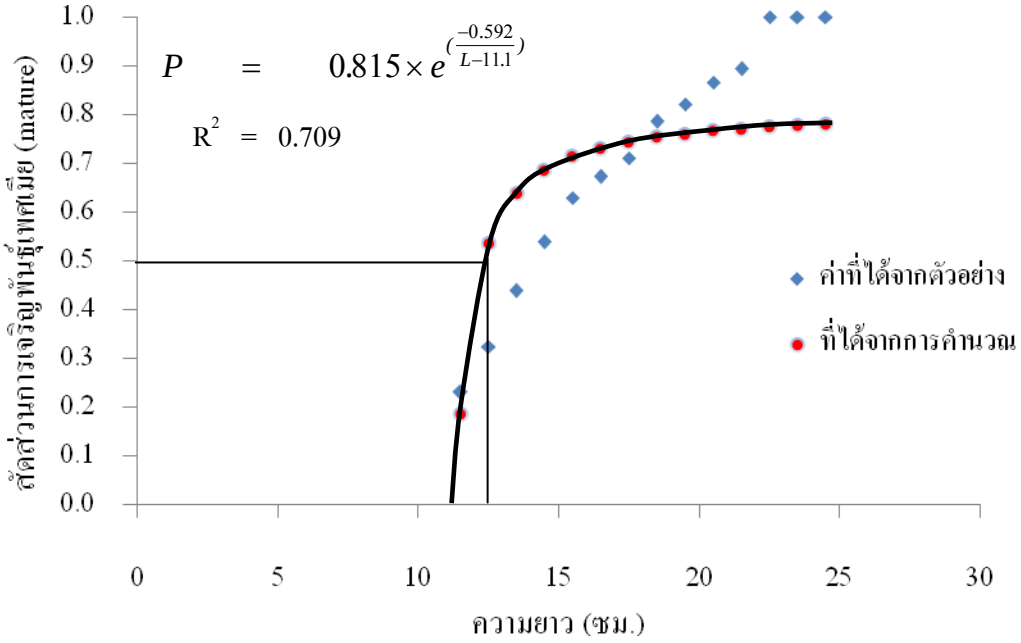
ตารางที่ 12 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศเมียในระยะ immature, mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

				สัดส่วน				
ความยาว (L)	immature FI	mature FM	รวม FT	mature P= FM/FT	X $\frac{1}{(L-L_x)}$	Y ln(P)	Regression analysis	
10.5	61	0	61	0.000			n	14
11.5	74	22	96	0.229	2.500	-1.47331	Lx	11.1
12.5	109	52	161	0.323	0.714	-1.13016	mean X	0.371
13.5	153	119	272	0.438	0.417	-0.82668	mean Y	-0.425
14.5	194	225	419	0.537	0.294	-0.62177	r	0.842
15.5	153	259	412	0.629	0.227	-0.4642	slope (b)	-0.592
16.5	103	211	314	0.672	0.185	-0.39753	Intercept,ln(a)	-0.205
17.5	66	161	227	0.709	0.156	-0.34355	a	0.815
18.5	31	113	144	0.785	0.135	-0.24243	t-test r*	5.408
19.5	16	73	89	0.820	0.119	-0.19818	L_{50}	12.31
20.5	7	45	52	0.865	0.106	-0.14458		
21.5	3	25	28	0.893	0.096	-0.11333		
22.5	0	19	19	1.000	0.088	0		
23.5	0	10	10	1.000	0.081	0		
24.5	0	2	2	1.000	0.075	0		
25.5	0	0	0					
รวม	994	1,336	2,330					

* t-test ของ r ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.2.2 ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ปลาเพศผู้

จากข้อมูลตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศผู้จำนวน 2,564 ตัว แยกเป็นปลาเห็ดโคนเพศผู้ที่อัณฑะไม่ถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,163 ตัว และถึงขั้นเจริญพันธุ์ 1,401 ตัว (ภาพที่ 20) พบว่าปลาเห็ดโคนเพศผู้เริ่มมีอัณฑะขั้นเจริญพันธุ์ที่ความยาว 11.50 เซนติเมตร ซึ่งมีสัดส่วนของปลาที่อยู่ในขั้นเจริญพันธุ์ 0.228 (22.80%) และจะมีสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เพิ่มขึ้นตามขนาดความยาว โดยสัดส่วนจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.500 (50%) ที่ความยาว 14.50 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่า 0.800 (80%) ที่ความยาวตั้งแต่ 19.50 เซนติเมตรขึ้นไป

ผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ต่อจำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว เพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 โดยการใช้สมการ 2 รูปแบบ คือ

2.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation

ผลของการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 13) ได้สมการความสัมพันธ์

$$P = \frac{1}{1+e^{(4.961-0.341L)}}$$

หรือในรูปเส้นตรง $\ln\left(\frac{1}{P}-1\right) = 4.961-0.341L$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.994 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดย t-test ได้ค่า t เท่ากับ 29.297 มากกว่าค่า t ในตารางซึ่งเท่ากับ 3.25 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อแทนค่าความยาว (L) ในสมการ จะได้เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 21 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 (L_{50}) เท่ากับ 14.55 เซนติเมตร

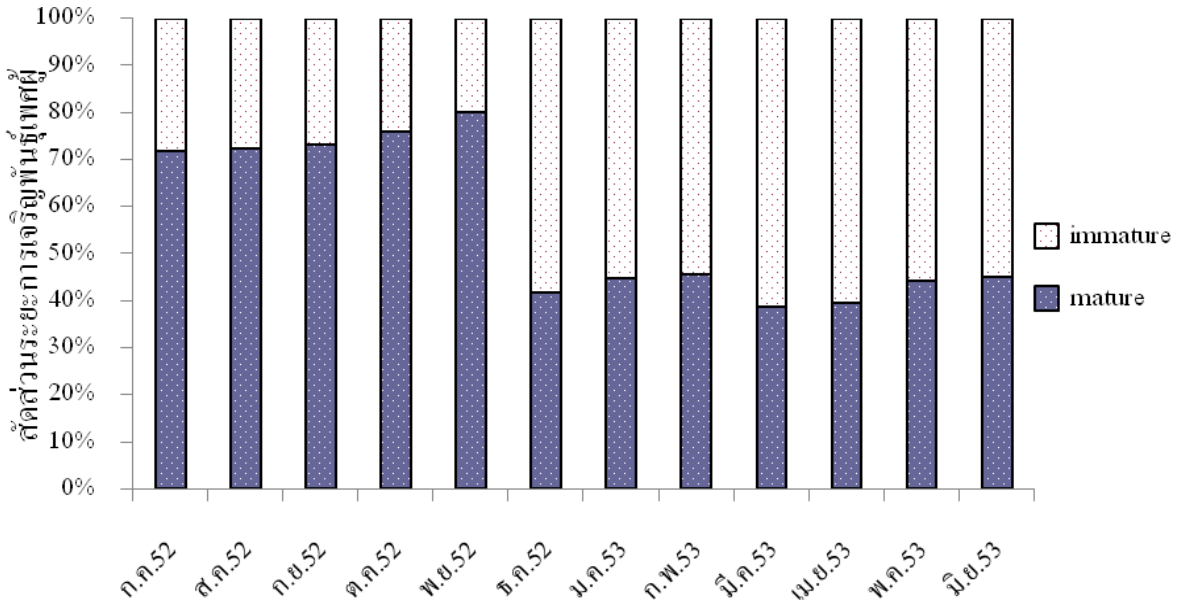
2.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์ต่อจำนวนเพศผู้ทั้งหมดกับขนาดความยาว (ตารางที่ 14) ได้สมการความสัมพันธ์

$$P = 0.837 \times e^{\left(\frac{-0.612}{L-11.1}\right)}$$

หรืออยู่ในรูป $\ln P = -0.178+\left(-0.612\times\left(\frac{1}{L-11.1}\right)\right)$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.839 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดย t-test ได้ค่า t เท่ากับ 5.564 มากกว่าค่า t ในตารางซึ่งเท่ากับ 3.25 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อแทนค่าความยาว (L) ในสมการ จะได้เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 22 และได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่ค่าสัดส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 0.50 (L_{50}) เท่ากับ 12.29 เซนติเมตร



ภาพที่ 20 สัดส่วนการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ตารางที่ 13 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature mature และผลการวิเคราะห์ตาม Logistic equation บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

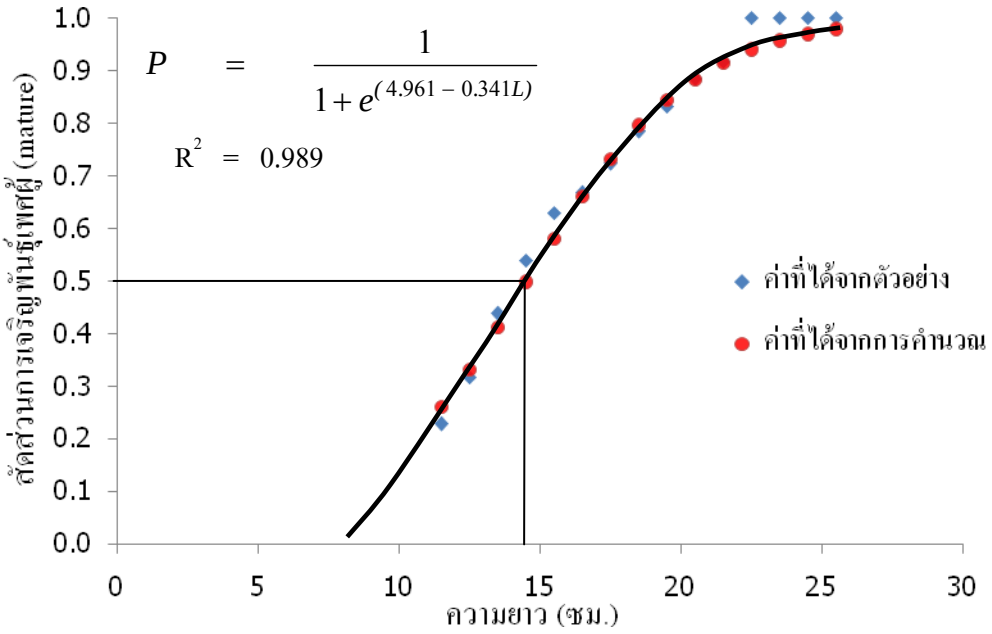
				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	MI	MM	MT	P= MM/MT	L	$\ln\left(\frac{1}{P}-1\right)$		
8.5	23	0	23		8.5			
9.5	71	0	71	0.000	9.5			
10.5	122	0	122	0.000	10.5			
11.5	129	38	167	0.228	11.5	1.222	n	11
12.5	151	70	221	0.317	12.5	0.769	mean X	16.5
13.5	162	126	288	0.438	13.5	0.251	mean Y	-0.674
14.5	169	197	366	0.538	14.5	-0.153	r	0.994
15.5	135	229	364	0.629	15.5	-0.528	slope (b)	-0.341
16.5	86	172	258	0.667	16.5	-0.693	Intercept(a)	4.961
17.5	56	146	202	0.723	17.5	-0.958	t-test r*	29.297
18.5	30	109	139	0.784	18.5	-1.290	L_{50}	14.55
19.5	16	79	95	0.832	19.5	-1.597		
20.5	9	69	78	0.885	20.5	-2.037		
21.5	4	44	48	0.917	21.5	-2.398		
22.5	0	53	53	1.000	22.5			
23.5	0	41	41	1.000	23.5			
24.5	0	23	23	1.000	24.5			
25.5	0	5	5	1.000	25.5			
รวม	1,163	1,401	2,564					

* t-test ของ r ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

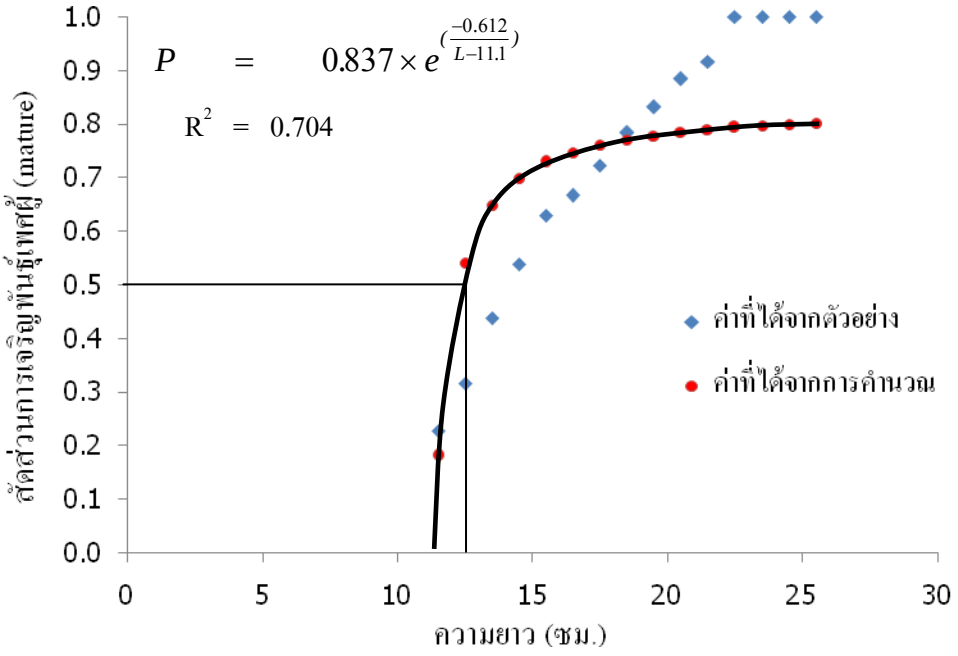
ตารางที่ 14 จำนวนปลาเห็ดโคนเพศผู้ในระยะ immature mature และผลการวิเคราะห์ตาม Johnson-Schumacher function บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

				สัดส่วน				
ความยาว	immature	mature	รวม	mature	X	Y	Regression analysis	
(L)	FI	FM	FT	P= FM/FT	$\frac{1}{(L-L_x)}$	ln(P)		
10.5	122	0	122				n	15
11.5	129	38	167	0.228	2.500	-1.480	Lx	11.1
12.5	151	70	221	0.317	0.714	-1.150	mean X	0.351
13.5	162	126	288	0.438	0.417	-0.827	mean Y	-0.394
14.5	169	197	366	0.538	0.294	-0.619	r	0.839
15.5	135	229	364	0.629	0.227	-0.463	slope (b)	-0.612
16.5	86	172	258	0.667	0.185	-0.405	Intercept,ln(a)	-0.178
17.5	56	146	202	0.723	0.156	-0.325	a	0.837
18.5	30	109	139	0.784	0.135	-0.243	t-test r*	5.564
19.5	16	79	95	0.832	0.119	-0.184	L_{50}	12.29
20.5	9	69	78	0.885	0.106	-0.123		
21.5	4	44	48	0.917	0.096	-0.087		
22.5	0	53	53	1.000	0.088	0.000		
23.5	0	41	41	1.000	0.081	0.000		
24.5	0	23	23	1.000	0.075	0.000		
25.5	0	5	5	1.000	0.069	0.000		
รวม	1,163	1,401	2,564					

* t-test ของ r ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (L) กับสัดส่วนของการเจริญพันธุ์ตาม Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศผู้ (P) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

2.3 ความดกไข่

ผลการศึกษาความดกไข่ของปลาเห็ดโคน จำนวน 1,335 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.10 - 24.40 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 16.38 เซนติเมตร พบว่ามีความดกไข่อยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18,709 ± 9244 ฟอง เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวปลายหาง โดยการวิเคราะห์เส้นถดถอยได้ค่า Y-intercept (ln a) เท่ากับ 4.011 ค่า slope (b) เท่ากับ 2.052 (ตารางที่ 15) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.647 เมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ t-test ได้ค่า t เท่ากับ 29.331 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า t ตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ได้สมการ (ภาพที่ 23) คือ

$$Fc = 55.20\, L^{2.052}$$

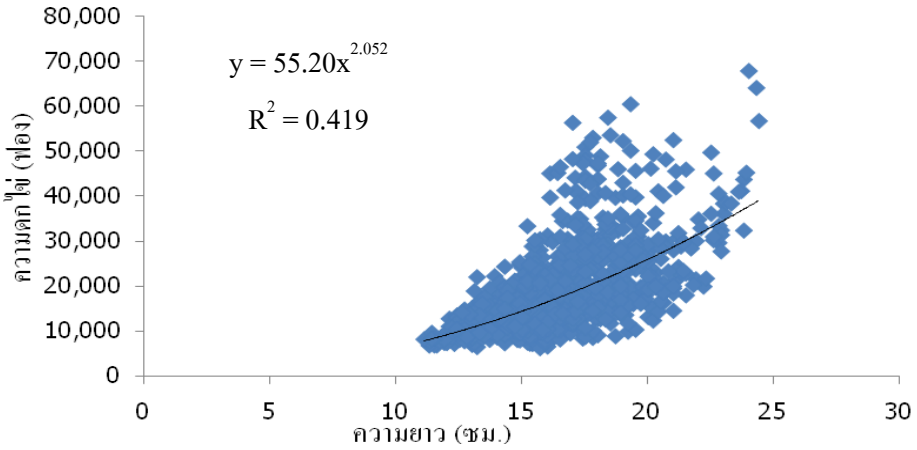
จะได้

$$\ln Fc = 4.011 + 2.052 \ln L$$

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) ของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

จำนวนปลา (ตัว)	ความยาวเฉลี่ย (ซม.)	ความดกไข่เฉลี่ย	intercept (ln a)	slope (b)	r	t-test r*
1,335	16.38	18,709	4.011	2.052	0.647	29.331

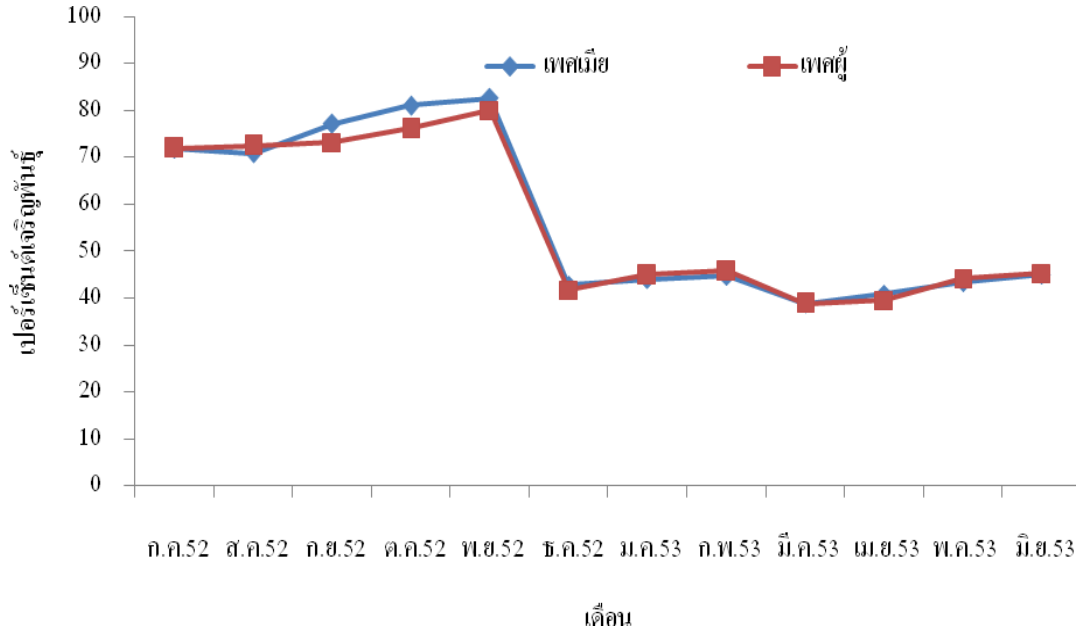
* t-test ของ r ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ของปลาเห็ดโคน (Fc) กับขนาดความยาว (L) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

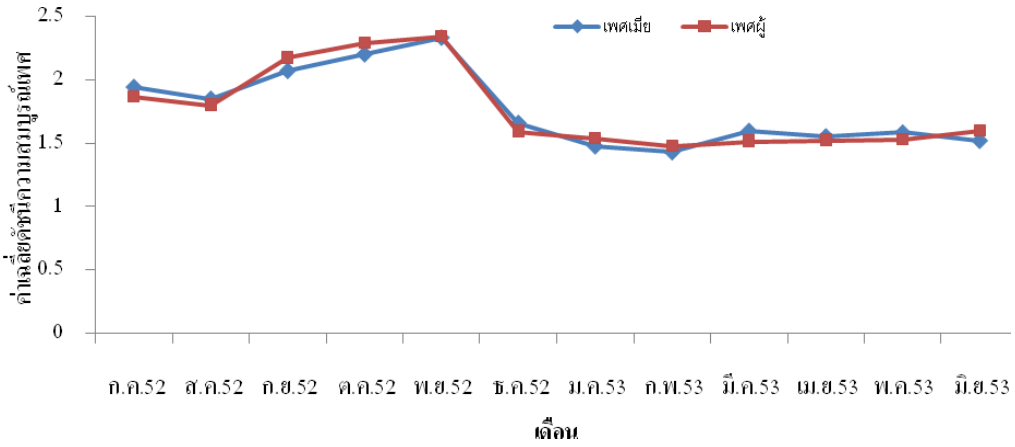
2.4 ฤดูวางไข่

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 24) พบปลาอยู่ในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือนทั้งเพศผู้และเพศเมีย เดือนที่พบว่ามีการเจริญพันธุ์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของปลาเห็ดโคนทั้งเพศเมียและเพศผู้ คือ เดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนตามระยะเวลารายเดือน พบว่าปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 (70.88 – 82.61 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน (82.61 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์มีสัดส่วนสูงอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 เช่นกัน (71.96 – 80.00 เปอร์เซ็นต์) และเดือนที่มีสัดส่วนสูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน (80.00 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 24 เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

เมื่อนำข้อมูลปลาเห็ดโคนวัยเจริญพันธุ์ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่า G.S.I. มีค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน โดยมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน (ภาพที่ 25)



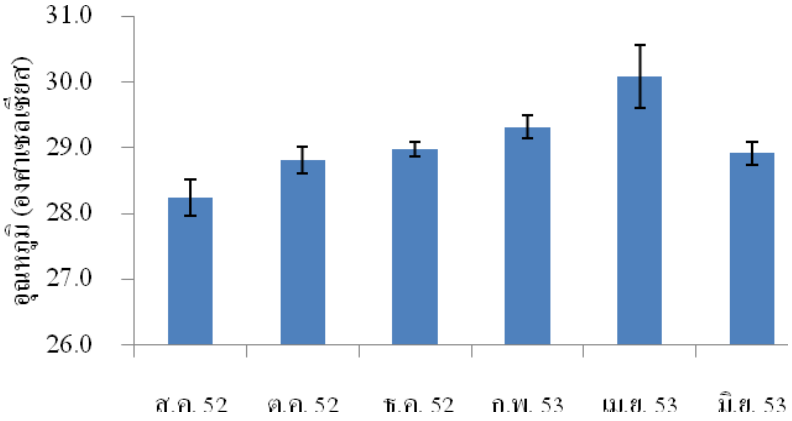
ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (G.S.I.) ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

3. คุณภาพน้ำ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

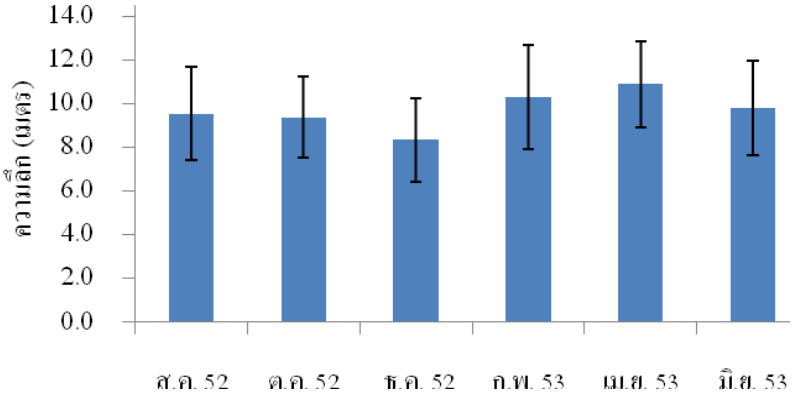
ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ดังตารางที่ 16 (ภาพที่ 26-31)

ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำบริเวณเก็บตัวอย่างปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล

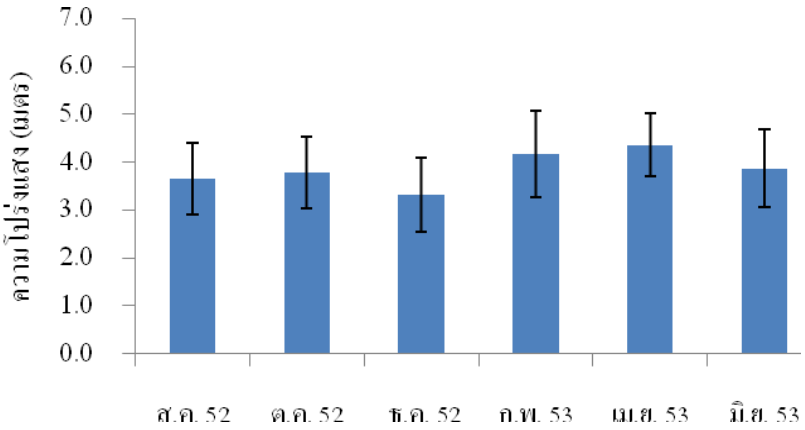
คุณภาพน้ำ	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
1. อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	28.24 ± 0.27	30.09 ± 0.19	29.06 ± 0.16
2. ความลึก (เมตร)	8.33 ± 1.42	10.87 ± 1.70	9.70 ± 1.76
3. ความโปร่งแสง (เมตร)	3.33 ± 0.58	4.37 ± 0.56	3.88 ± 0.68
4. ความเค็ม (ส่วนในพัน)	32.19 ± 0.15	34.10 ± 0.15	33.04 ± 0.16
5.ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	7.32 ± 0.26	8.48 ± 0.11	7.92 ± 0.15
6. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มก./ลิตร)	5.80 ± 0.11	6.75 ± 0.18	6.25 ± 0.15



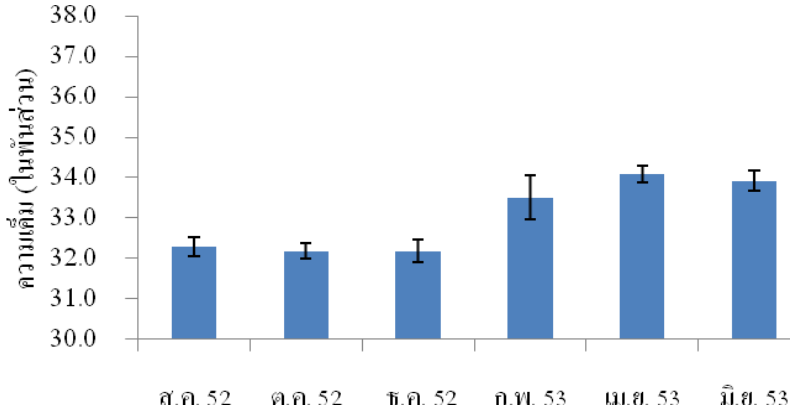
ภาพที่ 26 อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



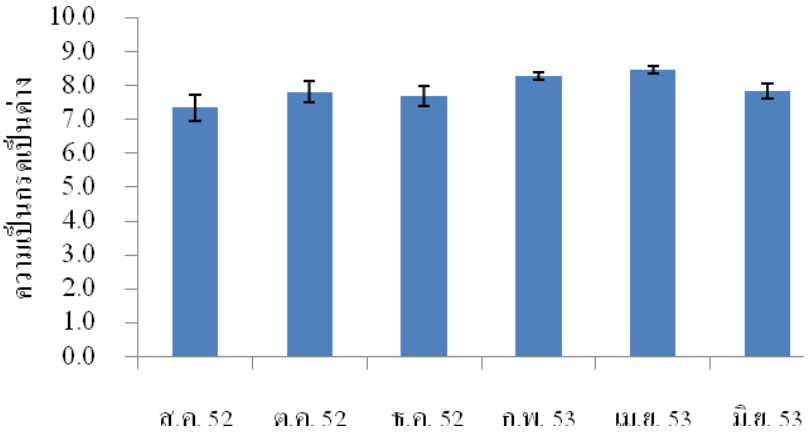
ภาพที่ 27 ความลึกเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



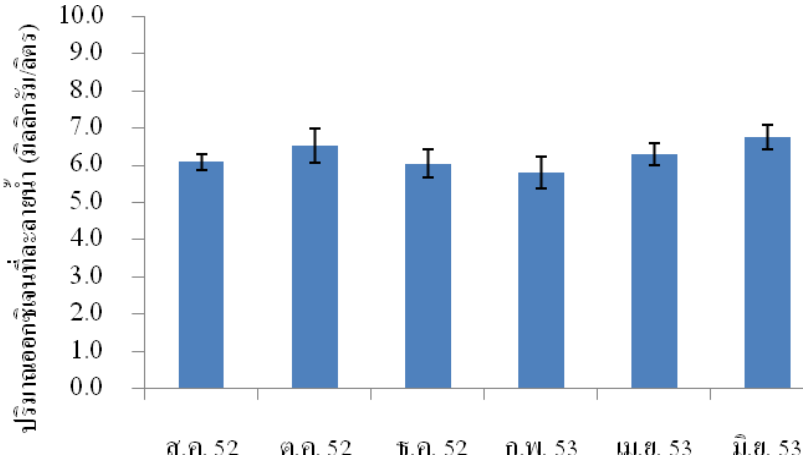
ภาพที่ 28 ความโปร่งแสงเฉลี่ย (เมตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 29 ความเค็มเฉลี่ย (ในพันส่วน) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 30 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553



ภาพที่ 31 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

บทที่ 4
วิจารณ์

1.ชีววิทยาการเติบโตของปลาเห็ดโคน

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน ได้จำแนกหาความสัมพันธ์ในแต่ละเพศ และไม่แยกเพศ ซึ่งค่า a ในสมการเป็นค่าคงที่ที่เกี่ยวกับความถ่วงจำเพาะ แสดงความสมบูรณ์ของปลา ในปลาชนิดเดียวกันค่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล เพศ หรือระยะการเจริญพันธุ์ สำหรับค่า b เป็นค่าที่แสดงรูปแบบการเติบโต โดยทั่วไปเมื่อ b มีค่ามากกว่า 3 ปลาจะมีลักษณะอ้วนป้อมขึ้นเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น (positive allometric growth) ในทางกลับกันเมื่อ b มีค่าน้อยกว่า 3 ปลาจะมีลักษณะเรียวยาวขึ้นเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น (negative allometric growth) ในขณะที่ b เท่ากับ 3 การเติบโตของปลาจะเป็นแบบไอโซเมตริก คือลักษณะของปลาจะไม่เปลี่ยนไปเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น ในการศึกษาปลาเห็ดโคนครั้งนี้เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า b โดยใช้ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างจาก 3 ทั้งเพศผู้และเพศเมีย แสดงว่าปลาเห็ดโคนทั้งเพศผู้และเพศเมียมีรูปแบบการเติบโตแบบไอโซเมตริก

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปลาเห็ดโคนในแหล่งน้ำอื่นๆ(ตารางที่ 17) พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาปลาเห็ดโคนในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา ของอังสุนีย์ (2541) และการศึกษาปลาเห็ดโคนบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย ของ Shamsan and Ansari (2010a) แต่ต่างกับการศึกษาปลาเห็ดโคน บริเวณชายฝั่งของเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย (Udupa *et al*., 2003) ทั้งนี้ข้อมูลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักตัวของปลาเห็ดโคน สามารถนำไปใช้แปลงสมการการเติบโตที่อยู่ในรูปความยาวให้เป็นสมการการเติบโตในรูปน้ำหนัก เพื่อใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการประเมินทรัพยากรประมง อีกทั้งสามารถใช้ประเมินความสมบูรณ์ของปลาเห็ดโคนได้

ตารางที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	สมการ $W = aL^b$	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	รวมทั้งหมด $W = 0.008\ L^{3.005}$	การศึกษาครั้งนี้
	เพศเมีย $W = 0.008\ L^{3.018}$	
	เพศผู้ $W = 0.008\ L^{3.011}$	
ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา	รวมทั้งหมด $W = 0.0093TL^{2.96}$	อังสุนีย์ (2541)
บริเวณอ่าวไทยตอนนอก	รวมทั้งหมด $W = 0.129L^{2.9742}$	ทรงชัย (2515)
ชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้ ประเทศอินเดีย	รวมทั้งหมด $W = 0.02471TL^{2.56}$	Udupa *et al.* (2003)
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	เพศเมีย $W = 0.00000678\ L^{3.0045}$	Shamsan and Ansari (2010a)
	เพศผู้ $W = 0.00000513\ L^{3.0633}$	

1.2 การประมาณค่าอายุ

สำหรับการประมาณค่าอายุปลาเห็ดโคนนั้น มีข้อจำกัดเมื่อเทียบกับกรณีที่สามารถอ่านอายุสัตว์น้ำได้โดยตรง เนื่องจากการอ่านอายุปลาเขตร้อนจากร่องรอยหรือวงปีที่ปรากฏบนส่วนแข็งของร่างกายโดยตรงมีความยุ่งยากอีกทั้งมีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการใช้ข้อมูลจากการอ่านค่าอายุของปลาโดยตรง อาจทำให้การศึกษาการเติบโตของปลาเกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง จึงใช้การประมาณค่าองค์ประกอบอายุจากความถี่ความยาว เพื่อลดความยุ่งยากในการอ่านอายุปลาในเขตร้อน ซึ่งการแยกอายุของปลาเห็ดโคน สามารถแยกรุ่นที่มีอายุน้อยที่สุดออกจากรุ่นอื่นๆ ได้ แต่สำหรับรุ่นถัดไปนั้นจะแยกรุ่นยากขึ้น เนื่องจากการเหลื่อมซ้อนขององค์ประกอบความยาวในรุ่นต่างๆ ที่มีอายุมาก (Sparre and Venema, 1992) การศึกษาในครั้งนี้สามารถแยกรุ่นอายุปลาในแต่ละเดือน ได้ 3-4 รุ่น

1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

ปลาเห็ดโคนที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากแพปลาและจากเรือสำรวจที่ใช้อวนขนาดตา 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 เซนติเมตร จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปลาเห็ดโคน มีการกระจายขนาดความยาวตั้งแต่ 8.10 – 25.50 เซนติเมตร เมื่อนำข้อมูลองค์ประกอบความยาวปลามาจำแนกกลุ่มรุ่นอายุต่างๆ โดยวิธีของ Bhattacharya (1967 อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) วิเคราะห์หาค่าความยาวสูงสุดยาว (L_∞) ตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) โดย

ใช้ข้อมูลความยาวที่เปลี่ยนไปตามเวลา ได้ค่าพารามิเตอร์ความยาวสูงสุดของ ปลาเห็ดโคน (L_∞) เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาเห็ดโคนเท่ากับ 0.22 ต่อเดือน หรือ 2.67 ต่อปี

จากกลุ่มรุ่นปลาเห็ดโคนที่ติดตามการเติบโต ได้กำหนดอายุสมมุติ ของกลุ่มปลาเห็ดโคนที่ความยาวน้อยสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 ซึ่งมีความยาว 11.16 เซนติเมตร ให้มีอายุ 2 เดือน แล้วกำหนดอายุของปลาเห็ดโคนรุ่นนี้ตามความยาวที่เพิ่มขึ้นไปตามรายเดือน ทำให้สามารถคำนวณหาค่าอายุของปลาเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ตามสมการของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) ได้ค่าความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.5363 เดือน หรือ -0.0447 ปี และได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.19 ต่อเดือน หรือ 2.34 ต่อปี

จากผลการศึกษานี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่ได้จากวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) และวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง Sparre and Venema (1992) กล่าวว่าการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ด้วยการลงจุดตามวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) เป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีกว่าการลงจุดตามวิธีของ Gulland and Holt (1959, อ้างตาม Sparre and Venema, 1992) ในแง่ที่ว่าวิธีนี้ให้ค่าประมาณของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่สมเหตุสมผลเสมอ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกผลของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากวิธีของ von Bertalanffy (Sparre and Venema, 1992) คือมีค่าเท่ากับ 0.19 ต่อเดือน หรือ 2.34 ต่อปี

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำอื่นๆ (ตารางที่ 18) พบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ของปลาเห็ดโคนที่ได้จากศึกษาในครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าปลาเห็ดโคนชนิดเดียวกันที่ศึกษาในทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา (อังสุนีย์, 2541) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย (Shamsan and Ansari, 2010a) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในปลาเห็ดโคนชนิดอื่น อย่างเช่น ปลาเห็ดโคน *S. schomburgkii* ในบริเวณชายฝั่งของออสเตรเลียพบว่าค่าความยาวสูงสุดของเพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 35.00 และ 34.80 เซนติเมตร ตามลำดับ (Hyndes and Potter, 1997) จากผลการศึกษานี้ พบว่าค่าความยาวสูงสุดของปลาเพศเมียและเพศผู้มีความยาวไม่เท่ากัน แต่จะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้จากการที่ค่าพารามิเตอร์การเติบโตมีความแตกต่างกันนั้น Sparre and Venema (1992) กล่าวว่าค่าพารามิเตอร์การเติบโตของสัตว์น้ำชนิดหนึ่งอาจจะแตกต่างกันในพื้นที่อาศัยต่างกัน เช่นเดียวกับสัตว์น้ำรุ่นเดียวกันอาจมีค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่แตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมเช่นกัน สำหรับสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของปลาเห็ดโคนที่มีการศึกษาบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา (อังสุนีย์, 2541) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย (Shamsan and Ansari, 2010a) อาจสรุปได้ว่าปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีการเติบโตเข้าสู่ความยาวสูงสุด

(L_∞) เร็วกว่าปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา และชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย

Sparre and Venema (1992) กล่าวว่า ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีความสัมพันธ์กัน คือเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) สูง ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) จะต่ำ และถ้าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ต่ำ ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) จะสูง ซึ่งผลจากศึกษาที่ได้ในครั้งนี้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น

ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) ของปลาเห็ดโคนที่ได้มีค่าแตกต่างจากการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น สาเหตุอย่างหนึ่งเนื่องมาจากการเก็บรวมรวบตัวอย่างปลาในแต่ละเดือนไม่สม่ำเสมอกัน คือ มีการเก็บจากแพปลาทุกเดือน และเก็บจากเรือสำรวจทุก 2 เดือน ทำให้ข้อมูลปลาของเดือนที่ไม่ได้เก็บจากเรือสำรวจมีขนาดความยาวไม่ครอบคลุมปลาทุกขนาด เมื่อนำข้อมูลปลามาแยกกลุ่มอายุปลา พบว่าเดือนที่ไม่ได้เก็บตัวอย่างปลาจากเรือสำรวจจะแยกกลุ่มอายุปลายาก เนื่องจากมีการเหลื่อมซ้อนขององค์ประกอบความยาวปลาของแต่ละกลุ่มอายุปลาอยู่ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการแยกกลุ่มอายุปลามีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง และเมื่อนำผลความความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุปลาจากขนาดเล็กสุดและเชื่อมโยงต่อเนื่องกันได้มากที่สุด มาคำนวณค่า L_∞, ค่า K และค่า t_0 ทำให้ค่า L_∞ ของปลาเห็ดโคนที่ได้ต่ำกว่าการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น ในขณะที่ ค่า K ของปลาเห็ดโคนที่ได้กลับสูงกว่าการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น

ตารางที่ 18 ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	ค่าพารามิเตอร์การเติบโต	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	L_∞ = 29.87 ซม.	การศึกษาครั้งนี้
	K = 2.34 ต่อปี	
	t_0 = -0.0447 ปี	
ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่ง	L_∞ = 31.00 ซม.	อังสุนีย์ (2541)
อ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา	K = 0.76 ต่อปี	
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa	L_∞ = 38.8 ซม.	Shamsan and Ansari (2010a)
ประเทศอินเดีย	K = 0.1526 ต่อปี	
	t_0 = -1.60 ปี	

1.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

การประมาณค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน มีค่าเท่ากับ 10.00 ต่อปี ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 7.46 ต่อปี สูงกว่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ซึ่งเท่ากับ 2.54 ต่อปี ผลที่ได้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับการศึกษาในบริเวณชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้ของประเทศอินเดีย (Udupa *et al.*, 2003) ที่พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) สูงกว่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) (ตารางที่ 19) จากค่าพารามิเตอร์การตายที่ประมาณได้จากการศึกษาครั้งนี้ นำไปประมาณค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) ได้ค่าเท่ากับ 0.75 ซึ่งGulland (1971) กล่าวว่าหากค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์มากกว่า 0.5 แสดงว่าการใช้ประโยชน์สต๊อคสัตว์น้ำอยู่ในสภาวะเกินศักย์การผลิต ทั้งนี้สัดส่วนการใช้ประโยชน์ปลาเห็ดโคนที่ศึกษาได้ในครั้งนี้จึงอยู่ในสภาวะเกินศักย์การผลิต แสดงให้เห็นว่าทรัพยากรปลาเห็ดโคน ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล อยู่ในสภาวะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในระดับที่ไม่เหมาะสม ควรมีมาตรการจัดการในการลดระดับปริมาณการจับปลาในบริเวณดังกล่าวนี้ลง

จากผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้ พบว่าค่า Z, ค่า M และค่า F ที่ได้มีค่าแตกต่างจากการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น ทั้งนี้เนื่องจากการนำค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่คำนวณได้ก่อนหน้านี้ คือค่า L_{∞}, ค่า K และ ค่า t_0 มาใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์การตายเหล่านี้ ทำให้ผลที่ได้มีค่าสูงกว่าการศึกษาในแหล่งน้ำบริเวณอื่น

ตารางที่ 19 ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	ค่าพารามิเตอร์การตาย	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	Z = 10.00 ต่อปี	การศึกษาครั้งนี้
	M = 2.54 ต่อปี	
	F = 7.46 ต่อปี	
	E = 0.75	
ชายฝั่งเมือง Karnataka ตอนใต้	Z = 3.79 ต่อปี	Udupa *et al*. (2003)
ประเทศอินเดีย	M = 1.41 ต่อปี	
	F = 2.38 ต่อปี	

2. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน

2.1 สัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาวและอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

การศึกษาสัดส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว เป็นการหาสัดส่วนของจำนวนปลาเพศเมียต่อจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาว โดยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวปลายหาง ซึ่งผลการศึกษาของปลาเห็ดโคน พบว่าสัดส่วนเพศเมียกับขนาดความยาวไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง สำหรับการศึกษาปลาเห็ดโคนในครั้งนี้ พบว่าสัดส่วนเพศเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.080 -0.549 ที่ขนาดความยาว 8.50 - 24.50 เซนติเมตร โดยสัดส่วนเพศเมียในขนาดความยาวช่วงวัยอ่อน จะมีค่าต่ำ โดยที่ความยาว 8.50 เซนติเมตร มีค่าสัดส่วนเพศเท่ากับ 0.080 คือ จะเป็นปลาเห็ดโคนเพศเมียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความยาวเพิ่มขึ้นสัดส่วนเพศเมียจะมีค่ามากขึ้น โดยที่ความยาว 13.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเท่ากับ 0.486 ซึ่งจะมีค่าเข้าใกล้ 0.5 หมายถึงปลาเพศเมียจะยังมีจำนวนน้อยกว่าปลาเพศผู้ ส่วนในช่วงความยาว 14.50 – 19.50 เซนติเมตร สัดส่วนเพศเมียจะมากกว่า 0.5 เล็กน้อย แสดงว่าจำนวนปลาเพศเมียมีมากกว่าปลาเพศผู้ แต่เมื่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นอีกพบว่าสัดส่วนเพศเมียกลับมีค่าลดลง คือจำนวนปลาเพศเมียจะน้อยกว่าเพศผู้ โดยที่ความยาว 24.50 เซนติเมตร จะพบว่ามีปลาเห็ดโคนเพศเมียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น การที่สัดส่วนของเพศเมียเพิ่มขึ้นและลดลงนี้ อาจเนื่องจากในช่วงวัยอ่อนปลาเห็ดโคนเพศเมียอาจจะมีอัตราการเติบโตสูงกว่าเพศผู้ ทำให้จำนวนปลาเพศเมียเติบโตไปมีสัดส่วนมากขึ้นเมื่อเทียบกับจำนวนเพศผู้ในแต่ละขนาดความยาว เมื่อปลาเห็ดโคนเพศเมียมีอัตราการเติบโตเร็วกว่าก็จะเข้าสู่ขนาดปลาที่ถูกจับโดยการประมงได้เร็วกว่าเพศผู้ จึงมีโอกาสถูกจับไปก่อนเพศผู้ ซึ่งมีผลทำให้ปลาที่ขนาดความยาวมากขึ้น แต่อัตราส่วนเพศเมียกลับลดลงได้

การศึกษาอัตราส่วนเพศปลาเห็ดโคน ในแหล่งน้ำอื่นๆ พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียส่วนใหญ่จะไม่เท่ากับ 1:1 (ตารางที่ 20) จากการศึกษาอัตราส่วนเพศปลาเห็ดโคนในครั้งนี้มีอัตราส่วนเพศไม่เท่ากับ 1:1 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปลาชนิดเดียวกันในแหล่งน้ำอื่นๆ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาอัตราส่วนเพศปลาเห็ดโคนในครั้งนี้กลับพบว่าจำนวนปลาเพศผู้มีมากกว่าจำนวนปลาเพศเมีย ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยปลาเห็ดโคนในแหล่งอื่นที่พบว่าจำนวนปลาเพศเมียจะมากกว่าปลาเพศผู้ ทั้งนี้ Wenner (1972) กล่าวว่าการผันแปรของอัตราส่วนเพศนั้นอาจมีสาเหตุมาจากการตาย การอพยพย้ายถิ่น การถูกจำกัดโดยอาหาร และการเลือกแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นเอง ประโยชน์ของการศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว เพื่อนำผลจากการศึกษาไปใช้เป็นพื้นฐานว่าประชากรปลาเห็ดโคนในรอบปีมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเป็นอย่างไร เพื่อประเมินประชากรปลาเห็ดโคนในพื้นที่ศึกษานั้น

ตารางที่ 20 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	1 : 0.91	การศึกษาครั้งนี้
อ่าวไทยตอนนอก	1:1.2	ทรงชัย (2515)
ทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดสงขลา	1:1.2	อังสุนีย์ (2541)
ชายฝั่งและปากแม่น้ำ Mangalore เมือง Karnatana ประเทศอินเดีย	1:1.45	Gowda *et al.* (1988)
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	1:1.13	Shamsan and Ansari (2010b)

2.2 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

การศึกษานี้ได้ใช้สมการเพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปลาในวัยเจริญพันธุ์กับขนาดความยาวปลายหาง ในรูปของ S - shape 2 รูปแบบสมการ คือการใช้ Logistic equation ซึ่งเป็นรูปตัว S ในลักษณะสมมาตร ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ Johnson-Schumacher function ในรูปของตัว S ที่ไม่สมมาตร จากผลการวิเคราะห์พบว่าสมการที่ได้จากวิธี Logistic equation จะให้ผลที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่าวิธี Johnson-Schumacher function (0.992 – 0.994) ดังนั้นจึงสรุปให้ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (L_{50}) ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 14.56 และ 14.55 เซนติเมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ขนาดความยาวของปลาเห็ดโคนที่เหมาะสมสามารถจะจับขึ้นมาใช้ประโยชน์จึงเลือกขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์จากการใช้สมการในรูปของ S - shape ในลักษณะสมมาตร (Logistic equation) ซึ่งมีขนาดความยาวตั้งแต่ 14.56 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งการเลือกขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเพศเมียเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดความยาวปลาเห็ดโคนที่เหมาะสมในการจับขึ้นมาใช้ประโยชน์นั้นเพื่อให้ปลาได้มีโอกาสผสมพันธุ์วางไข่ก่อนถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์

จากข้อมูลการศึกษาปลาในแหล่งน้ำอื่นๆ (ตารางที่ 21) พบว่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนที่ศึกษาในแต่ละพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการที่มีขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากการจำแนกระยะขั้นเจริญพันธุ์ของปลาที่วางไข่หรือปล่อยน้ำเชื้อไปแล้ว ถูกจำแนกอยู่ในขั้นยังไม่เจริญพันธุ์ (ลักษณะรังไข่และอัณฑะไม่ปรากฏเม็ดไข่หรือครีมขาว) เมื่อนำมาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการเจริญพันธุ์กับขนาดความยาวปลา จึงอาจจะทำให้ได้ค่าขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ที่แตกต่างกันได้ โดยค่าที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศ

อินเดีย (Jayasankar, 1991) อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษานี้สามารถนำมาพิจารณาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดขนาดเครื่องมือประมงปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูลต่อไป

ตารางที่ 21 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เพศเมีย = 14.56 ซม. (Logistic equation) เพศผู้ = 14.55 ซม. (Logistic equation) เพศเมีย = 12.31ซม. (Johnson-Schumacher function) เพศผู้ = 12.29 ซม. (Johnson-Schumacher function)	การศึกษาครั้งนี้
อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	เพศเมีย = 17.90 ซม. เพศผู้ = 15.90 ซม.	Jayasankar (1991)
เกาะปู จังหวัดกระบี่	เพศเมีย = 14.85 ซม.	บุญศรี (2545)
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	รวมทั้งหมด = 15.50 - 16.40 ซม.	Shamsan and Ansari (2010b)

2.3 ความดกไข่

การศึกษาความดกไข่ของปลาเห็ดโคน จำนวน 1,135 ตัว มีขนาดความยาวตั้งแต่ 11.10 – 23.90 เซนติเมตร พบว่ามีปริมาณความดกไข่อยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18,709 ± 9,244 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 16.38 เซนติเมตร และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) กับความยาวปลายหาง (L) ในรูปสมการยกกำลัง คือ $Fc = 55.20L^{2.052}$ แสดงว่าความดกไข่ของปลาเห็ดโคนมีค่าสูงขึ้นตามขนาดความยาวปลายหาง จากผลการศึกษาความดกไข่ของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้ได้ค่าไม่สอดคล้องกับความดกไข่ของปลาเห็ดโคนในแหล่งน้ำอื่น (ตารางที่ 22) ซึ่งธนิษฐา (2543) กล่าวว่าปลาชนิดเดียวกัน ขนาดเดียวกันมักจะพบว่ามีความผันแปรของความดกไข่ได้

ตารางที่ 22 ความดกไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	ความดกไข่ (Fc)	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	6,073 - 67,953 ฟอง	การศึกษาครั้งนี้
อ่าวไทยตอนนอก	30,000 - 200,000 ฟอง	ทรงชัย (2515)
อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	6,956 - 48,373 ฟอง	Jayasankar (1991)
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	11,367 – 103,695 ฟอง	Shamsan and Ansari (2010b)

2.4 ฤดูวางไข่

จากการศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนโดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.) ผลที่ได้มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือพบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ตลอดทั้งปี เนื่องจากพบว่ามีปลาที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ทุกเดือน เมื่อพิจารณาแนวโน้มของช่วงเวลาการวางไข่ พบว่าช่วงเดือนที่ปลาเห็ดโคนวางไข่มากที่สุดคือช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนพฤศจิกายน 2552 และสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน จากผลการศึกษาฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาบริเวณชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ที่พบว่ามีการวางไข่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (Tongnunui *et al*., 2006) และบริเวณชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย ที่พบว่ามีการวางไข่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม (Shamsan and Ansari, 2010b) (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน *S. sihama*

บริเวณที่ศึกษา	ฤดูวางไข่	ที่มา
เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล	เดือน ก.ค. – เดือน พ.ย.	การศึกษาครั้งนี้
ฝั่งมหาสมุทรอินเดีย	เดือน ม.ค.– เดือน มี.ค. เดือน พ.ค.-เดือน ก.ค.	เจต และเจริญ (2520)
อ่าว Palk และอ่าว Mannar ประเทศอินเดีย	เดือน ก.ค.- เดือน ก.พ.	Jayasankar (1991)
ชายฝั่งอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง	เดือน ส.ค.- เดือน พ.ย.	Tongnunui *et al.* (2006)
ชายฝั่ง Zuari เมือง Goa ประเทศอินเดีย	เดือน มิ.ย. - เดือน ธ.ค.	Shamsan and Ansari (2010b)

คุณภาพน้ำ

การศึกษาปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำ เพื่อศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประชากรปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ประกอบด้วย อุณหภูมิผิวน้ำ ความลึก ความเค็ม ความโปร่งแสง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534) ค่าพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อประชากรปลาเห็ดโคน คืออุณหภูมิผิวน้ำซึ่งมีผลต่อการตายโดยธรรมชาติ (M) ของปลาเห็ดโคน จึงเก็บข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การตายโดยธรรมชาติ (M) โดยอุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล มีค่าเท่ากับ 29.06 $\pm$ 0.16 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 ที่รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลมีค่าไม่มากกว่า 33 องศาเซลเซียล (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำกับฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) พบว่าค่า ดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มเฉลี่ยในทางผกผันกันคือเมื่อค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าความเค็มเฉลี่ยกลับลดลง ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7935 แสดงว่าฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล จะมีการวางไข่สูงในช่วงที่ความเค็มของน้ำเฉลี่ยมีค่าอยู่ในระดับต่ำในรอบปีนั้นเอง ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำอื่นๆ ไม่มีความสัมพันธ์กับฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหางกับน้ำหนักตัวปลาของปลาเห็ดโคน มีความสัมพันธ์ดังสมการ

ทั้งหมด (ไม่แยกเพศ)	W	=	$0.008\ L^{3.005}$
เพศเมีย	W	=	$0.008\ L^{3.018}$
เพศผู้	W	=	$0.008\ L^{3.011}$

มีรูปแบบการเติบโตของทั้งหมด (ไม่แยกเพศ) เพศเมีย และเพศผู้ เป็นไปตามกฎกำลังสามหรือแบบไอโซเมตริก

2. ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปลาเห็ดโคน ในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 29.87 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 2.34 ต่อปี และค่าอายุเมื่อความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) เท่ากับ -0.0447 ปี ได้รูปความสัมพันธ์ระหว่างอายุ (t) และความยาวปลายหาง (L) ตามสมการการเติบโตของ von Bertalanffy คือ

$$L_t = 29.87 \times (1 - e^{-2.34(t + 0.0447)})$$

3. ค่าพารามิเตอร์การตายของปลาเห็ดโคน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 10.00 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.54 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 7.46 ต่อปี และค่าสัดส่วนการนำไปใช้ประโยชน์ (E) ได้ค่าเท่ากับ 0.75

4. สัดส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาวปลายหาง (L) ของปลาเห็ดโคนไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง แต่จะมีความสัมพันธ์ในรูปพาราโบลา คือ

$$R_L = -0.007L^2 + 0.229L - 1.334$$

และอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของปลาเห็ดโคนทั้งหมด คือ 1 : 0.91

5. ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ทั้ง 2 รูปแบบสมการคือ แบบ Logistic equation ได้เท่ากับ 14.56 และ14.55 เซนติเมตร ตามลำดับ และแบบ

Johnson-Schumacher function ได้เท่ากับ 12.31 และ 12.29 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยขนาดที่เหมาะสมสามารถนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้คือขนาดความยาวปลายหาง 14.56 เซนติเมตร ขึ้นไป

6. ความดกไข่ของปลาเห็ดโคนที่มีความยาวตั้งแต่ 11.10 - 24.40 เซนติเมตร มีความดกไข่อยู่ในช่วง 6,073 - 67,953 ฟอง มีค่าเฉลี่ย 18,709 ± 9,244 ฟอง ที่ความยาวเฉลี่ย 16.38 เซนติเมตร ได้รูปความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่ (Fc) และความยาวปลายหาง (L) คือ

$$\ln Fc = 4.011 + 2.052 \ln L$$

จะได้

$$Fc = 55.20\ L^{2.052}$$

7. ฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคน บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล พบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่ตลอดทั้งปี โดยค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียและเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index ; G.S.I.) มีค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน และสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ดังนั้นฤดูวางไข่คือช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายน

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำที่ศึกษาบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ในครั้งนี้ คือ

อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยเท่ากับ	29.06 ± 0.16	องศาเซลเซียส
ความลึกเฉลี่ยเท่ากับ	9.70 ± 1.76	เมตร
ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ	3.88 ± 0.68	เมตร
ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ	33.04 ± 0.16	ส่วนในพัน
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เฉลี่ยเท่ากับ	7.92 ± 0.15	
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ	6.25 ± 0.15	มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาชีววิทยาประชากรปลาเห็ดโคนในบริเวณหมู่เกาะบุโหลนอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามชีววิทยาประชากรและพลวัตรประชากร อันนำไปสู่การวางแผนการจัดการและการดำเนินการจัดการทรัพยากรประมงในแหล่งน้ำดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาชนิดสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำดังกล่าวเพิ่มขึ้นนอกจากปลาเห็ดโคน เพื่อศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ รวมทั้งความชุกชุมของประชากรสัตว์น้ำ

3. แนวทางการจัดการทรัพยากรปลาเห็ดโคนในบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน คือ

3.1 ควรมีการกำหนดให้ขนาดปลาเห็ดโคนที่เครื่องมือประมงเริ่มจับได้มีค่าเท่ากับความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้มีขนาดความยาวปลายหาง 14.56 เซนติเมตร เพื่อจะให้ปลาเห็ดโคนมีโอกาสในการสืบพันธุ์ก่อนจะถูกจับโดยเครื่องมือประมง

3.2 การลดปริมาณการลดแรงประมงโดยอ้อม เช่น การห้ามทำการประมงในช่วงที่ปลาวางไข่สูงสุดหรือฤดูวางไข่ของปลาเห็ดโคนบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล คือช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2546. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2544. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมประมง. 2552. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2550. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมประมง. 2553. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2551. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

กรมอุทกศาสตร์. 2521. แผนที่เกาะราวีถึงสตูล มาตราส่วน 1: 200,000 กองทัพเรือ.

เจต พิมลจินดา และเจริญ จิระสถิต. 2520. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับฤดูกาลวางไข่ของปลาเห็ดโคน ทางฝั่งมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2519-2520. รายงานวิชาการฉบับที่ 2 งานชีวประวัติและพฤติกรรม สถานีประมงจังหวัดภูเก็ต กองประมงทะเล กรมประมง.

เจิดจินดา โชติยะปุตตะ. 2524. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักและอัตราส่วนเพศของปลาหมึกกระดอง *Sepia lycidas* Gray และหมึกกระดอง *Sepiella inermis* Ferussac & d'Orbigny. รายงานประจำปี 2524 ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ กองประมงทะเล กรมประมง.

ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2515. การศึกษาชีวประวัติเบื้องต้นของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775). รายงาน ประจำปี 2514-2515. สถานีประมงจังหวัดสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง.

ทวีป บุญวานิช. 2536. ความสัมพันธ์ของขนาดและการเจริญพันธุ์ของกุ้งแชบ๊วย *Penaeus merguiensis* de Man) ในอ่าวไทยตอนล่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2536. สงขลา : ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา, บุญศรี จารุธรรมโสภณ และสายจิตร เขียวแก้ว. 2544. ชีววิทยาและการประมงปูจักจั่น *Ranina ranina* (Linnaeus, 1758) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2544 กองประมงทะเล กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา, ประมัยพร ศรีอรุณ และสายจิตร์ เหมทานนท์. 2543. ชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard, 1824), *N. delagoae* Smith, 1941 และ *N. tolu* (Valenciennes, 1830) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2543 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กรมประมง.

ทัศพล กระจ่างดารา และสายจิตร เหมทานนท์. 2543. ชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาทรายขาว *Scolopsis taeniopterus* (Valenciennes, 1830) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2543 กองประมงทะเล กรมประมง.

ธเนศ ศรีถกล. 2544. องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารและการแพร่กระจายขนาดของปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama* Forsskål, 1775) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกและชายฝั่งใกล้เคียง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์. 2543. ชีววิทยาประมง. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญศรี จารุธรรมโสภณ. 2545. คัชนีการสืบพันธุ์และการทำประมงปลาเห็ดโคนเงิน *Sillago sihama* (Forsskål, 1775). บริเวณเกาะปู จังหวัดกระบี่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2545 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กองประมงทะเล กรมประมง.

เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก และกำพล ลอยชื่น. 2544. ชีววิทยาการเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) ในเขตน่านน้ำจังหวัดสตูลและบริเวณใกล้เคียงทางฝั่งทะเลอันดามัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2544 กองประมงทะเล กรมประมง.

เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, จันทร์ทิพย์ บันลือเดช และธศินี นนทพันธ์. 2544. เครื่องมือประมงพื้นบ้านจังหวัดสตูล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2544 สถานีประมงทะเลจังหวัดสตูล กองประมงทะเล กรมประมง.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2539. การศึกษาชนิดปลาเห็ดโคนในภาคใต้ตอนล่างของไทย. รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2539 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กองประมงทะเล กรมประมง.

ไพเราะ ศุทธากรณ์ และทัศพล กระจ่างดารา. 2544. คู่มือการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยด้านชีวประวัติสัตว์ทะเล. ภูเก็ต: กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน กองประมงทะเล กรมประมง.

สุนันทา นิลเพชร. 2542. ชุมชนประมงพื้นบ้าน: ผลกระทบเรือปั่นไฟปลากระตัก กรณีศึกษาจังหวัดสตูลและสงขลา. โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งภาคใต้ สมาพันธ์ชาวประมงพื้นบ้านภาคใต้.

สุนิตย์ โรจนพิทยากุล, เจนจิตต์ คงกำเนิด และสรณัฏฐ์ ศิริสวย. 2540. ชีววิทยาและพัฒนาการของลูกปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* วัยอ่อนระยะแรก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2540 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เสาวนีย์ สิงหไกรวรรณ. 2539. ชีววิทยาบางประการของปลาทรายแดง *Nemipterus peronii* และ *N. hexodon* บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 63/2539 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.

เสาวนีย์ สิงหะไกรวรรณ. 2540. ชีววิทยาบางประการของปลาเห็ดโคน *Sillago aeolus* (Jordan and Evermann) และ *S. sihama* (Forsskål) บริเวณอ่าวเพ จังหวัดระยอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 66/2540 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.

เสาวภา สวัสดิ์พีระ และวรเทพ มุธุวรรณ. 2534. องค์ประกอบของอาหารในทางเดินอาหารของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forskal) และ *Sillago maculate* (Quoy & Gaimard). เอกสารงานวิจัยเลขที่ 43/2534 สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2541. อายุ การเจริญเติบโต การแพร่กระจายขนาด ขนาดเจริญพันธุ์ และฤดูกาลวางไข่ของปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (Forsskål) ในทะเลสาบสงขลาและบริเวณชายฝั่ง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2541 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

Bagenal, T. B. 1978. Aspects of Fish Fecundity. *In* Ecology of Freshwater Fish Production (ed. S.D. Gerking). pp. 75-101. London : Blackwell Scientific Publication.

Bakhayokho, M. 1983. Biology of the cuttlefish Sepia officinalis hierredda off the Senegal coast. FAO Fish. Tech. Pap./FAO Doc. Tech. Pêches/FAO Doc. Téc. Pesca, (231): 204-263.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. 1992. Water Quality and Pond Soil Analysis for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

Gayanilo, F. C. Jr., Sparre, P. and Pauly, D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Ravised version. Rome : FAO.

Gowda, H. H., Joseph, P. S. and Joseph, M. M. 1988. Growth condition and sexuality of the Indian sand whiting, *Sillago sihama* (Forskal). In: M. Mohan Joseph (ed.) The First Indian Fisheries Forum, Proceedings. Asian Fisheries Society, Indian Branch, Mangalore : 229-232.

Gulland, J. A., 1971. The Fish Resources of The Ocean. Fishing News (Book) Ltd., Surrey, England.

Hajisamae, S., Chou, L. M. and Ibrahim, S. 2004. Feeding habits and trophic relationships of fishes utilizing an impacted coastal habitat, Singapore. Hydrobiologia 520: 61–71.

Hajisamae, S., Yeesin, P. and Ibrahim, S. 2006. Feeding ecology of two sillaginid fishes and trophic interrelations with other co-existing species in the southern part of South China Sea. Environmental Biology of Fishes. 76: 167–176.

Hyndes, G. A. and Potter, I. C. 1997. Age, growth and reproduction of *Sillago schomburgkii* in south-western Australian, nearshore waters and comparisons of life history styles of a suite of *Sillago* species. Environmental Biology of Fishes. 49: 435–447.

Jayasankar, P. 1991. Sillaginid fishes of Palk Bay and Gulf of Mannar with an account on the maturation and spawning of Indian sand whiting, *Sillago sihama* (Forsskal). Indian Journal of Fisheries. 38 (1): 13-25.

King, M. 1995. Fisheries Biology, Assessment and Management. Oxford : Fishing News Books.

McKay, R. J. 1992. FAO Species Catalogue, Vol. 14. Sillaginid Fishes of the World (family Sillaginidae). An Annotated and Illustrated Catalogue of the *Sillago*, Smelt or Indo-Pacific Whiting Species Known to Date. FAO Fish. Synops. No. 125.

Pauly, D. 1984. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 243. Rome: FAO.

Ricker, W. E. 1971. Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters. London: Blackwell Scientific Publication.

Shamsan, E. F. and Ansari, Z. A. 2010a. Study of age and of Indian sand whiting, *Sillago sihama* (Forsskal) from Zuari estury, Goa. Indian Journal of Marine Sciences. 39(1): 68-73.

Shamsan, E. F. and Ansari, Z. A. 2010b. Study on the reproductive biology of Indian sand whiting *Sillago sihama* (Forsskal). Indian Journal of Marine Sciences. 39(2): 280-284.

Sparre, P. and Venema, S. C. 1992. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part 1 – Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306/1. Rome : FAO.

Tongnunui, P., Sano, M. and Kurokura, H. 2006. Reproductive biology of two sillaginid fishes, *Sillago sihama* and *S. aeolus*, in tropical coastal waters of Thailand. Mer 43(4/1):1-16.

Udupa, P. S., Raghavendra, C. H., Bevinahalli, V., Reddy, G. R. A. and Averel, M. 2003. Population parameters of Indian sand whiting *Sillago sihama* (Forsskal) form estuaries of Southern Karnataka. Journal of Marine Biological Association of India. 45(1): 54-60.

Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. The American Naturalist 106: 321-350.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลจำนวนปลาเห็ดโคนตามขนาดความยาวจากแพปลาและเรือสำรวจบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

ความยาว	พ.ศ. 2552						พ.ศ. 2553						จำนวน
(ซม.)	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	(ตัว)
8-9	0	2	5	0	0	5	0	11	5	10	3	11	52
9-10	2	11	9	4	0	12	5	24	14	25	13	22	141
10-11	4	17	14	11	4	36	7	37	25	33	16	34	238
11-12	5	28	15	20	6	40	17	43	28	39	21	43	305
12-13	13	43	26	39	12	51	25	48	29	45	22	54	407
13-14	25	57	41	78	23	72	36	57	35	59	23	65	571
14-15	42	71	58	111	48	106	46	68	45	76	28	87	786
15-16	49	102	44	109	44	105	43	69	33	77	31	70	776
16-17	29	76	39	84	39	79	32	53	20	43	17	61	572
17-18	17	56	26	58	36	67	24	44	13	27	20	41	429
18-19	11	35	12	32	22	47	22	30	8	18	10	36	283
19-20	7	21	7	22	14	25	14	19	6	12	6	31	184
20-21	3	16	5	17	8	17	5	15	6	7	6	25	130
21-22	2	10	4	12	5	11	0	10	2	6	3	11	76
22-23	4	8	3	8	5	11	0	12	2	6	2	11	72
23-24	3	5	2	6	4	9	0	8	2	4	0	8	51
24-25	1	0	0	4	2	6	0	5	0	2	0	5	25
25-26	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	5
รวม	217	559	310	616	273	699	276	554	273	490	221	615	5,103

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนไม่แยกเพศ

Regression Statistics	
Multiple R	0.99055
R Square	0.98120
Adjusted R Square	0.98120
Standard Error	0.08402
Observations	5103

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1880.28246	1880.28246	266318.181	0
Residual	5101	36.01451	0.00706		
Total	5102	1916.2969			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.78302	0.01580	-302.54775	0
X Variable 1	3.00564	0.00582	516.06024	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = 0.970

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.98851
R Square	0.97716
Adjusted R Square	0.97715
Standard Error	0.07580
Observations	2330

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	572.36816	572.36816	99607.77	0
Residual	2328	13.37719	0.00574		
Total	2329	585.74536			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.81774	0.02616	-184.13951	0
X Variable 1	3.01873	0.00956	315.60699	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

$t = (b-3)/Sb$

$t = 1.959$

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว (เซนติเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของปลาเห็ดโคนเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.99112
R Square	0.98231
Adjusted R Square	0.98231
Standard Error	0.08597
Observations	2564

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1052.14668	1052.1467	142344.1	0
Residual	2562	18.93720	0.00739		
Total	2563	1071.08388			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-4.79910	0.02172	-220.9052	0
X Variable 1	3.01162	0.00798	377.2852	0

การทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่

t = (b-3)/Sb

t = 1.457

ตารางภาคผนวกที่ 5 สรุปผลวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายหาง (L) กับน้ำหนักตัว (W) และทดสอบความแตกต่างจาก 3 ของค่า slope (b) ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย เพศผู้ และไม่แยกเพศ

	ไม่แยกเพศ	เพศมีย	เพศผู้
n	5,103	2,330	2,564
$\sum X = \sum \ln(L)$	13813.09640	6361.94556	6956.80876
$\sum Y = \sum \ln(w)$	17109.53022	7979.70389	8646.42532
$\sum X^2$	37598.22655	17433.77570	18991.66246
$\sum Y^2$	59281.77304	27914.36089	30228.91186
$\sum XY$	46938.65210	21977.77762	23809.39537
mean X	2.74534	2.73044	2.71326
S_x	0.20197	0.16422	0.21274
mean Y	3.46023	3.42476	3.37224
S_y	0.61286	0.50149	0.64645
S_{xy}	0.12261	0.08141	0.13631
r	0.99000	0.98800	0.99100
b	3.00564	3.01873	3.01163
a	-4.82800	-4.82800	-4.82800
S_b	0.00582	0.00956	0.00798
t-test of b	0.96958	1.95891	1.45690
Confidence limit of b			
Lower 95%	2.99422	2.99998	2.99597
Upper 95%	3.01706	3.03749	3.02728

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาเห็ดโคน

Regression Statistics	
Multiple R	0.99247
R Square	0.98501
Adjusted R Square	0.98287
Standard Error	0.17496
Observations	9

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	14.08238	14.08238	460.0452	1.21×10^{-7}
Residual	7	0.21427	0.03061		
Total	8	14.29665			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	12.6087	0.2263	55.7168	1.57×10^{-10}
X Variable 1	-9.99777	0.4661	-21.4487	1.21×10^{-7}

Z = 9.9978 ต่อปี

F = 7.4618 ต่อปี

M = 2.5360 ต่อปี

E = 0.7463

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเพศเมีย (R_L) กับขนาดความยาว (L) ของปลาเห็ดโคนว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงหรือไม่

Regression Statistics	
Multiple R	0.06571
R Square	0.00431
Adjusted R Square	-0.06206
Standard Error	0.16043
Observations	17

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.00167	0.00167	0.06506	0.80213
Residual	15	0.38607	0.02573		
Total	16	0.38775			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	0.40788	0.13670	2.98365	0.00927
X Variable 1	-0.00203	0.00794	-0.25507	0.80213

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์จากวิธี Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.99221
R Square	0.98448
Adjusted R Square	0.98275
Standard Error	0.13979
Observations	11

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	11.15743	11.15743	570.9662	1.88×10^{-9}
Residual	9	0.17587	0.01954		
Total	10	11.3333			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	4.63029	0.22392	20.67812	6.76×10^{-9}
X Variable 1	-0.31848	0.01332	-23.8949	1.88×10^{-9}

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์จากวิธี Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.84215
R Square	0.70922
Adjusted R Square	0.68499
Standard Error	0.25136
Observations	14

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1.84937	1.84937	29.26862	0.00015
Residual	12	0.75823	0.06318		
Total	13	2.60761			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-0.20580	0.07849	-2.62183	0.02230
X Variable 1	-0.59201	0.10942	-5.41005	0.00015

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์จากวิธี Logistic equation ของปลาเห็ดโคนเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.99478
R Square	0.98960
Adjusted R Square	0.98844
Standard Error	0.12238
Observations	11

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	12.83275	12.83275	856.717	3.09×10^{-10}
Residual	9	0.13481	0.01497		
Total	10	12.96756			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	4.96182	0.19604	25.30925	1.13×10^{-9}
X Variable 1	-0.34156	0.01166	-29.2697	3.09×10^{-10}

ตารางผนวกที่ 11การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์จากวิธี Johnson-Schumacher function ของปลาเห็ดโคนเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.84215
R Square	0.70922
Adjusted R Square	0.68499
Standard Error	0.25136
Observations	14

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	1.84937	1.84937	29.26863	0.00015
Residual	12	0.75823	0.06318		
Total	13	2.60761			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-0.2058	0.07849	-2.62183	0.02230
X Variable 1	-0.59201	0.10942	-5.41005	0.00015

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความดกไข่ (ฟอง) กับความยาวของปลาเห็ดโคน

Regression Statistics	
Multiple R	0.98848
R Square	0.97709
Adjusted R Square	0.97708
Standard Error	0.06696
Observations	1335

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	255.00730	255.00730	56875	0
Residual	1333	5.97669	0.00448		
Total	1334	260.98400			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	-5.06522	0.03635	-139.33400	0
X Variable 1	3.108061	0.01303	238.48480	0

ตารางภาคผนวกที่ 13 จำนวน และเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียและเพศผู้ บริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

	เพศเมีย			เพศผู้			เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์	
เดือน	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	ไม่เจริญพันธุ์	เจริญพันธุ์	รวม	เพศเมีย	เพศผู้
ก.ค.52	31	79	110	30	77	107	71.82	71.96
ส.ค.52	83	202	285	72	189	261	70.88	72.41
ก.ย.52	33	111	144	39	106	145	77.08	73.10
ต.ค.52	59	252	311	71	226	297	81.03	76.09
พ.ย.52	24	114	138	27	108	135	82.61	80.00
ธ.ค.52	182	136	318	210	150	360	42.77	41.67
ม.ค.53	70	55	125	81	66	147	44.00	44.90
ก.พ.53	125	101	226	152	128	280	44.69	45.71
มี.ค.53	68	43	111	90	57	147	38.74	38.78
เม.ย.53	120	83	203	153	100	253	40.89	39.53
พ.ค.53	51	39	90	67	53	120	43.33	44.17
มิ.ย.53	148	121	269	171	141	312	44.98	45.19

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

1. อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	28.19 ± 0.27	28.16 ± 0.16	28.36 ± 0.30	28.28 ± 0.33	28.24 ± 0.27
ต.ค. 52	28.97 ± 0.05	28.98 ± 0.10	28.77 ± 0.12	28.55 ± 0.10	28.82 ± 0.20
ธ.ค. 52	28.96 ± 0.05	28.94 ± 0.11	29.08 ± 0.12	28.99 ± 0.12	28.99 ± 0.11
ก.พ. 53	29.23 ± 0.12	29.38 ± 0.20	29.37 ± 0.21	29.33 ± 0.15	29.33 ± 0.18
เม.ย. 53	30.82 ± 0.37	29.77 ± 0.10	29.91± 0.20	29.88 ± 0.08	30.09 ± 0.48
มิ.ย. 53	28.91± 0.19	28.81 ± 0.21	28.94 ± 0.11	29.04 ± 0.05	28.93 ± 0.17
รวม	29.19 ± 0.86	29.01 ± 0.54	29.09 ± 0.53	29.04 ± 0.55	29.08 ± 0.63

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ต่อ)

2. ความลึก (เมตร)

เดือน	เรือสำรวจ				
	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	10.33±2.45	9.92±2.63	8.41±0.25	9.64±2.21	9.53±2.14
ต.ค. 52	8.83±1.06	11.28±2.82	9.21±0.58	8.17±0.16	9.37±1.86
ธ.ค. 52	7.27 ± 0.71	8.07±0.55	8.35±1.11	9.64±3.29	8.33±1.92
ก.พ. 53	10.80±2.61	10.37±2.57	10.39±2.88	9.59±1.40	10.29±2.37
เม.ย. 53	11.71±2.24	12.03±1.33	9.67±1.36	10.08±1.86	10.87±1.96
มิ.ย. 53	9.13±1.17	9.45±1.47	9.74±3.09	10.81±2.38	9.78±2.17
รวม	9.73±2.34	10.09±2.31	9.30±1.99	9.74±2.19	9.72±2.22

3. ความโปร่งแสง (เมตร)

เดือน	เรือสำรวจ				
	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	4.01±0.91	3.77±0.92	3.28±0.09	3.70±0.73	3.67±0.76
ต.ค. 52	3.69±0.78	4.36±1.03	3.90±0.43	3.23±0.05	3.79±0.76
ธ.ค. 52	2.83±0.21	3.15±0.40	3.52±0.52	3.82±1.21	3.33±0.76
ก.พ. 53	4.50±0.89	4.14±0.88	4.20±1.21	3.89±0.59	4.18±0.90
เม.ย. 53	4.60±0.75	4.83±0.29	4.06±0.63	4.00±0.57	4.37±0.66
มิ.ย. 53	3.58±0.46	3.84±0.62	3.88±1.15	4.23±0.88	3.88±0.82
รวม	3.88±0.92	3.98±0.87	3.80±0.82	3.85±0.79	3.88±0.85

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ต่อ)

4. ความเค็ม (ppt)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	32.34±0.13	32.32±0.20	32.01±0.15	32.54±0.07	32.31±0.24
ต.ค. 52	32.13±0.12	32.18±0.17	32.42±0.13	32.03±0.10	32.19±0.19
ธ.ค. 52	31.97±0.15	31.97±0.15	32.54±0.07	32.28±0.21	32.19±0.29
ก.พ. 53	32.81±0.19	33.29±0.36	34.06±0.12	33.94±0.11	33.53±0.55
เม.ย. 53	34.13±0.11	34.08±0.11	34.31±0.22	33.89±0.18	34.10±0.22
มิ.ย. 53	33.94±0.17	34.17±0.22	33.96±0.14	33.64±0.16	33.93±0.25
รวม	32.93±0.88	33.05±0.93	33.26±0.94	33.12±0.79	33.09±0.89

5. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	7.01±0.07	7.39±0.45	7.57±0.15	7.30±0.39	7.37±0.38
ต.ค. 52	8.09±0.07	7.91±0.12	7.36±0.14	7.99±0.05	7.84±0.31
ธ.ค. 52	7.91±0.27	7.94±0.16	7.55±0.15	7.44±0.11	7.71±0.28
ก.พ. 53	8.36±0.04	8.23±0.17	8.29±0.11	8.32±0.06	8.30±0.11
เม.ย. 53	8.41±0.10	8.51±0.14	8.45±0.11	8.55±0.10	8.48±0.12
มิ.ย. 53	8.01±0.10	8.04±0.06	7.79±0.21	7.63±0.16	7.86±0.22
รวม	7.96±0.50	8.04±0.37	7.86±0.42	7.86±0.51	7.93±0.45

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (ต่อ)

6. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

	เรือสำรวจ				
เดือน	เรือ 1	เรือ 2	เรือ 3	เรือ 4	รวม
ส.ค. 52	6.33±0.11	6.01±0.09	6.04±0.17	6.13±0.15	6.08±0.22
ต.ค. 52	6.03±0.12	6.18±0.14	6.92±0.10	6.99±0.09	6.53±0.45
ธ.ค. 52	5.58±0.18	6.08±0.04	6.00±0.11	6.49±0.35	6.04±0.38
ก.พ. 53	5.31±0.05	5.53±0.29	6.15±0.03	6.19±0.07	5.80±0.41
เม.ย. 53	6.07±0.13	6.23±0.05	6.48±0.14	6.38±0.49	6.29±0.30
มิ.ย. 53	6.95±0.07	6.94±0.16	6.31±0.14	6.79±0.35	6.75±0.33
รวม	6.05±0.56	6.13±0.47	6.28±0.31	6.47±0.41	6.23±0.47

ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ของดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (gonadosomatic index ; G.S.I.) กับคุณภาพน้ำบริเวณหมู่เกาะบุโหลน จังหวัดสตูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

	G.S.I.	*S*	*T*	*Depth*	*Transac*	*pH*	*DO*
G.S.I.	1						
S	-0.79348	1					
T	-0.47467	0.70595	1				
Depth	-0.64157	0.80790	0.62923	1			
Transac	-0.63358	0.81069	0.72118	0.97962	1		
pH	-0.56595	0.75272	0.94492	0.73447	0.84154	1	
DO	0.10686	0.21076	-0.05699	0.03337	0.01795	-0.08801	1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวจันทรา เอียดสุย

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010620002

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วาริชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

ทุนการศึกษาที่ได้รับระหว่างการศึกษา

ทุนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีการศึกษา 2552

ทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีการศึกษา 2552