

ซีวิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* Robson, 1928 ที่ถูกจับโดยเรือประมงอวนลาก
บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์



นางสาว จริยา ลูติเวศน์

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4158-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

POPULATION BIOLOGY OF THE MARBLED OCTOPUS *Octopus dollfusi* Robson, 1928 CAUGHT BY
TRAWL FISHERIES IN PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE



Miss Jariya Thitiwate

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4158-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชีววิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน <i>Octopus dollfusi</i> Robson, 1928 ที่ถูกจับโดยเรือประมงอวนลาก บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
โดย	นางสาว จริยา จูติเวศน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิตินรมยง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายทวีป บุญวานิช

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิมล เหมะจันท)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิตินรมยง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายทวีป บุญวานิช)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรวิจิตรกุล)

จรรยา ลีตีเวศน์ : ชีววิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* Robson, 1928 ที่ถูกจับโดยเรือประมงอวนลากบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. (POPULATION BIOLOGY OF THE MARBLED OCTOPUS *Octopus dollfusi* Robson, 1928 CAUGHT BY TRAWL FISHERIES IN PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เจริญ นิตินธรรมยง, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายทวีป บุญวานิช, 81 หน้า. ISBN 974-17-4158-8.

ศึกษาชีววิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* บริเวณพื้นที่การประมงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างจากเรือประมงอวนลากคู่ที่มีแหล่งทำการประมงในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และขึ้นท่าที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 พบอัตราส่วนเพศระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้โดยรวมตลอดทั้งปีไม่เท่ากับ 1:1 ($p < 0.05$) โดยมีเพศผู้มากกว่าเพศเมีย เมื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างเพศเมียจำแนกตามความยาว พบอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าต่ำที่ความยาว 62.5 มม. และมีค่าสูงสุดที่ความยาว 92.5 มม. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (L) กับน้ำหนัก (W) อยู่ในรูปสมการ $W = 0.001 * L^{2.6026}$, $W = 0.0018 * L^{2.4546}$ และ $W = 0.0014 * L^{2.5182}$ (เพศผู้, เพศเมีย และรวมเพศ ตามลำดับ) อัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว (P_L) อธิบายโดยใช้ Logistic curve ได้สมการ $P_L = \frac{I}{1 + e^{13.131 - 0.233 * L}}$ และค่าความยาวเฉลี่ยที่เริ่มสืบพันธุ์ได้ (L_{50}) เท่ากับ 56.35 มม. หมึกสายชนิดนี้มีการวางไข่ตลอดทั้งปี แต่ช่วงการวางไข่มากมี 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมและช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ความสัมพันธ์ระหว่างความคอกของไข่ (F_c) กับความยาว (L) อยู่ในรูปสมการ $F_c = 2.2586 * L^{1.8482}$

ความยาวสูงสุดเฉลี่ยที่หมึกสายสามารถเติบโตได้ (L_{∞}) เท่ากับ 103.56 และ 115.42 มม. และมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 1.145 และ 1.6 ต่อปี ในเพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของหมึกเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 3.3042 และ 4.6482 ต่อปี และพบว่าเพศเมียมีค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M), สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) และอัตราการใช้ประโยชน์ (F/Z) สูงกว่าเพศผู้ จากการที่ทรัพยากรหมึกสายชนิดนี้มีปริมาณการถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากขึ้นเรื่อยๆ จนน่าที่จะมีโอกาสเกิดการทำการประมงเกินกำลังผลิต (over fishing) ได้และจากการศึกษาอัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดพบว่า L_{50} มีค่าประมาณ 55-60 มม. ดังนั้นเพื่อให้หมึกสายมีโอกาสในการสืบพันธุ์จึงควรมีการกำหนดให้มีขนาดแรกจับใหญ่กว่า 60 มม. โดยอาจมีการกำหนดขนาดตาอวนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล.....
สาขาวิชา ...วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....
ปีการศึกษา .2546.....

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4372227423 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: *Octopus dollfusi* / MARBLED OCTOPUS/ FISHERY BIOLOGY

JARIYA THITIWATE: POPULATION BIOLOGY OF THE MARBLED OCTOPUS *Octopus dollfusi*

Robson,1928 CAUGHT BY TRAWL FISHERIES IN PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE.

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CHAROEN NITITHAMYONG, Ph.D., THESIS COADVISOR :

MR. TAWEEP BOONWANICH, 81 pp. ISBN 974-17-4158-8.

Population biology of the marble octopus *Octopus dollfusi* in Prachuap Khiri Khan Province was studied. Samples were collected during January – December 2002 from pair trawlers landed at Hua Hin Fishing Port.

The estimated sex ratio (female to male) was significantly different from 1:1 ($p < 0.05$). Sex ratio of female to total categorized by length class was low at 62.5 mm and high at 92.5 mm. The correlative equation between mantle length (L) and weight (W) for male, female and combined were $W = 0.001 * L^{2.6028}$, $W = 0.0018 * L^{2.4546}$ and $W = 0.0014 * L^{2.5182}$ respectively.

Ratio of mature female to total female categorized by length class could be described by a logistic curve: $P_L = \frac{I}{1 + e^{13.131 - 0.233 * L}}$. Calculated average length at first maturation was 65.35 mm. The marble octopus spawns all year round, with two peaks: March to May and August to October. The relationship between fecundity (F_c) and mantle length (L) could be described as $F_c = 2.2586 * L^{1.8482}$

The estimated asymptotic lengths (L_∞) were 103.56 and 115.42 mm while curvature parameters (K) were 1.145 and 1.6 yr^{-1} in male and female respectively. The total mortality coefficients (Z) were 3.3042 and 4.6482 yr^{-1} in male and female respectively. The natural mortality (M), fishing mortality (F) and exploitation rate in female were higher than those of the male.

Department.....Marine Science.....

Field of study.....Marine Science.....

Academic year....2003.....

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิตินทรมยง อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ทวีป บุญวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนกระทั่ง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าในฐานะผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรวิฑูรกุล และรองศาสตราจารย์ วิมล เหมะจันทร์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำเพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณอำนาจ พี่ชายที่แสนดี ที่อำนวยความสะดวกเป็นธุระในการเก็บตัวอย่างหมึกสายจากเรือประมง (อัมพรสมุทร) ณ ท่าขึ้นปลา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ขอขอบคุณ คุณสุวิทย์ ขวัญจิตร ที่กรุณาให้ข้อมูลน้ำหนักหมึกสายทั้งหมด ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ และขอบคุณทุกคนในครอบครัวทั้งที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการช่วยจัดบันทึกข้อมูลระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ บรรดาเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนทั้งปริญญาตรีและโทที่คอยห่วงใย สอบถามความก้าวหน้าในการทำงานอยู่เสมอๆ

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนทั้งในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่.....	
1 บทนำ.....	1
2 การตรวจเอกสาร.....	3
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	14
3.1 พื้นที่ศึกษา.....	14
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	14
3.2 การเตรียมข้อมูลและการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต.....	17
3.4 การเตรียมข้อมูลและการประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย.....	18
3.5 ชีววิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน <i>O. dollfusi</i>	23
3.5.1 อัตราส่วนเพศ.....	23
3.5.2 อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อหมึกสายทั้งหมดจำแนกตามความยาว..	23
3.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (แมนเทิล) และน้ำหนัก.....	24
3.5.4 อัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว.....	25
3.5.5 ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonado-somatic Index; GSI).....	26
3.5.6 ความดกของไข่ (Fecundity) และความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิลของหมึกสายเพศเมีย.....	27
4 ผลการศึกษา.....	29
4.1 ชีววิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน <i>O. dollfusi</i>	29
4.1.1 อัตราส่วนเพศ.....	29
4.1.2 อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อหมึกสายทั้งหมดจำแนกตามความยาว..	30
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (แมนเทิล) และน้ำหนัก.....	30

4.1.4 อัตราส่วนหมีกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมีกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตาม ความยาว.....	33
4.1.5 ดัชนีความสมบูรณ์เพศ.....	34
4.1.6 ความดกของไข่และความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาว แมนเทิลของหมีกสายเพศเมีย.....	35
4.2 พารามิเตอร์การเติบโตของหมีกสายชนิด <i>O. dollfusi</i>	36
4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย.....	38
5 สรุปและอภิปรายผล.....	41
5.1 สรุปและอภิปรายผล.....	41
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	47
รายการอ้างอิง.....	48
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	81

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1	(ก) ลักษณะภายนอกของหมึกสาย, (ข) ปุ่มดูดของหนวด, (ค) แขนเฮกโตโคไทลัส, (ง) ขากรรไกร (Jaws), (จ) บน-ล่าง (radura teeth), (ฉ) อวัยวะภายในของหมึกสาย.....4
2-2	(ก) ระบบสืบพันธุ์ของหมึกสายเพศผู้, (ข) ระบบสืบพันธุ์ของหมึกสายเพศเมีย.....7
2-3	(ก) <i>Octopus dollfusi</i> Robson, 1928, (ข) แขนเฮกโตโคไทลัสของ <i>Octopus dollfusi</i> Robson, 1928.....9
3-1	พื้นที่ทำการประมงที่ของเรือที่เก็บตัวอย่าง.....15
3-2	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างหมึกสายจากเรือประมง.....16
3-3	ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเพื่อการประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย.....19
4-1	อัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้ในแต่ละเดือน.....29
4-2	อัตราส่วนหมึกเพศเมียต่อหมึกทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาวของหมึกสาย.....30
4-3	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายเพศผู้.....31
4-4	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายเพศเมีย.....32
4-5	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายแบบรวมเพศ.....32
4-6	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดกับความยาวแมนเทิลของหมึกสาย โดยใช้ Logistic Curve33
4-7	ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) และเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน.....34
4-8	ความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิล (มม.).....35
4-9	ความยาวเฉลี่ยของหมึกสาย <i>O. dollfusi</i> ในแต่ละเดือน ของแต่ละโคฮอร์ต (ก.) เพศผู้ และ (ข.) เพศเมีย.....37
4-10	การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของหมึกสาย <i>O. dollfusi</i> โดยวิธี Length Converted Catch Curve39

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4-1 พารามิเตอร์การเติบโตของหมึกสายชนิด <i>O. dollfusi</i>	38
4-2 พารามิเตอร์การตายของหมึกสายชนิด <i>O. dollfusi</i>	40



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันทรัพยากรหมีกสายหรือหมีกยักษ์ บริเวณอ่าวไทยเริ่มมีความสำคัญ และถูกนำไปใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากทรัพยากรหมีกชนิดอื่นๆ หลายชนิดมีปริมาณลดลงจากการทำประมงมากเกินไปกำลังผลิตตามธรรมชาติ โดยปราศจากมาตรการการควบคุมตั้งแต่ในอดีตการบริโภคหมีกสายที่เพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้สัตว์น้ำชนิดนี้เป็นที่ต้องการและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยมีปริมาณการจับหมีกสายในอ่าวไทยเพิ่มขึ้นจาก 462 ตัน ในปี พ.ศ. 2514 เป็น 4,097 ตัน ในปี พ.ศ. 2515 (Chotiyaputta, 1993) จากนั้นผลการจับของหมีกสายนี้ก็ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอด จนในปี พ.ศ. 2536 มีปริมาณการจับถึง 13,681 ตัน (กรมประมง, 2536) กรมประมง (2544) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2541 หมีกสายที่จับได้ทั้งหมดในประเทศไทยมีปริมาณ 31,908 ตัน เป็นหมีกที่จับได้ในฝั่งอันดามัน 14,989 ตัน และเป็นส่วนที่จับได้จากอ่าวไทย 16,919 ตัน

หมีกสายชนิดที่พบในน่านน้ำไทยมีขนาดไม่ใหญ่นัก ถิ่นที่อยู่จะเป็นเขตชายฝั่งทะเลที่มีความลึกไม่มาก พื้นดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทราย หมีกสายส่วนใหญ่ถูกจับโดยเครื่องมือประมงอวนลากหน้าดิน (90%ของผลจับหมีกสายทั้งหมด) คือ อวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคู่ (Chotiyaputta, 1993) จากการประเมินสถานะทรัพยากรหมีกสายในอ่าวไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 – 2524 พบว่ามีการทำการประมงหมีกสายมากเกินไป (มาลา สุพงษ์พันธุ์ และกรรณา คงหมวก, 2524 อ้างถึงใน มาลา สุพงษ์พันธุ์, 2538) สำหรับการประเมินหมีกสายในภาพรวมระหว่างปี พ.ศ. 2514 – 2534 พบว่า ศักยภาพผลิตสูงสุด (MSY) ของหมีกสายเท่ากับ 8500 และ 7100 ตัน โดยวิธีการประเมินของ Schaefer และ Fox ตามลำดับ (มาลา สุพงษ์พันธุ์, 2538)

หมีกสายมีชุกชุมทั่วไปในอ่าวไทย พบได้ตามเขตชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง สมุทรปราการ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ จนถึง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา (ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517 และสมนึก ใช้เทียมวงศ์, 2536) ไพศาล สิทธิกรกุล (2517) รายงานว่า ชนิดของหมีกสายที่พบและมีการซื้อขายกันที่สะพานปลาเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ หมีกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* Robson, 1928 (marbled octopus) และหมีกสายสีตา *O. membranaceus* Quoy and Gaimard, 1832 (webfoot octopus) จากการสอบถามผู้ประกอบการบริเวณท่าขึ้นปลาใกล้แหล่งทำการประมงในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์พบว่า ชนิดของหมีกสายที่ตลาดต้องการและนำไปใช้ประโยชน์มากคือ หมีกสายลายหินอ่อน หรือหมีกสายลายเนื่องจากมีเนื้อหนากว่า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ทำวิทยานิพนธ์เกิดความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับ

ชีววิทยาประชากรของหมึกสายชนิดนี้ ประกอบกับในปัจจุบันปริมาณการจับหมึกสายยังมีมาก และมีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาด้าน พลวัตประชากรของหมึกสายชนิดนี้ และจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการทรัพยากรประมงได้ อย่างเหมาะสม โดยวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้คือ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ความยาวในรอบปี เพื่อประมาณค่าอัตราการเติบโต การตาย อัตราส่วนของหมึกวัยเจริญพันธุ์ จำแนกตามความยาว ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความตกของไข่ ความสัมพันธ์ระหว่างความตก ของไข่กับความยาวแมนเทิล และอัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อหมึกทั้งหมดจำแนกตามความยาว ของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* Robson, 1928 ที่ถูกจับโดยเรือประมงอวนลาก บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

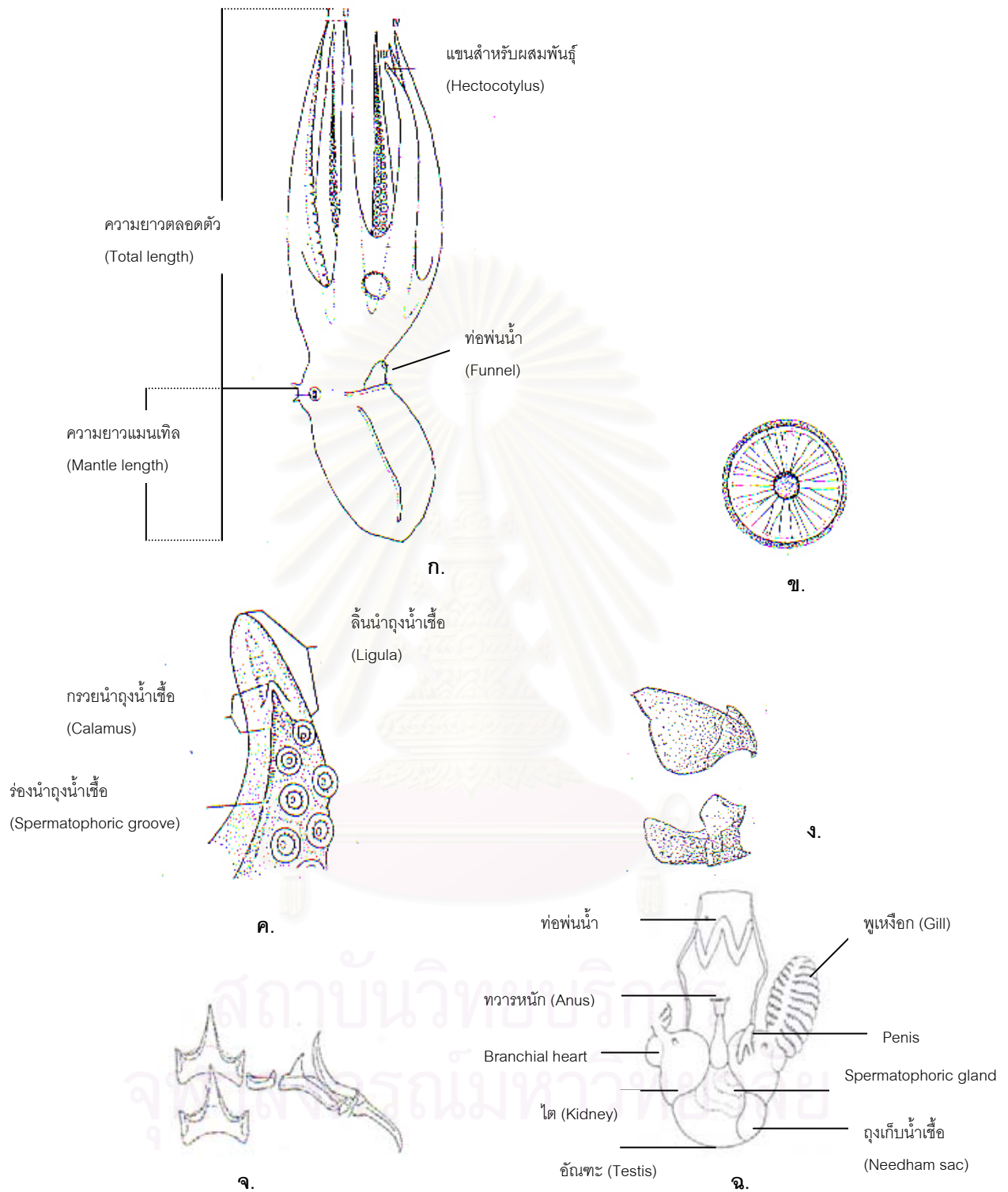
ลักษณะทั่วไปของหมึกสาย

“หมึกสาย” เป็นสัตว์ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) อยู่ในชั้นเซฟาโลพอดา (Class Cephalopoda) ซึ่งเป็นชั้นที่มีวิวัฒนาการสูงสุดในไฟลัมนี้ เป็นสัตว์ที่มีความว่องไว ว่ายน้ำได้ดี มีระบบประสาทเจริญดีมาก มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นแตกต่างกันออกไป เช่น ปลาเวาย ปลาไวยวาย หรือ หมึกยักษ์ เป็นต้น (จินดา เทียมเมธ, 2510 อ้างถึงใน นิตยา เลหาะจินดา และวิณาพานิชพงศ์, 2529) หมึกสายเป็นสัตว์ที่มีอุปนิสัยก้าวร้าว ชอบอยู่โดดเดี่ยวโดยอาศัยอยู่ตามโพรง ซอกหิน เปลือกหอยหรือภาชนะที่แตกหัก ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับพวกหมึกกล้วยและหมึกกระดอง ที่จัดไว้ในชั้นเดียวกัน

หมึกสายจัดอยู่ในอันดับออกโตโปดา (Order Octopoda) ครอบครัวยักษ์ออกโตโปดิดี (Family Octopodidae) มีลักษณะสำคัญ คือไม่มีกระดองหรือพัฒนาจนเหลือเล็กน้อย มีขนาดเพียง 4 คูรอบปาก อาศัยตั้งแต่ระดับน้ำลึกปานกลางจนถึงที่ตื้นชายฝั่ง (มาลา สุขงษ์พันธุ์, 2538) ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอ่าวไทยเป็นหมึกสายขาวและหมึกสายดำมี 5 ชนิด ได้แก่ *Octopus membranaceus* Quoy and Gaimard, 1832, *Octopus dollfusi* Robson, 1928, *Octopus aegina* Gray, 1849, *Cristopus indicus* (Orbigny, 1840) และ *Hapalochlaena maculosa* (Hoyle, 1883)

หมึกสาย (*Octopus* sp.) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

“Octopod” เป็นชื่อเรียกกลุ่มหมึกสายหรือหมึกยักษ์ ที่มีลักษณะพิเศษ คือมีขนาดเพียง 8 เส้นและปุ่มดูด (sucker) บนหนวดก็มีลักษณะต่างจากพวก “Decapod” (หมึกที่มีขนาด 10 เส้น ได้แก่ หมึกกล้วย หมึกหอม และหมึกกระดอง) คือมีลักษณะเป็นถ้วยไม่มีก้านและไม่ม้วนแหวนที่เป็นหนาม (horny ring) หนวดมีหน้าที่จับอาหาร ช่วยในการเคลื่อนที่ และยังช่วยในการสืบพันธุ์ด้วย โดยหนวดคู่ที่ 3 ของเพศผู้จะมีลักษณะแตกต่างจากหนวดเส้นอื่น ทำหน้าที่ถ่ายถุงน้ำเชื้อของเพศผู้ไปยังเพศเมียในระหว่างการผสมพันธุ์ เรียกหนวดเส้นนี้ว่า เฮกโตโคไทลัส (hectocotylus) (รูปที่ 2-1) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ส่วนปลายสุด เรียกว่า ลิ้นนำถุงน้ำเชื้อ (ligula) ถัดมากคือ กอวยน้ำถุงน้ำเชื้อ (calamus) และส่วนที่เป็นร่องยาวจากโคนแขนมายังกอวยน้ำถุงน้ำเชื้อเรียกว่า ร่องนำถุงน้ำเชื้อ (spermatophoric groove) (Wells, 1978 และ Roper et al, 1984)



รูปที่ 2-1 (ก.) ลักษณะภายนอกของหมึกสาย (Okutani et al., 1987 อ้างถึงใน สมนึก ใช้ เทียมวงศ์, 2536)

(ข.) ปุ่มดูดของหนวด (Roper et al., 1984)

(ค.) แขนแฮกโตโคไทลัส (Voss and Williamson, 1971 อ้างถึงใน สมนึก ใช้เทียมวงศ์, 2536)

(ง.) ขากรรไกร (jaws) บน-ล่าง (จ.) ฟันบด (radura teeth) (ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517)

(ฉ.) อวัยวะภายในของหมึกสาย (Okutani et al., 1987 อ้างถึงใน สมนึก ใช้เทียมวงศ์, 2536)

ส่วนหัว (Head) มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับลำตัว มีตา 1 คู่ มีปาก (buccal mass) อยู่ตรงกลาง ภายในประกอบด้วย ขากรรไกร (jaw) รูปร่างเหมือนปากนกแก้วและฟันบด (radura teeth) ซึ่งเป็นสารพวกไคติน (chitin) เป็นฟันเล็กๆ อยู่เป็นแถว 9 แถวตามยาว (ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517) อยู่ภายในเยื่อหุ้ม (buccal membrane) ซุดปากนี้จะไม่ติดกับส่วนหัวหรือส่วนใดเลย แต่จะลอยอยู่ในแอ่งเลือด ทำให้สามารถเคลื่อนไหวอย่างอิสระ (จารุวัฒน์ นภิตะภักฏ, 2536)

ลำตัวหมึกสาย (trunk) (รูปที่ 2-1) มีลักษณะคล้ายถุง ปกคลุมด้วยแผ่นแมนเทิล (mantle) ห่อหุ้มเหงือก (gill lamella) และอวัยวะภายใน (visceral mass) ไว้ ไม่มีครีบช่วยในการว่ายน้ำเหมือนหมึกชนิดอื่น มีท่อพ่นน้ำ (funnel) อยู่ใต้ส่วนหัว ลักษณะโครงสร้างแข็งหรือเปลือกจะหายไปอย่างสมบูรณ์

แผ่นแมนเทิลจะมีเซลล์เม็ดสีที่เรียกว่า โครมาโตฟอร์ (chromatophore) กระจายอยู่ทั่วไป โดยมีทางด้านหลัง (dorsal) มากกว่าด้านท้อง (ventral) โครมาโตฟอร์เป็นเซลล์ที่มีรงควัตถุ (pigment) สีต่างๆ (ดำ น้ำตาล น้ำเงิน และเหลือง) อยู่ในเซลล์ทำให้สีของผิวตัวหมึกเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่ตกใจ ตื่นตัว หรือขณะเกี่ยวพาราสิก่อนจะสืบพันธุ์หรือขณะต่อสู้ป้องกันตัวหรือเพื่อการหลบหลีกศัตรู (บพิท จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2540)

อวัยวะภายในของระบบต่างๆ ของหมึกสายคล้ายกับที่พบในหอยแต่เพิ่มถุงหมึก (Ink sac) ซึ่งเป็นอวัยวะพิเศษของหมึกโดยเฉพาะ ในหมึกสายถุงหมึกจะมีขนาดเล็กมาก ผนังของถุงหมึกมีต่อมสร้างหมึกและเก็บน้ำหมึกไว้ในถุง เมื่อถุงบีบตัวหมึกจะพุ่งออกทางทวารหนักและออกนอกตัวทางท่อหน้า ใช้สำหรับป้องกันตัวเพราะหมึกมีสารแอลคาลอยด์ (alkaloid) และมีกลุ่มเม็ดสีเมลานิน (melanin) ที่เป็นสีน้ำตาลเข้มและสีดำ ช่วยอำพรางและรบกวนการตามกลิ่นของปลาได้ (บพิท จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2540)

การกินอาหารและการดำรงชีวิต

หมึกสายเป็นสัตว์ที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร โดยปกติจะกินพวกปลา กุ้ง ปู หอยต่างๆ เป็นอาหาร โดยการใช้นวดจับเหยื่อดันเข้าปาก แล้วใช้ขากรรไกรกัดและฉีกเนื้อ ปล่อยน้ำย่อยที่สร้างจากต่อมน้ำลาย (salivary gland) ซึ่งมีพิษต่อระบบประสาท (neurotoxin) ทำให้เหยื่อไม่สามารถเคลื่อนไหวได้และยังช่วยย่อยเนื้อบางส่วนด้วย หลังจากเคี้ยวเหยื่อให้แหลกแล้วจึงกลืนลงสู่กระเพาะโดยผ่านหลอดอาหารซึ่งไปเป็นกระเพาะเรียกว่า กระเพาะพักหรือครอพ (crop) จากนั้น

อาหารจะถูกย่อยที่กระเพาะและลำไส้ ก่อนที่สารอาหารจะถูกดูดซึมไปเลี้ยงร่างกายทางกระแสเลือดต่อไป (บพิธ จารุพันธุ์และนันทพร จารุพันธุ์, 2540)

หมึกใช้เหงือก (gill หรือ ctenidium) และแผ่นแมนเทิลในการหายใจ ซึ่งมีวิธีการคล้ายกับที่พบในหอย โดยที่น้ำไหลเข้าบริเวณรอบๆ ไชฟอน แล้วผ่านเหงือกเพื่อการแลกเปลี่ยนออกซิเจน แล้วไหลออกทางไชฟอนพร้อมกับของเสียอื่นๆ ที่ขับออกจากเหงือกและไต (nephridium) (เชาว์ ชิโนรักษ์ และพรรณี ชิโนรักษ์, 2518)

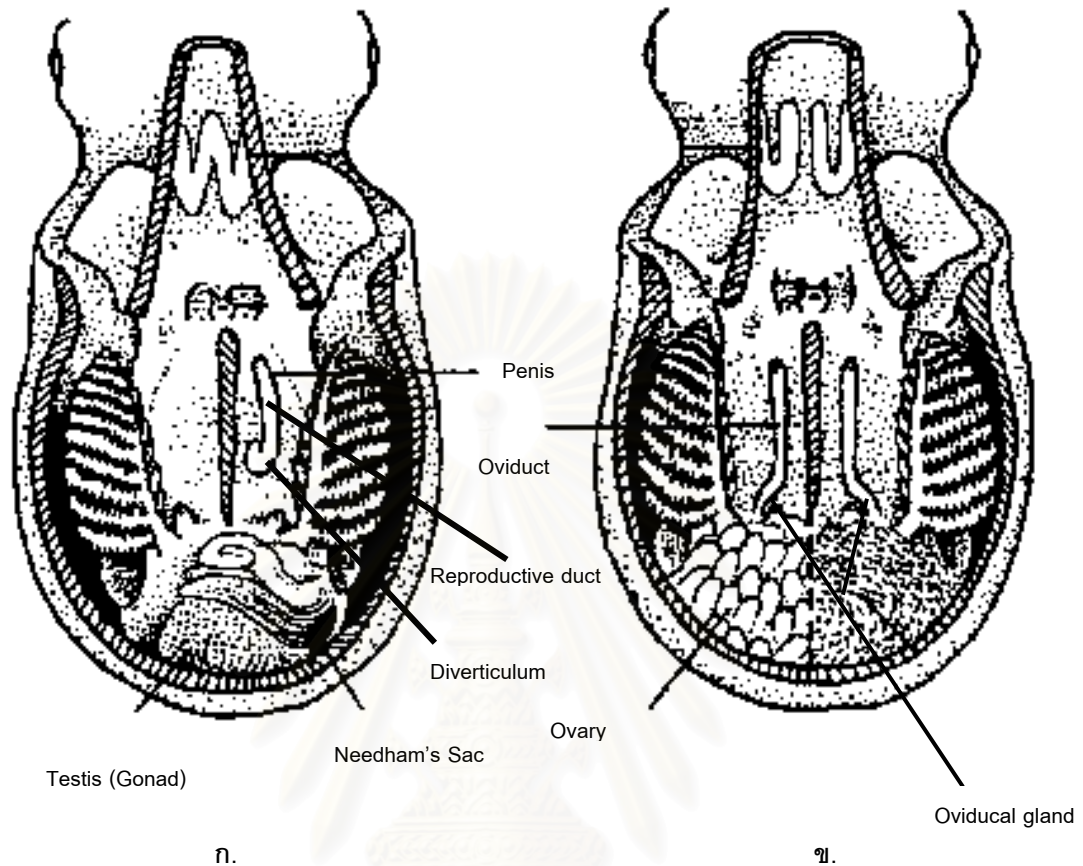
การเคลื่อนที่ของหมึกสายแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ หนึ่งการเคลื่อนที่โดยการคืบคลานไปตามพื้นโดยอาศัยหนวดและปุ่มดูดยึดพื้น แล้วดึงตัวตามไปพร้อมกับอาศัยการพ่นน้ำจากท่อพ่นน้ำช่วยพยุงตัว และสองการเคลื่อนที่โดยพุ่งตัวหรือว่ายน้ำ จะใช้การพ่นน้ำออกจากท่อพ่นน้ำอย่างแรงเพื่อเป็นแรงดันตัวไปกลางน้ำเช่นเดียวกับหมึกชนิดอื่น โดยให้ทางด้านหัวไปก่อน รวบหนวดเข้าหากัน ส่วนมากเป็นการเคลื่อนที่ในกรณีที่ต้องการความรวดเร็ว เช่น การเข้าหาเหยื่อหรือหลบซ่อนศัตรู (จารุวัฒน์ นะภิตะภักฎ, 2528)

การสืบพันธุ์

1. การจำแนกเพศ (Sex determination)

การจำแนกเพศของหมึกสายสามารถทำได้จากการพิจารณาลักษณะภายนอก โดยสังเกตจากปลายของหนวดเส้นที่ 3 ข้างซ้ายหรือขวาของหมึกเพศผู้ที่เรียกว่า เฮกโตโคไทลัส ที่มีกรดคัดแปลงเพื่อใช้ส่งเซลล์สืบพันธุ์สู่เพศเมียซึ่งบริเวณปลายหนวดนี้ไม่มีปุ่มดูด ส่วนในหมึกเพศเมียหนวดเส้นนี้จะมีลักษณะปกติมีปุ่มดูดเรียงไปจนสุดปลายหนวด

ในกรณีที่หนวดเส้นนี้ขาดหายไปสามารถแยกเพศจากลักษณะภายใน เพศผู้มีระบบสืบพันธุ์ประกอบด้วย อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (penis) เป็นส่วนปลายที่นำเซลล์สืบพันธุ์ (reproductive duct) อยู่ถัดจากถุงเก็บน้ำเชื้อ (Needham's sac) และอวัยวะ (testis) ในหมึกสายพบว่าโคนของอวัยวะสืบพันธุ์มักยื่นเป็นตุ่มเรียกว่า ไตเวอร์ติคูลัม (diverticulum) ส่วนเพศเมียระบบสืบพันธุ์ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) เป็นถุงเดี่ยวขนาดใหญ่ 1 อัน ท่อนำไข่ (oviduct) 2 ท่อ และต่อมโอวิดักเคิล (oviducal glands) (รูปที่ 2-2)



รูปที่ 2-2 (ก.) ระบบสืบพันธุ์ของหมึกสายเพศผู้

(ข.) ระบบสืบพันธุ์ของหมึกสายเพศเมีย

(แหล่งที่มา: www.pdc.dfo-mpo.gc.ca/ops/fm/mplans03/Octopus03/plan-final.PDF)

2. ระยะการเจริญพันธุ์ (Maturity Stage)

ระยะการเจริญพันธุ์สามารถตรวจสอบได้จากลักษณะและขนาดของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonads) ขณะที่หมึกสายยังไม่เจริญพันธุ์ (immature) อวัยวะเพศจะมีขนาดเล็ก มีการพัฒนาของต่อมและท่อที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์น้อยมาก ในเพศผู้ที่กำลังเจริญพันธุ์ (maturing) อัณฑะมีขนาดใหญ่ขึ้น ท่อส่งน้ำเชื้อขยายขนาดและเห็นชัดเจนขึ้น ส่วนเพศเมียรังไข่มีขนาดใหญ่ มีสีออกเหลืองหรือส้ม และเมื่อถึงระยะเจริญพันธุ์ (mature) เพศผู้จะพบถุงน้ำเชื้อ (spermatophores) ใน Needham's sac และอาจพบถุงน้ำเชื้อนี้ได้ทั้งบริเวณปลายอวัยวะเพศของเพศผู้ เพศเมียเมื่อเจริญพันธุ์เต็มที่รังไข่จะมีขนาดใหญ่มาก เยื่อหุ้มรังไข่ขยาย ลักษณะโปร่งใส

เห็นเม็ดไข่ (eggs) ภายในไข่ (www.pdc.dfo-mpo.gc.ca/ops/fm/mplans03/Octopus03_plan-final.PDF)

หมึกสายมีการสืบพันธุ์แบบแยกเพศ เพศผู้มีอวัยวะทำหน้าที่ผลิตเซลล์สืบพันธุ์คือ สเปิร์ม (sperm) สเปิร์มจะถูกเก็บไว้ในถุงเก็บสเปิร์มหรือถุงเก็บน้ำเชื้อซึ่งคือ สเปิร์มมาโตฟอร์ (spermatophore) ที่มีลักษณะเป็นหลอดหรือท่อ มีผนังหลายชั้นบิดเป็นเกลียว ปลายสุดของเป็น กระเปาะรูปไข่ ด้านหน้ามีอวัยวะฉีดสเปิร์ม (ejaculatory apparatus) โดยมีฝาปิด (cap) เวลาผสมพันธุ์ถุงน้ำเชื้อที่อยู่ปลายอวัยวะสืบพันธุ์จะถูกส่งไปตามร่องนำถุงน้ำเชื้อสู่แขนผสมพันธุ์ เมื่อหมึกเพศผู้และเพศเมียมาจับคู่กัน เพศผู้จะใช้แขนผสมพันธุ์สอดเข้าสู่ช่องลำตัวของเพศเมีย เพื่อถ่ายถุงน้ำเชื้อ ถุงเก็บน้ำเชื้อจะเข้าสู่ช่องเปิดของท่อหน้าไข่โดยตรง ไม่มีถุงรับน้ำเชื้อจากเพศผู้เหมือนหมึกชนิดอื่น และส่วนใหญ่จะทิ้งส่วนปลายของแขนผสมพันธุ์ไว้ในเพศเมีย (บทพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2540) แต่ถ้าเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์ยังไม่เจริญพันธุ์ ไข่ยังไม่พร้อมที่จะได้รับการผสม ถุงน้ำเชื้อนี้จะถูกนำไปเก็บไว้ที่ สเปิร์มมาทิกา (spermathecae) ที่อยู่ในต่อมอิวิดักเคิลก่อน แล้วรอจนกว่าไข่พร้อมที่จะผสมพันธุ์ต่อไป (Wells, 1978)

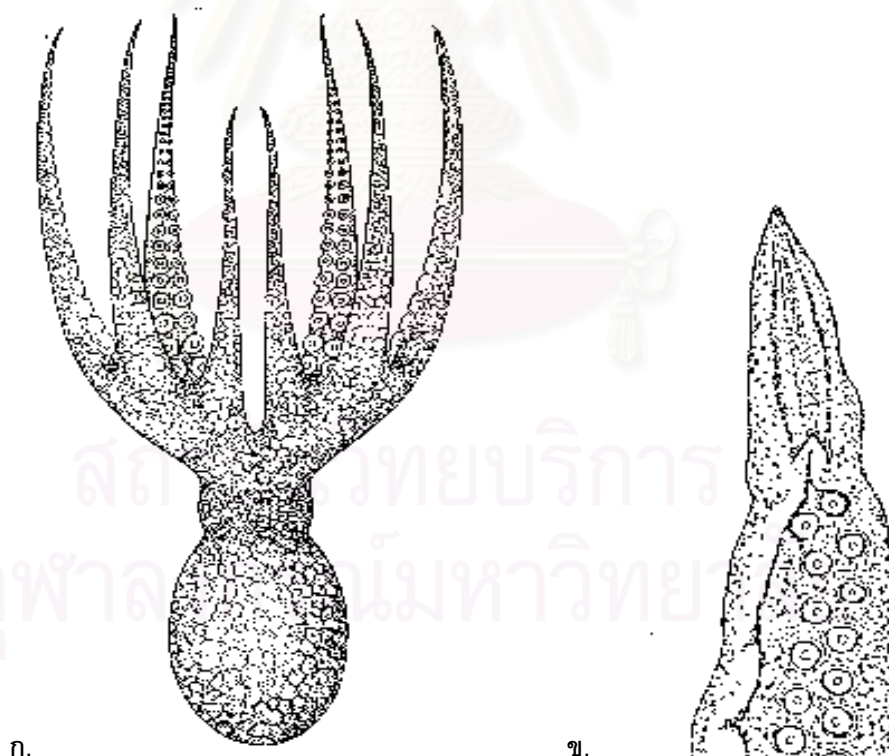
การวางไข่และฤดูการวางไข่

หมึกสายเป็นสัตว์ที่มีการวางไข่ได้ครั้งเดียวในชีวิต และเป็นประเภทที่ทยอยวางไข่ (continuous spawning) (Villanueva, 1992) หรือวางไข่แบบบางส่วน (partial spawners) คือ จะใช้ระยะเวลาในการวางไข่ เนื่องจากในรังไข่มีไข่ที่อยู่ในระยะการพัฒนานี้ที่แตกต่างกัน ซึ่งไข่ที่อยู่ใกล้ท่อหน้าไข่จะมีลักษณะใสมากกว่าส่วนอื่น ๆ (Wells, 1978) ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการวางไข่มีตลอดทั้งปี โดยอาจพบเพศเมียที่มีไข่แก่พร้อมสำหรับการผสมพันธุ์ได้ในทุกเดือน

หลังจากที่ไข่ได้รับการผสมแล้ว เพศเมียจะหาสถานที่วางไข่ โดยปกติในกลุ่มหมึกกล้วย และหมึกกระดอง เมื่อเพศเมียวางไข่แล้วก็จะตายไป (บทพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2540) แต่หมึกสายจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างออกไปนั่นคือ เมื่อวางไข่แล้วจะดูแลไข่ของมันจนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวซึ่งตลอดเวลาที่แม่หมึกสายดูแลไข่นี้มันจะไม่กินอาหารและหลังจากที่ไข่ฟักหมด แม่หมึกสายก็จะตาย ลูกหมึกสายที่ฟักออกมาจากไข่เรียกระยะนี้ว่า พาลาลาวา (paralarvae) ซึ่งมีลักษณะเหมือนพ่อแม่ สามารถว่ายน้ำและหาอาหารเองได้ (Wells, 1978)

ลักษณะเด่นของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi* Robson, 1928

ลำตัวเป็นรูปไข่ยาว หัวเล็ก ตาขนาดเล็ก ไม่มีตุ่ม (cirri) เหนือตา ท่อพ่นน้ำเป็นรูปกรวยสั้น อยู่ทางด้านท้อง ปลายท่อโผล่ออกที่ได้หนดคู่ที่ 4 แต่ไม่ถึงโคนหนด หนดใหญ่ ยาวปานกลาง หนดคู่ที่ 1 สั้นที่สุด หนดแต่ละเส้นมีแผ่นหนัง (interbranchial web) เชื่อมระหว่างหนดไว้ ปุ่มดูดบนหนดเรียงตัวเป็นแถว 2 แถว แต่ละแถวจะอยู่เยื้องกันเล็กน้อย บริเวณใกล้กับปาก ปุ่มดูด 6 อันจะเรียงเป็นแถวเดียว ถ้าเป็นเพศผู้ปุ่มดูดบริเวณโคนหนดคู่ที่ 2 และ 3 มีขนาดใหญ่กว่าปุ่มดูดบนหนดคู่อื่น (ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517) ลักษณะแขนผสมพันธุ์ของหมึกสายชนิดนี้ ส่วนปลายสุดของหนดคู่ที่ 3 ข้างขวา มีลักษณะแบนรูปช้อน ปลายแหลมมน มีความยาวประมาณ 8-10% ของความยาวหนด กรวยนำถุงน้ำเชื้อ และร่องนำถุงน้ำเชื้อเจริญดีมากและเห็นได้ชัดเจน สีผิว ลำตัว หัว และหนดทางด้านหลังมีสีเข้มกว่าด้านท้อง ผิวเป็นตุ่มขรุขระรูปไข่กระจายทั่วไป รูปร่างของปุ่มเป็นลายสานกันเป็นตาข่าย เหงือกมี 8-9 พู (Roper *et al.*, 1984) (รูปที่ 2-3)



รูปที่ 2-3 (ก.) *Octopus dollfusi* Robson, 1928 (Roper *et al.*, 1984)

(ข.) แขนเฮกโตโคไทลัสของ *Octopus dollfusi* Robson, 1928

(ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517)

การกระจายของหมึกสายชนิด *Octopus dollfusi* Robson, 1928

พบหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ได้ทั่วไปแถบอินโดจีน ฮ่องกง (Roper et al, 1984) ส่วนในประเทศไทยพบได้บริเวณจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี สมุทรปราการ ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช และสงขลา (ไพศาล สิทธิกรกุล, 2517 และอนุวัฒน์ นทีวัฒนา, 2536) จากรายงานของ Roper et al. (1984) พบขนาดใหญ่ที่สุดคือ 9 เซนติเมตรหนัก 0.2 กิโลกรัม

การศึกษาทางด้านชีววิทยาประชากร

ปกติภายในประชากรสัตว์น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนและน้ำหนักรวมอยู่ตลอด ปัจจัยต่างๆ ที่คอยควบคุมการเปลี่ยนแปลงนี้ก็คือ การเกิด (natality) การเติบโตของสัตว์น้ำแต่ละตัว (growth) การทดแทนที่ของสัตว์น้ำรุ่นใหม่ (recruitment) และการตาย (mortality) การเพิ่มและลดของประชากรสัตว์น้ำในขนาดที่เท่ากันและทำให้ขนาดของประชากรคงที่ได้ จะทำให้ประชากรอยู่ในสภาวะสมดุล (steady stage)

การเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำที่นักชีววิทยาประมงสนใจนั้นเป็นส่วนหนึ่งของประชากรที่เราจับมาใช้ประโยชน์ (usable stock) ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่มีขนาดโตพอที่จะถูกจับ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใน usable stock นี้เกิดขึ้นเนื่องจากการเติบโต การทดแทนที่ และการตายเท่านั้น ซึ่งการตายที่เกิดขึ้นกับประชากรในส่วนนี้จะมีสาเหตุจากการตายโดยธรรมชาติ และการตายจากการทำประมง ปรีชา สมมณี (2526) อ้างถึงโมเดลทางคณิตศาสตร์ของ Russell ที่อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไว้ดังนี้

$$S_2 = S_1 + (R + G) - (D + Y) \quad (1)$$

เมื่อ S_2 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนปลายปี

S_1 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนต้นปี

R = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทดแทนที่

G = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโต

D = น้ำหนักที่ลดลงจากการตายโดยธรรมชาติ

Y = น้ำหนักในส่วนที่ถูกจับ

เพื่อให้สมการข้างต้นอยู่ในสภาวะสมดุล เราต้องควบคุมส่วนที่ถูกจับมาใช้ประโยชน์ เพราะปัจจัยอื่นๆ นั้นเราไม่สามารถควบคุมได้ทั้งเรื่องการเติบโต การทดแทนที่ และการตายโดยธรรมชาติ สมการดังกล่าวยังแสดงปัจจัยต่างๆ ในรูปของน้ำหนักซึ่งเป็นการยากที่จะทำการประมาณค่าของปัจจัยเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มาใช้ แทน

การเติบโตและการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

การเติบโต (growth) หมายถึง การเพิ่มความยาวและน้ำหนัก เมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น ซึ่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงเป็นปัจจัยที่เข้าไปรวมกับมวลชีวภาพที่มีอยู่เดิม เพื่อเป็นการทดแทน ส่วนที่สูญเสียไป อันเนื่องจากการตาย (mortality) ทั้งโดยธรรมชาติ (natural mortality) และโดยการประมง (fishing mortality) ดังนั้น การเติบโตจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะทำให้สต็อก (stock) หรือกลุ่มประชากรของสิ่งมีชีวิตคงอยู่ได้ โดยไม่เกิดความเสื่อมโทรมหรือสูญพันธุ์

การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตของสัตว์น้ำ โดยทั่วไปจะเป็นการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยอาศัยการประมาณอายุของสัตว์น้ำจากโครงสร้างแข็งในร่างกาย เช่น กระดุกหู (otolith) เกิด กระดุกสันหลัง ที่มีร่องรอยแสดงอายุที่เรียกว่า วงปี (annual rings) ซึ่งเป็นผลจากการลดอัตราการเติบโต ในช่วงฤดูที่ภูมิอากาศและอาหารไม่เหมาะสมในรอบปี ซึ่งวิธีนี้เหมาะสมกับสัตว์น้ำที่อยู่ในเขตอบอุ่น สำหรับสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนนั้น พบว่าการประมาณค่าการเติบโตของสัตว์น้ำในธรรมชาตินั้น มักอาศัยข้อมูลความยาวแทนที่จะอาศัยข้อมูลจากอายุ เหมือนสัตว์น้ำในเขตอบอุ่น

Sparre and Venema (1992) ได้อ้างถึง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ von Bertalanffy (1938) ที่ใช้กับการเติบโตของสัตว์น้ำ โดยที่สิ่งมีชีวิตนั้นต้องมีการเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) ซึ่งมีการเติบโตในรูปของความยาวคือ

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (2)$$

เมื่อ L_t = ความยาวของสัตว์น้ำเมื่ออายุ t (ซม.)

L_∞ = ความยาวสูงสุดเฉลี่ยที่สัตว์น้ำนั้นสามารถเติบโตได้ในธรรมชาติ
(asymptotic length; ซม.)

t = อายุของสัตว์น้ำ (ปี)

t_0 = อายุของสัตว์น้ำ เมื่อความยาวเท่ากับศูนย์
(arbitrary initial condition parameter; ปี)

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต (curvature parameter; ปี)

และในรูปของน้ำหนัก คือ

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

เมื่อ $W_\infty = qL_\infty^3 \quad (4)$

ก่อนที่จะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตตามแบบจำลองของ von Bertalanffy (1938 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) นั้น จะต้องมีการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบความยาวเพื่อหาค่าความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุตามวิธีการของ Bhattacharya (Sparre and Venema, 1992) ซึ่งสามารถคำนวณค่าความยาวเฉลี่ยได้โดยการแปลงข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุที่มีการแจกแจงแบบปกติ ให้เป็นข้อมูลของกลุ่มประชากรในรูปเส้นตรง และคาดคะเนความเป็นไปได้ของรุ่นสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นในแนวเส้นตรงก่อน จากนั้นจึงคำนวณหาค่าความยาวเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มอายุ นำค่าความยาวเฉลี่ยมาทำการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต (L_∞ และ K) ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่นวิธี Gulland and Holt Plot (1959 อ้างใน Sparre and Venema, 1992) หรือวิธี Ford-Walford Plot (Ricker, 1958 อ้างใน Sparre and Venema, 1992) หรือวิธี von Bertalanffy Plot (von Bertalanffy, 1938 อ้างใน Sparre and Venema, 1992) เป็นต้น หลังจากได้ค่า L_∞ และ K แล้วนำไปประมาณค่า t_0 ตามสมการ von Bertalanffy

การตายและการประมาณค่าอัตราการตาย

การตาย (mortality) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้จำนวนสัตว์น้ำในกลุ่มประชากรลดลง ในธรรมชาติประชากรสัตว์น้ำที่ยังไม่มีการทำประมงเข้ามาเกี่ยวข้อง (virgin stock) การตายจะเกิดขึ้นเนื่องจากการตายโดยธรรมชาติ (natural mortality) เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมีการทำประมงเกิดขึ้นแล้ว (exploited population) การตายจะเกิดขึ้นเนื่องจากการตายโดยธรรมชาติและ การตายอันเนื่องจากการประมง (fishing mortality)

ดังนั้น การตายที่เกิดขึ้นในกลุ่มประชากรสัตว์น้ำทั้ง 2 กรณีนี้จะต้องมีการแยกแยะให้ชัดเจน โดยปกติแล้วการตายโดยธรรมชาตินั้น สมมติให้มีค่าคงที่ตลอดเวลา ส่วนการตายเนื่องจากการประมงจะขึ้นอยู่กับระดับการประมงหรือการลงแรง ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจำนวนสัตว์น้ำที่ตายทั้งหมดตามสาเหตุการตายได้ดังนี้

$$Z = F + M \quad (5)$$

เมื่อ Z = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม

F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง

M = ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

สามารถทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เมื่อไม่ทราบอายุที่แท้จริงของสัตว์น้ำ จากข้อมูลองค์ประกอบความยาว โดยอาศัยพารามิเตอร์การเติบโต L_{∞} และ K ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการเส้นโค้งผลจับเชิงเส้นที่ใช้ฐานข้อมูลองค์ประกอบความยาว (The Linearized catch curve base on length composition data) หรือเส้นโค้งผลจับสะสมที่ใช้ฐานข้อมูลองค์ประกอบความยาว (The cumulated catch curve base on length composition data) (Sparre and Venema, 1992)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

สุ่มตัวอย่างหมึกสายจากเรือประมงอวนลากคู่ ที่มีพื้นที่ทำการประมงบริเวณชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และนำมาขึ้นท่าขึ้นปลาที่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญแห่งหนึ่งใน อ่าวไทย กรมประมงกำหนดให้บริเวณดังกล่าวเป็นเขตการสำรวจที่ 4 จากทั้งหมด 9 เขตในอ่าว ไทย ซึ่งเป็นเขตที่สามารถทำการประมงได้ตลอดทั้งปี (รูปที่ 3-1)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

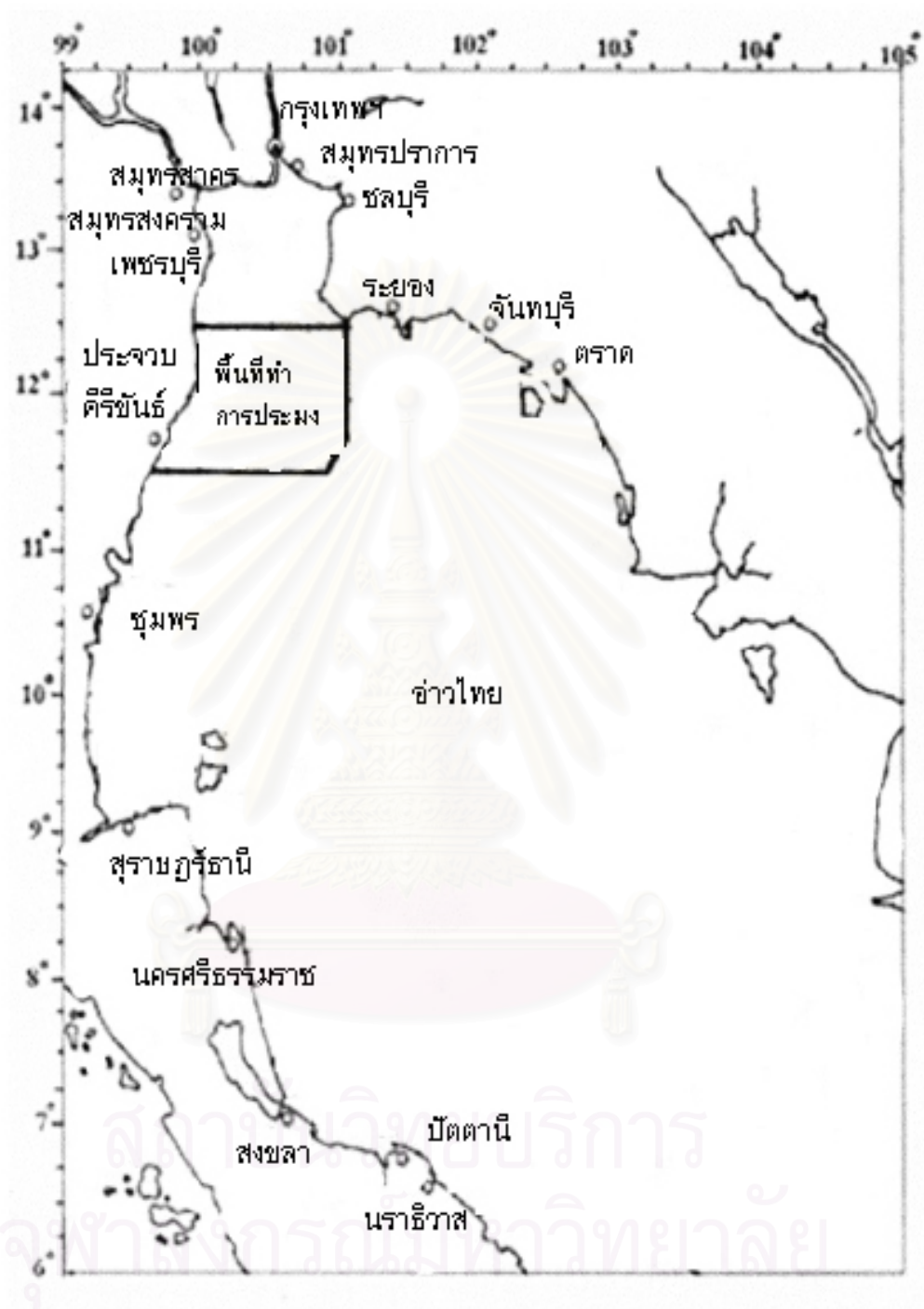
สุ่มเก็บตัวอย่างหมึกสายจากเรือประมงอวนลากคู่ เพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ การเติบโตและการตาย ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนัก และอัตราส่วนระหว่าง เพศเมียต่อจำนวนทั้งหมดจำแนกตามความยาว โดยสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งต่อเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ มกราคม 2545 – ธันวาคม 2545 โดยแบ่งการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้ (รูปที่ 3-2)

3.2.1 ข้อมูลน้ำหนักรวมทั้งหมดของหมึกสายที่จับได้ (WTL;กก.) จากเรือประมงที่ทำการ สุ่มตัวอย่าง

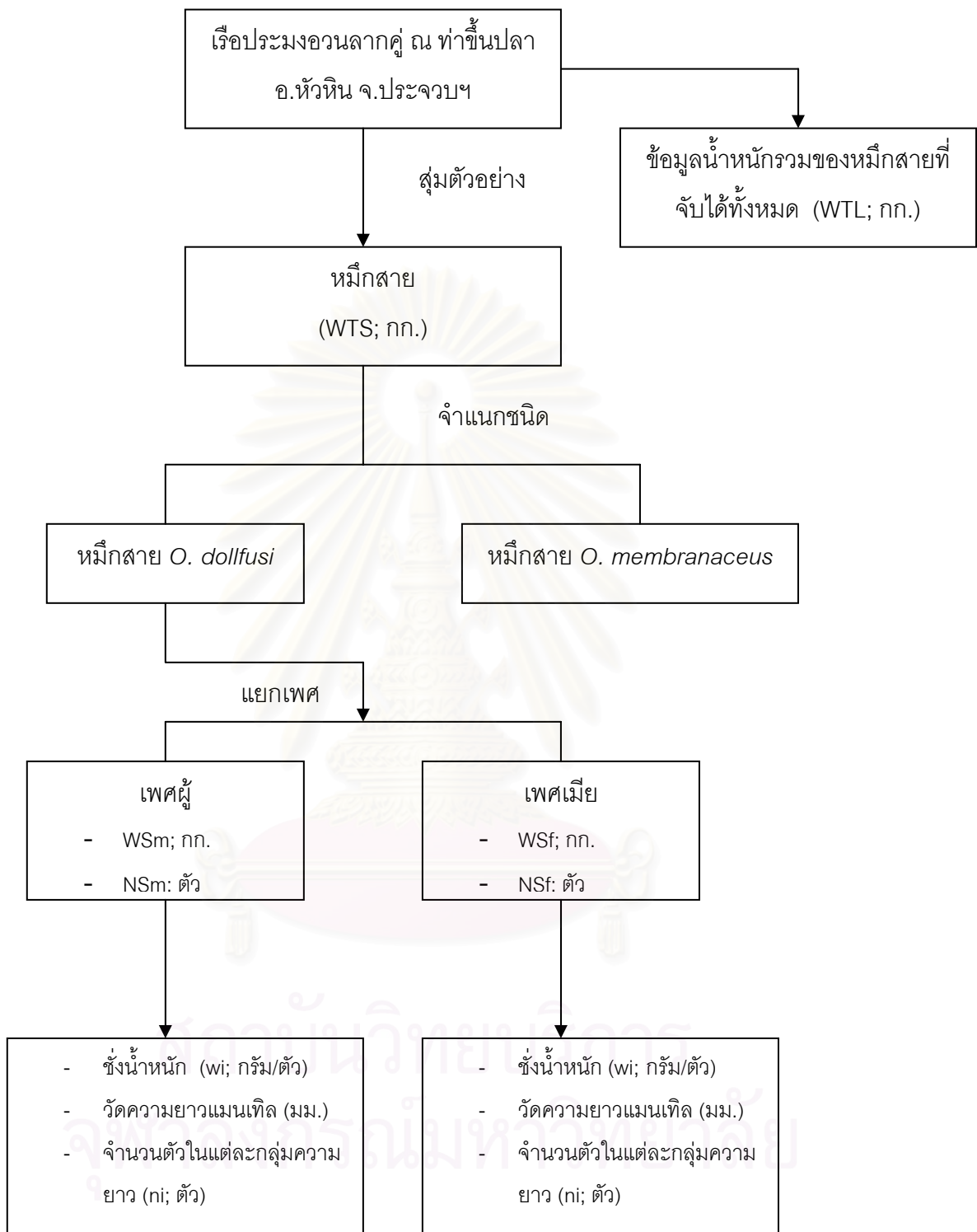
3.2.2 สุ่มตัวอย่างหมึกสาย ชั่งน้ำหนักรวมของตัวอย่างที่สุ่มทั้งหมด (WTS; กก.)

3.2.3 จำแนกชนิดของตัวอย่างหมึกสายที่สุ่ม (*O. dollfusi* และ *O. membranaceous*) นำตัวอย่างหมึกสายเฉพาะชนิด *O. dollfusi* มาแยกเพศ ชั่งน้ำหนัก (WSm และ WSf; กก.) และ นับจำนวนตัวในแต่ละเพศ (NSm และ NSf; ตัว)

3.2.4 นำตัวอย่างหมึกสายที่แบ่งเพศแล้ว มาชั่งน้ำหนัก (wi; กรัม) และวัดความยาวแมน เทิล (ML;มม.) ทุกตัว นับจำนวนตัวในแต่ละกลุ่มความยาว (ni;ตัว) ซึ่งแบ่งเป็นอันตรภาคชั้นที่มี ความกว้างชั้นละ 5.0 มม. (ตารางที่ 6-1 ภาคผนวก)



รูปที่ 3-1 พื้นที่ทำการประมงของเรือที่เก็บตัวอย่าง



รูปที่ 3-2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างหมึกสายจากเรือประมง

3.2.5 ข้อมูลน้ำหนักหมึกสายทั้งหมดที่จับได้ (ตัน)

รวบรวมข้อมูลน้ำหนักรวมทั้งหมดของหมึกสายที่จับได้โดยเรือประมงอวนลากคู่ ในพื้นที่ทำการประมงในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในแต่ละเดือนตลอดปี พ.ศ.2545 โดยได้รับข้อมูลจากคุณสุวิทย์ ขวัญจิตร¹ (ตารางที่ 6-2 ภาคผนวก)

3.2.6 ตัวอย่างสำหรับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ในการศึกษาอัตราส่วนของหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ความดกของไข่ และความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิล เก็บตัวอย่างโดยแช่ในน้ำแข็ง และนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสในตู้เย็นห้องปฏิบัติการเพื่อทำการศึกษา ณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การเตรียมข้อมูลและการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

นำข้อมูลความถี่ความยาวลำตัวของหมึกสายชนิด *O. dollfusii* ในแต่ละกลุ่มความยาวที่มีอันตรภาคชั้น 5.0 มม. จากข้อ 3.2.4 ซึ่งประกอบด้วยค่าความยาวกึ่งกลาง (mid length) ของแต่ละอัตราภาคชั้นกับจำนวนของหมึก (n_i) ในแต่ละกลุ่มความยาว ของแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่างมาประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตโดยใช้ชุดโปรแกรมสำเร็จรูป FAO-ICLAM Stock Assessment Tool, FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1995) จำแนกกลุ่มประชากรรุ่นต่าง ๆ ตามวิธีของ Bhattacharya (Sparre and Venema, 1992) เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยความยาวของหมึกสายแต่ละรุ่น และนำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต (L_∞ และ K) ตามวิธีการของ Gulland and Holt plot (1959 อ้างใน Sparre and Venema, 1992) ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณค่าพารามิเตอร์การเติบโตจากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ยสัตว์น้ำ $\bar{L}_t = \left(\frac{L_{t1} + L_{t2}}{2} \right)$ กับอัตราการเติบโต ณ เวลาที่กำหนด ซึ่งอยู่ในรูปสมการเส้นตรงดังนี้

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b * \bar{L}_t \quad (6)$$

¹ ผู้ประกอบการรับซื้อหมึกสายจากเรือประมง ณ ท่าขึ้นปลาอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \frac{\Delta L}{\Delta t} &= \text{อัตราการเติบโต} & a, b &= \text{ค่าคงที่} \\ \bar{L}_t &= \text{ค่าความยาวเฉลี่ยสัตว์น้ำ} \end{aligned}$$

ทั้งนี้ Sparre and Venema (1992) อ้างถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ดัดแปลงมาจากสมการการเติบโตของ von Bertalanffy ดังนี้

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = K(L_\infty - \bar{L}_t) \quad (7)$$

ดังนั้น สามารถประมาณค่า K และ L_∞ ได้จากค่า a และ b

$$\text{โดยที่} \quad K = -b \quad L_\infty = -a/b$$

เมื่อ L_∞ = ความยาวสูงสุดเฉลี่ยที่หมีกสามารถเติบโตได้ในธรรมชาติ (มม.)

K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี)

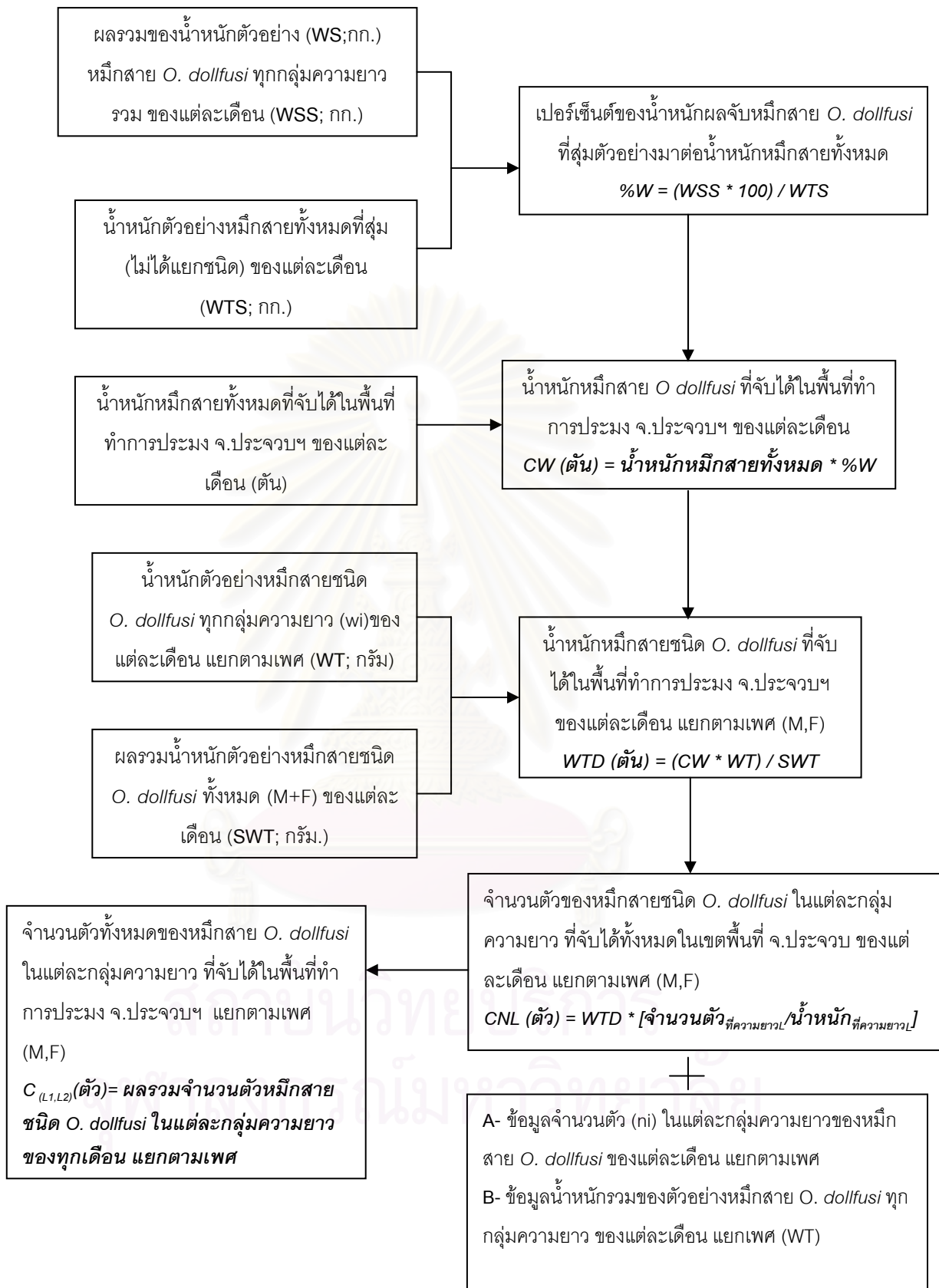
t = อายุของหมีกหลังจากฟักเป็นตัว (ปี)

เมื่อได้ค่า L_∞ และ K แล้ว ประมาณค่าอายุสมมติของหมีกสาย เมื่อมีความยาวแมนเทิลเป็นศูนย์ (t_0 ;ปี) โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพาะเลี้ยงของนิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พาณิชพงษ์ (2529) โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการฟักไข่ของหมีกสาย *O. dollfusi* ที่อุณหภูมิตั้งที่ 28 องศาเซลเซียสเท่ากับ 15 วัน (0.041 ปี)

3.4 การเตรียมข้อมูลและการประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย (รูปที่ 3-3)

3.4.1 เตรียมข้อมูลจำนวนตัว (n_i) ในแต่ละกลุ่มความยาวของหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ของแต่ละเดือน แยกเพศ (ตารางที่ 6-1 ภาคผนวก)

3.4.2 สร้างข้อมูลน้ำหนักรวมของตัวอย่างหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ในทุกกลุ่มความยาว (WT; กรัม) ของแต่ละเดือน แยกเพศ (ตารางที่ 6-3 ภาคผนวก)



รูปที่ 3-3 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเพื่อการประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

3.4.3 คำนวณเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลจับหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ต่อน้ำหนักหมึกสายที่จับได้ทุกชนิด (%W) ของเรือประมงที่สุ่มตัวอย่าง ของแต่ละเดือน (ตารางที่ 6-4 ภาคผนวก)

$$\%W = \frac{(WSS * 100)}{WTS} \quad (8)$$

เมื่อ WSS = ผลรวมของน้ำหนักตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ทุกกลุ่มความยาวทุกเพศ ของแต่ละเดือน (กก.)

WTS = น้ำหนักตัวอย่างหมึกสายทั้งหมดที่สุ่ม (ยังไม่ได้แยกชนิด) ของแต่ละเดือน (กก.)

3.4.4 คำนวณน้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ของแต่ละเดือน (CW ; ตัน) โดยคิดจาก %W (ตารางที่ 6-4 ภาคผนวก)

$$CW = \text{น้ำหนักหมึกสายทั้งหมด} * \%W \quad (9)$$

น้ำหนักหมึกสายทั้งหมด (ตัน) ได้จากข้อมูลในข้อ 3.2.5 (ตารางที่ 6-2 ภาคผนวก) และ %W คือค่าที่ได้จากในข้อ 3.4.3

3.4.5 ประเมินค่าน้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมงจ.ประจวบคีรีขันธ์ ของแต่ละเดือน แยกตามเพศ (WTD ; ตัน) (ตารางที่ 6-5 ภาคผนวก)

$$WTD = \frac{(CW * WT)}{SWT} \quad (10)$$

เมื่อ CW = น้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในแต่ละเดือน (ตัน)

WT = น้ำหนักตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ทุกกลุ่มความยาว (w_i ; กรัม) ในแต่ละเดือน แยกตามเพศ (กรัม)

SWT = ผลรวมของน้ำหนักตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ทุกกลุ่มความยาว ในแต่ละเดือน (กรัม)

3.4.6 ประมาณค่าจำนวนตัวของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ในแต่ละกลุ่มความยาวที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในแต่ละเดือน แยกตามเพศ (CNL;ตัว) (ตารางที่ 6-6 ภาคผนวก)

$$CNL = \frac{WTD * \text{จำนวนตัวที่ความยาว } L_{\text{(ตารางที่ 6-1 ภาคผนวก)}}}{\text{น้ำหนักที่ความยาว } L_{\text{(ตารางที่ 6-3 ภาคผนวก)}}} \quad (11)$$

เมื่อ $WTD =$ น้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ของแต่ละเดือนแยกตามเพศ (ตัน)

3.4.7 คำนวณจำนวนตัวทั้งหมดของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ในแต่ละกลุ่มความยาวที่จับได้ในพื้นที่ทำการประมงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ($C_{(L1,L2)}$;ตัว) แยกตามเพศ (ตารางที่ 6-6 ภาคผนวก)

$$C_{(L1,L2)} = \text{ผลรวมของจำนวนตัวของหมึกสายชนิด } O. \text{ dollfusi} \\ \text{ในแต่ละกลุ่มความยาวทั้งปี แยกตามเพศ}$$

Sparre and Venema (1992) กล่าวถึง การประมาณค่า Z จากเส้นโค้งผลจับเชิงเส้น จากความสัมพันธ์ของลอการิทึมของจำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับกับอายุของสัตว์น้ำ ซึ่งถ้าเป็นกลุ่มสัตว์น้ำในเขตร้อน การใช้ข้อมูลองค์ประกอบอายุจะเป็นเรื่องยาก จึงเปลี่ยนไปใช้ข้อมูลองค์ประกอบความยาวแทน โดยใช้สมการการเติบโตของ von Bertalanffy เพื่อเปลี่ยนอายุเป็นความยาว โดยใช้แบบจำลอง Length converted catch curve (เส้นโค้งผลจับที่เปลี่ยนเป็นความยาว) ดังสมการ

$$\frac{\ln C_{(L1,L2)}}{\Delta t_{(L1,L2)}} = c - Z * t_{\left(\frac{L1+L2}{2}\right)} \quad (12)$$

เมื่อ $C_{(L1,L2)} =$ ผลจับรวมของทุกเดือนในแต่ละกลุ่มความยาว (ตัว)

$\Delta t_{(L1,L2)} =$ ความแตกต่างระหว่างอายุ 2 ค่า (ปี)

$Z =$ สัมประสิทธิ์การตายรวม (ต่อปี)

$c =$ ค่าคงที่

โดยที่ $Y = \ln \frac{C_{(L1,L2)}}{\Delta t_{(L1,L2)}} \quad ; \quad X = t_{\left[\frac{(L1+L2)}{2}\right]}$

และ $b = -Z$

เมื่อ $\Delta t_{(L1,L2)} = t_{(L2)} - t_{(L1)} = \frac{1}{K} * \ln\left(\frac{(L_{\infty} - L_1)}{L_{\infty} - L_2}\right)$

และ $t\left(\frac{(L_1 + L_2)}{2}\right) = \left(\frac{(t_{L1} + t_{L2})}{2}\right)$

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M) จากสมการความสัมพันธ์ของ Taylor (1960 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992 และ ธนิษฐาน ทรรพนันทน์, 2543) ที่ใช้สำหรับหอยสองฝา(bivalve)

$$M = \frac{3}{t_{\max}} \quad (13)$$

$$t_{\max} = t_0 + \frac{3}{K} \quad (14)$$

เมื่อ t_{\max} = อายุสูงสุดของหมีก (ปี)

t_0 = ค่าอายุ หรือระยะเวลาที่ไข่มุกออกเป็นตัว (ปี)

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี)

และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) จากผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) กับสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 ชีวิตวิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi*

3.5.1 อัตราส่วนเพศ (Sex Ratio)

คำนวณอัตราส่วนเพศโดยรวมในธรรมชาติของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* โดยใช้ข้อมูลจำนวนตัวในแต่ละเพศของแต่ละเดือน โดยคำนวณให้อยู่ในรูปของจำนวนหมึกสายเพศเมียทั้งหมดต่อเพศผู้ทั้งหมด ดังสมการ

$$SR = \frac{N_f}{N_m} \quad (15)$$

เมื่อ SR = อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อเพศผู้

N_f = จำนวนหมึกสายเพศเมียทั้งหมด (ตัว)

N_m = จำนวนหมึกสายเพศผู้ทั้งหมด (ตัว)

ทดสอบอัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ว่าเท่ากับ 1:1 ในแต่ละเดือนโดยใช้วิธี ไคสแควร์ (chi-square) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

3.5.2 อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อหมึกสายทั้งหมดจำแนกตามความยาว

คำนวณอัตราส่วนเพศเมียในแต่ละกลุ่มความยาวของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* โดยใช้ข้อมูลจำนวนตัวจากการสุ่มตัวอย่าง ให้อยู่ในรูปของจำนวนหมึกสายเพศเมียต่อจำนวนหมึกทั้งหมดตามสมการ

$$SR_L = \frac{Nft_L}{Nmt_L} \quad (16)$$

เมื่อ SR_L = อัตราส่วนของจำนวนหมึกสายเพศเมียทั้งหมดต่อจำนวนหมึกทั้งหมดที่ความยาวกึ่งกลาง L

Nft_L = จำนวนหมึกสายเพศเมียทั้งหมด (ตัว) ที่ความยาวกึ่งกลาง L

Nmt_L = จำนวนหมึกสายทั้งหมด (ตัว) ที่ความยาวกึ่งกลาง L

ข้อมูลอัตราส่วนเพศมีประโยชน์ในการคาดคะเนความสามารถในการสืบพันธุ์และวางมาตรการควบคุมขนาดของหมึกที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

3.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (แมนเทิล) และน้ำหนัก

คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (แมนเทิล) และน้ำหนัก โดยใช้ข้อมูลความยาวลำตัวและน้ำหนักที่ซึ่งวัดจากการสุ่มตัวอย่าง (ทั้งที่แยกและไม่แยกเพศ)

$$W = qL^b \quad (17)$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวหมีกสาย (กรัม)

L = ความยาวแมนเทิล (มม.)

q, b = ค่าคงที่

ทดสอบค่า b ว่าเท่ากับ 3 หรือไม่ในสมการข้างต้น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้สมการ

$$t = \frac{(b-3)}{S_b} \quad (18)$$

$$\text{เมื่อ } S_b = \frac{S_{Y.X}}{\sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{n}}}$$

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวและน้ำหนัก นอกจากจะใช้ออกแบบการเติบโตได้แล้ว สมการความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักโดยเฉลี่ยที่ขนาดความยาวใดๆ ได้ และอาจใช้ข้อมูลน้ำหนักตัวในการคาดคะเนการเจริญพันธุ์ของหมีในแต่ละช่วงความยาวของแต่ละเดือนได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

สุ่มตัวอย่างหมึกสายสำหรับการศึกษาคั้งละประมาณ 2-3 กิโลกรัม นับจำนวน วัดความยาวแมนเทิล ซึ่งน้ำหนัก และแยกเพศ ตรวจสอบการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ทุกตัว ก่อนแบ่งกลุ่มของหมึกสายเพศเมียตามระยะการเจริญพันธุ์ โดยผ่าแมนเทิลของเพศเมียออกเพื่อตรวจสอบการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ รังไข่ (ovary) สังกัดจากสีและองค์ประกอบต่างๆ เพื่อแบ่งกลุ่มเพศเมียตามระยะการพัฒนาของรังไข่ (3 ระยะ) ตามวิธีการของ Sanchez and Obarti (1993 อ้างถึงใน Quetglas *et al*, 1998) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ยังไม่เจริญพันธุ์ (Immature) ระยะของรังไข่อยู่ในระยะที่ 1

Immature-I รังไข่มีสีขาว ขนาดเล็ก และยังไม่มียลักษณะของเม็ดไข่อยู่ภายใน

กลุ่มที่เจริญพันธุ์ (Maturing) ระยะของรังไข่อยู่ในระยะที่ 2 และ 3

Maturing-II รังไข่มีสีเหลืองอ่อนๆ พบลักษณะโครงสร้างเม็ดไข่อยู่ภายใน

Mature-III รังไข่มีขนาดใหญ่มาก สีเหลืองออกส้ม โปรงใส ภายในมีเม็ดไข่บรรจุอยู่เต็ม

ซึ่งนำหนักรังไข่ที่ถูกผ่าออกมาทั้งหมด และนำรังไข่ที่จัดอยู่ในกลุ่มเจริญพันธุ์มาเก็บรักษาในน้ำยาเกล็ดสัน (Gilson' fluid) (Simpson, 1951 อ้างถึงใน Bagenal, 1978) เพื่อป้องกันการเน่าสลายและเพื่อให้เม็ดไข่แข็งตัวสะดวกแก่การแยกไข่ออกจากกัน ก่อนแช่ในน้ำยาควรฉีกเยื่อหุ้มรังไข่ออกเพื่อให้ น้ำยาซึมเข้าภายในได้ดียิ่งขึ้น และแช่รังไข่ไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เขย่าขวดเก็บรักษารังไข่บ่อยๆ เพื่อให้ น้ำยาซึมซาบเข้าไปอย่างทั่วถึง

3.5.4 อัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว

คำนวณอัตราส่วนของหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว (P_L) เพื่อชี้บอกความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่หมึกจะมีรังไข่สมบูรณ์ ในแต่ละช่วงขนาดความยาวหรือความยาวจุดกึ่งกลาง โดยใช้ข้อมูลการจำแนกชั้นการเจริญของรังไข่ และแจกแจงข้อมูลให้อยู่ในรูปของการกระจายความถี่ขนาดความยาว ดังสมการ

$$P_L = \frac{Nfm_L}{Nft_L} \quad (19)$$

เมื่อ P_L = สัดส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมด ที่ขนาดความยาว L

Nfm_L = จำนวนหมึกเพศเมียที่มีรังไข่ชั้นสมบูรณ์เพศ (ตัว) ที่ความยาวจุดกึ่งกลาง L

Nft_L = จำนวนหมึกเพศเมียทั้งหมด (ตัว) ที่ความยาวจุดกึ่งกลาง L

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดที่เปลี่ยนไปตามช่วงความยาวต่างๆ โดยใช้ Logistic Curve (Sparre and Venema, 1992) ดังสมการ

$$P_L = \frac{1}{1 + e^{[S_1 - S_2 * L]}} \quad (20)$$

เมื่อ L = ความยาวแมนเทิล (มม.)

และแปลงสมการดังกล่าวให้เป็นสมการเส้นตรง ดังนี้

$$\ln\left[\left(\frac{1}{P_L}\right) - 1\right] = S_1 - S_2 * L \quad (21)$$

เมื่อ S_1 และ S_2 คือ ค่าจุดตัดแกน Y และค่าความชัน ตามลำดับ

และ $L_{50} = (\text{ค่าตัดแกน Y}) / (\text{ค่าความชัน}) \quad (22)$

เมื่อ L_{50} = ความยาวลำตัวเฉลี่ยที่หมึกเริ่มสืบพันธุ์ได้ (โอกาสร้อยละ 50 ที่รังไข่พัฒนาสู่ชั้นวัยเจริญพันธุ์; (มม.)

3.5.5 ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonado-somatic Index; GSI)

การคำนวณหาดัชนีความสมบูรณ์เพศ เป็นการหาความสัมพันธ์ของน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad weight) กับน้ำหนักตัว (body weight) ในระยะเวลาที่ต่างกัน เพื่ออนุมานช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ โดยนำอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) ที่ถูกผ่าออกมาของเพศเมีย

ทั้งหมด(รังไข่) นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาดัชนีความสมบูรณ์เพศของหมึกสายในแต่ละเดือนตามสมการ

$$GSI = \frac{wg}{wb} * 100 \quad (23)$$

เมื่อ GSI = ดัชนีความสมบูรณ์เพศ

wg = น้ำหนักของอวัยวะสืบพันธุ์ (กรัม)

wb = น้ำหนักตัว (กรัม)

นำข้อมูลจำนวนหมึกสายเพศเมียในแต่ละเดือนมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือนด้วยสมการ

$$\% Mature = \frac{F_m}{F_T} \quad (24)$$

เมื่อ F_m = จำนวนเพศเมียวัยเจริญพันธุ์

F_T = จำนวนเพศเมียทั้งหมด

3.5.6 ความตกของไข่ (Fecundity) และความสัมพันธ์ระหว่างความตกของไข่กับความยาวแมนเทิลของหมึกสายเพศเมีย

นำรังไข่ของเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์และเก็บรักษาอยู่ในน้ำยาไกลลัน มาชั่งน้ำหนักและสุ่มออกมานับจำนวนตามวิธีการ Gravimetric จากนั้นคำนวณความตกไข่ ตามสมการของ Fulton (1981 อ้างตาม ทวีป บุญวานิช และคณะ, 2541)

$$Fc = \frac{nG}{g} \quad (25)$$

Fc = ความตกของไข่ (ฟอง)

n = จำนวนของไข่ที่ได้จากสุ่มตัวอย่าง (ฟอง)

G = น้ำหนักของรังไข่ (กรัม)

g = น้ำหนักของรังไข่ที่ใช้สุ่มตัวอย่าง (กรัม)

คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความตลกของไข่กับความยาวแมนเทิล โดยนำค่าความยาวแมนเทิล (L-มม.) และความตลกของไข่ (Fc-ฟอง) แต่ละตัว มาหาค่าความสัมพันธ์ ซึ่งอยู่ในรูปสมการเส้นตรง (Holden and Raitt, 1974 อ้างถึงใน มาโนช รุ่งราตรี, 2537)

$$Fc = a * L^b \quad (26)$$

Fc = ความตลกของไข่ (ฟอง)

L = ความยาวแมนเทิล (ซม.)

a และ b = ค่าคงที่

และทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้สมการ

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (27)$$

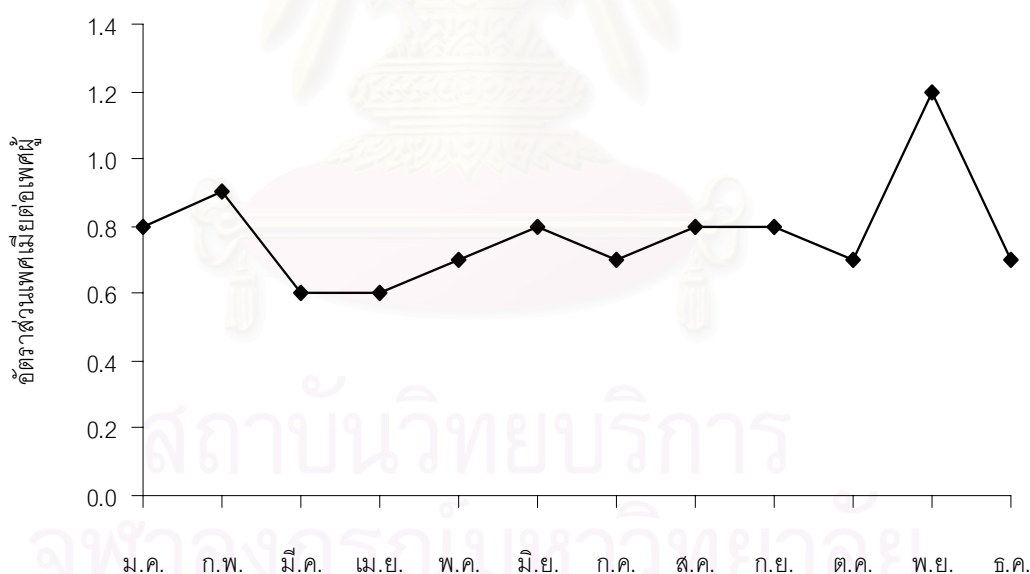
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ชีวิตวิทยาประชากรของหมึกสายลายหินอ่อน *Octopus dollfusi*

4.1.1 อัตราส่วนเพศ (Sex Ratio)

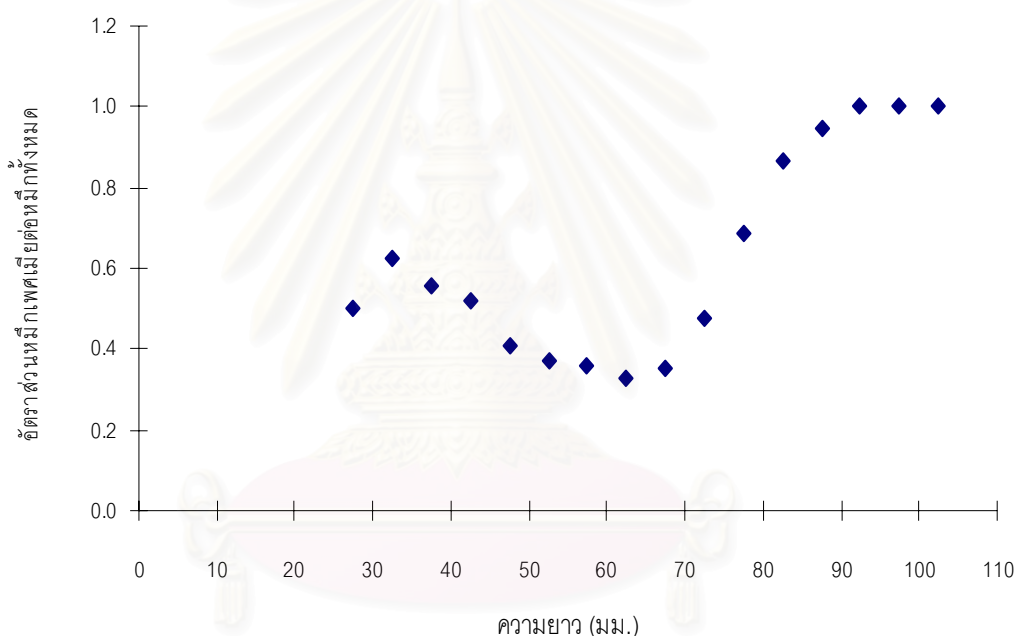
หมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่ทำการแยกเพศในแต่ละเดือน จากจำนวนตัวอย่างหมึกสายทั้งหมด 7,701 ตัว เป็นเพศผู้ 4,461 ตัว และเป็นเพศเมีย 3,240 ตัว เพศผู้มีจำนวนมากกว่าเพศเมียเกือบทุกเดือน ยกเว้นเดือนพฤศจิกายนที่มีจำนวนเพศเมียมากกว่าเพศผู้ เมื่อทดสอบอัตราส่วนเพศในแต่ละเดือนและในรอบปีทางสถิติ พบว่าอัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้โดยรวมตลอดทั้งปีไม่เท่ากับ 1:1 ($p < 0.05$) และอัตราส่วนเพศรายเดือนส่วนใหญ่ก็ไม่เท่ากับ 1:1 เช่นเดียวกัน ($p < 0.05$) มีเพียงเฉพาะเดือนมิถุนายนและเดือนพฤศจิกายนเท่านั้นที่อัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 1:1 (รูปที่ 4-1 และตารางที่ 6-7 ภาคผนวก)



รูปที่ 4-1 อัตราส่วนระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้ในแต่ละเดือน

4.1.2 อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อหมึกสายทั้งหมดจำแนกตามความยาว

หมึกสายเพศเมียชนิด *O. dollfusi* จำนวน 3,240 ตัว มีความยาวอยู่ระหว่าง 22.5-102.5 มม. และเพศผู้จำนวน 4,461 ตัว มีความยาวอยู่ระหว่าง 27.5-87.5 มม. อัตราส่วนหมึกเพศเมียต่อจำนวนหมึกทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาวตามสมการที่ 16 มีค่าระหว่าง 0.330-1.000 ที่ความยาว 27.5-92.5 มม. (ตารางที่ 6-8 ภาคผนวก) โดยอัตราส่วนเพศเมียต่อจำนวนหมึกทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ที่ความยาว 27.5 มม. จนมีค่าต่ำสุดที่ความยาว 62.5 มม. หลังจากนั้นอัตราส่วนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าเท่ากับ 1.0 ที่ความยาว 92.5 มม. (รูปที่ 4-2)



รูปที่ 4-2 อัตราส่วนหมึกเพศเมียต่อหมึกทั้งหมดในแต่ละช่วงความยาวของหมึกสาย

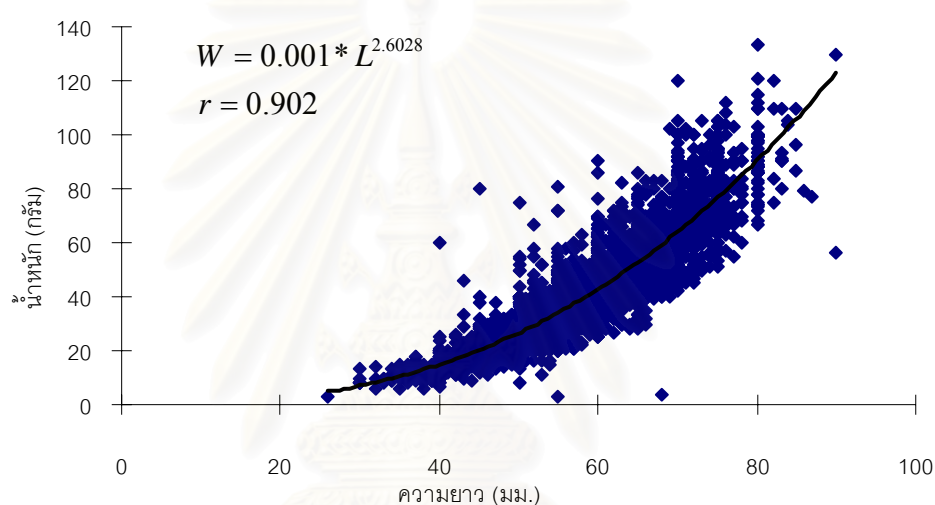
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (แมนเทิล) และน้ำหนัก

สุ่มตัวอย่างหมึกสายเพศผู้จำนวน 4,368 ตัว มีความยาวแมนเทิลตั้งแต่ 26 - 90 มม. ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 59.76 มม. น้ำหนักตัว 3 - 133 กรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 45.49 กรัม หมึกสายเพศเมียจำนวน 3,170 ตัว มีความยาวแมนเทิลตั้งแต่ 25 - 101 มม. โดยมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 61.00 มม. น้ำหนักตัว 3 - 180 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ย 48.30 กรัม

เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิล (L-มม.) กับน้ำหนัก (W-กรัม) ในรูปสมการที่ 17 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยของหมึกเพศผู้ (ตารางที่ 6-11 ภาคผนวก และรูปที่ 4-3) ได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{เพศผู้} \quad W = 0.001 * L^{2.6028} \quad (28)$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.902 และรูปแบบการเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก เนื่องจากค่า $b \neq 3$ เมื่อทดสอบตามสมการที่ 18 (t เท่ากับ -21.0940)

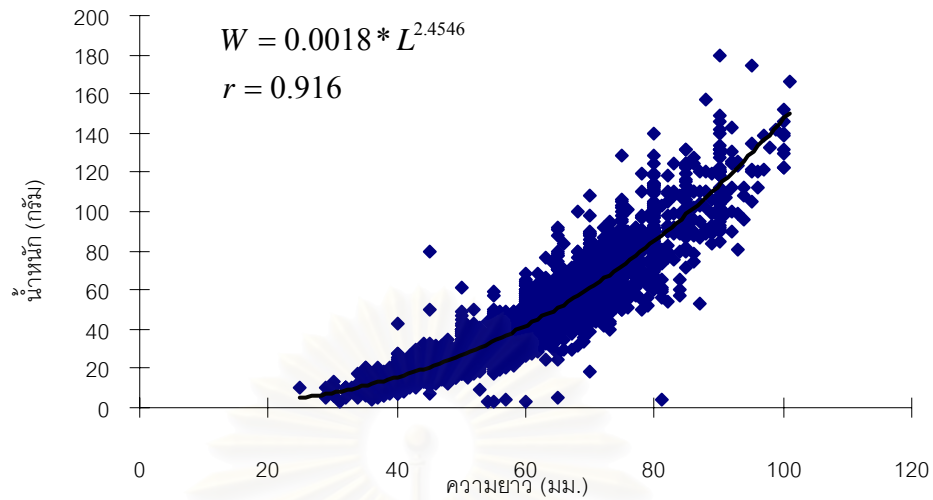


รูปที่ 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายเพศผู้

สำหรับหมึกเพศเมีย ได้ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอย (ตารางที่ 6-12 ภาคผนวก และรูปที่ 4-4) และสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{เพศเมีย} \quad W = 0.0018 * L^{2.4546} \quad (29)$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.916 และรูปแบบการเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก เนื่องจากค่า $b \neq 3$ เมื่อทดสอบตามสมการที่ 18 (t เท่ากับ -28.5266)

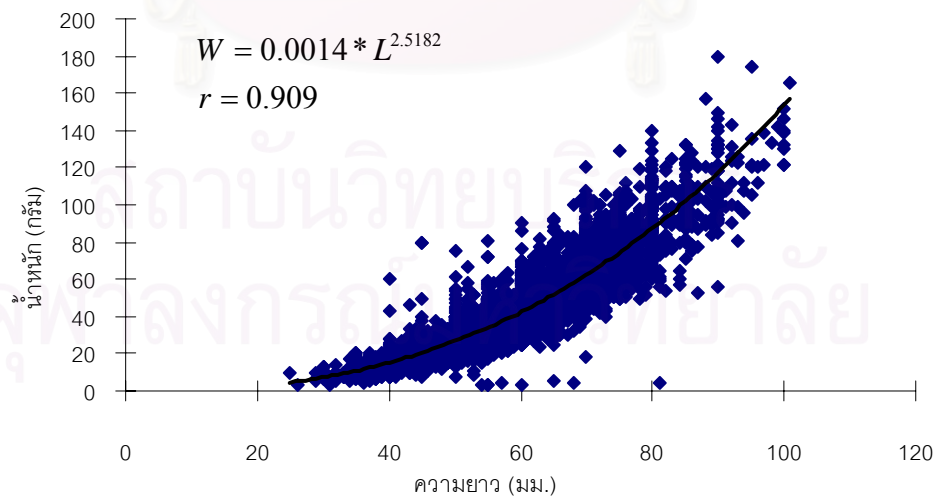


รูปที่ 4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายเพศเมีย

ส่วนแบบรวมเพศ ได้ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอย (ตารางที่ 6-13 ภาคผนวก และรูปที่ 4-5) และสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{รวมเพศ} \quad W = 0.0014 * L^{2.5182} \quad (30)$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.909 และรูปแบบการเติบโตเป็นแบบอัลโลเมตริก เนื่องจากค่า $b \neq 3$ เมื่อทดสอบตามสมการที่ 18 (t เท่ากับ -36.1820)



รูปที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับน้ำหนักของหมึกสายแบบรวมเพศ

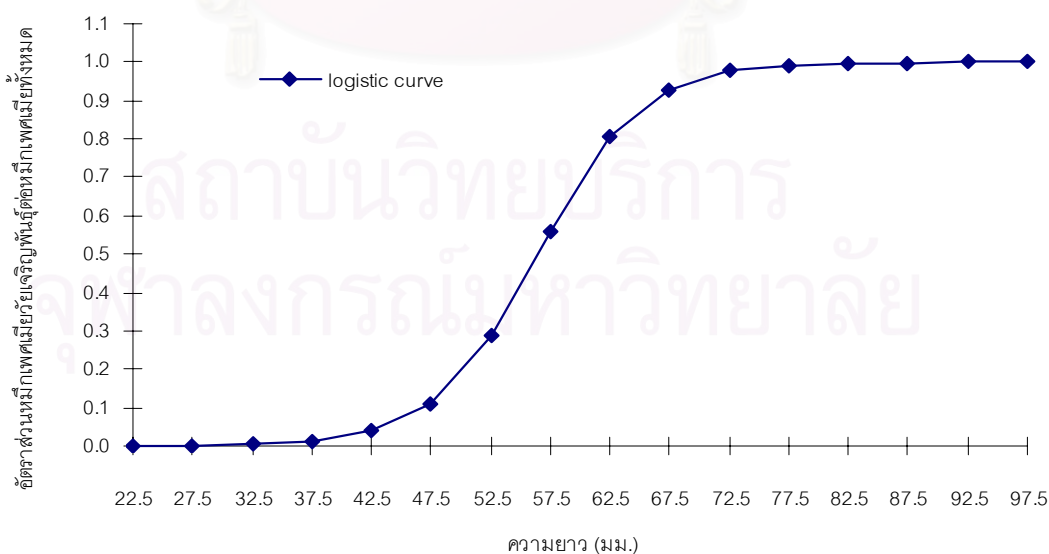
4.1.4 อัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว

จากการสุ่มตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* จำนวน 724 ตัว แยกเป็นเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ 427 ตัว มีความยาวตั้งแต่ 42.5-97.5 มม. และเพศเมียที่ไม่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ 297 ตัว ซึ่งมีความยาวตั้งแต่ 27.5-77.5 มม. ค่าอัตราส่วนของการเจริญพันธุ์ในแต่ละช่วงความยาวตามสมการที่ 19 พบว่ามีอัตราส่วนของการเจริญพันธุ์เริ่มต้นที่ 0.038 (ประมาณ 4%) ที่ความยาว 42.5 มม. และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความยาวโดยมีอัตราส่วนของการเจริญพันธุ์เท่ากับ 1.0 (100%) ที่ความยาว 82.5 มม. (ตารางที่ 6-9 ภาคผนวก)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของหมึกสายเพศเมียวัยเจริญพันธุ์ต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดกับความยาวตามสมการที่ 20 (ตารางที่ 6-14 ภาคผนวก) เป็นดังสมการ

$$P_L = \frac{1}{1 + e^{13.131 - 0.233 * L}} \quad (31)$$

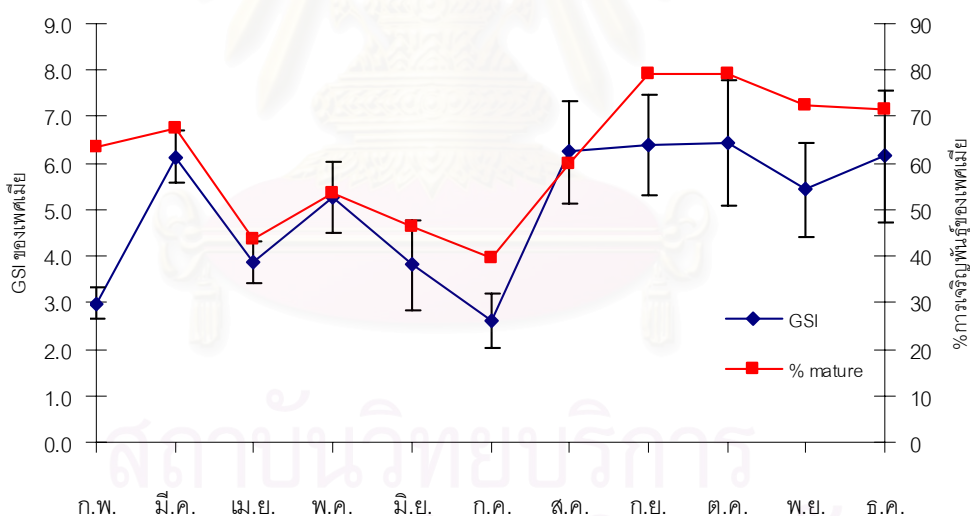
โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.978 และเมื่อแทนค่าความยาว (L) ในสมการข้างต้นจะได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว (รูปที่ 4-6) ซึ่งสามารถคำนวณค่า L_{50} ของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่เริ่มไขเริ่มมีการพัฒนาเข้าสู่ขั้นสมบูรณ์เพศได้เท่ากับ 56.35 มม.



รูปที่ 4-6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดกับความยาวของหมึกสายโดยใช้ Logistic curve

4.1.5 ดัชนีความสมบูรณ์เพศ

หมึกสายเพศเมีย มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงสุดในเดือนตุลาคม และจะมีค่าค่อนข้างต่ำในเดือนกุมภาพันธ์และสูงขึ้นในเดือนมีนาคม แล้วลดต่ำลงเล็กน้อยในช่วงเดือนเมษายน เพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม แล้วลดลงอย่างต่อเนื่องในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมก่อนที่จะสูงขึ้นในเดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม และต่อเนื่องไปจนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งในเดือนพฤศจิกายนนั้นจะมีค่าต่ำลงเล็กน้อย (รูปที่ 4-7 และตารางที่ 6-10 ภาคผนวก) ส่วนเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน พบว่าเดือนที่มีเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์คือเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศแล้วมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน (รูปที่ 4-7) และเมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศประกอบกับเปอร์เซ็นต์ของหมึกเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์พบว่า หมึกสายชนิดนี้มีช่วงฤดูวางไข่ที่เด่นชัดอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม และช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม



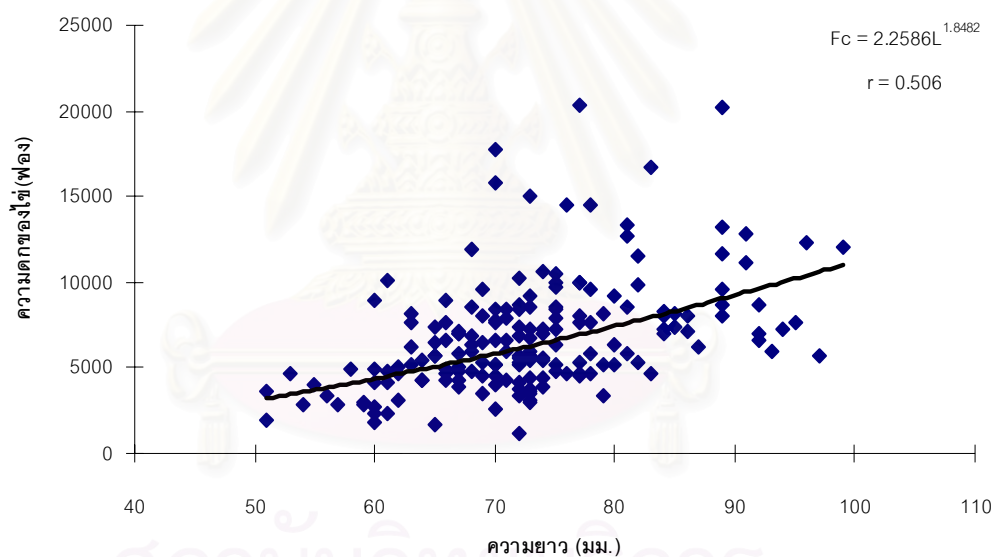
รูปที่ 4-7 ดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) และเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือน

4.1.6 ความดกของไข่และความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิลของหมึกสายเพศเมีย

จากตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* จำนวน 800 ตัว พบเพศเมียที่มีรังไข่สมบูรณ์เพศ (ระยะที่ 2 และ 3) จำนวน 179 ตัว ขนาดความยาวตั้งแต่ 51-99 มม. โดยมีความดกของไข่เฉลี่ย 6895 ฟองต่อตัว ความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ (F_c -ฟอง) กับความยาวแมนเทิล (L -มม.) (ตารางที่ 6-15 ภาคผนวก และรูปที่ 4-8) อยู่ในรูปสมการ

$$F_c = 2.2586 * L^{1.8482} \quad (32)$$

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.506 ซึ่งสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อทดสอบทางสถิติ



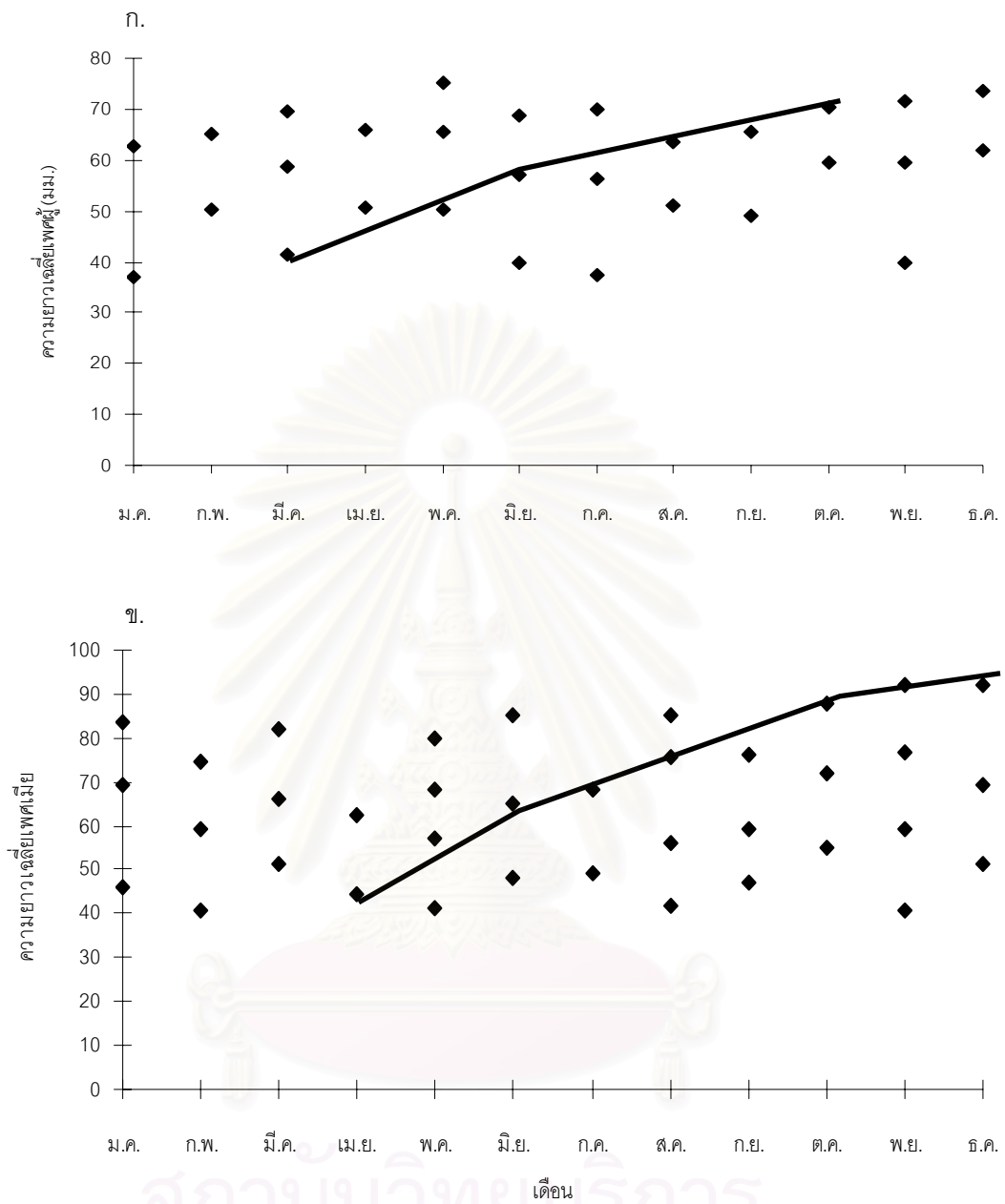
รูปที่ 4-8 ความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิล (มม.)

4.2 พารามิเตอร์การเติบโตของหมึกสายชนิด *O. dollfusi*

จากการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบความยาวเพื่อประมาณค่าความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำในแต่ละกลุ่มอายุ (ตารางที่ 6-16 ภาคผนวก) และทำการจำแนกกลุ่มประชากรรุ่นต่างๆ ตามวิธีการของ Bhattacharya แล้ว (รูปที่ 4-9) สามารถติดตามการเติบโตของหมึกสายได้หลายโคฮอร์ต แสดงให้เห็นว่า หมึกสายมีการผสมพันธุ์และวางไข่ตลอดทั้งปี ทำให้มีหมึกสายขนาดเล็กเข้ามาอยู่ในแหล่งทำการประมงอย่างน้อย 5-6 รุ่นและหมึกรุ่นใหม่ที่ใช้เข้ามาในแหล่งทำการประมงมีความยาวระหว่าง 37-70 มม. และ 41-92 มม. สำหรับเพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ โดยพบหมึกรุ่นใหม่เข้ามาในแหล่งการประมงเกือบทุกเดือน เมื่อทำการลากเส้นโค้งการเติบโตของค่าเฉลี่ยความยาวแมนเทิล ดังรูป แล้วสามารถคำนวณค่าพารามิเตอร์การเติบโต (ตารางที่ 4-1) ได้ดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-9 ความยาวเฉลี่ยของหมึกสาย *O. dollfusi* ในแต่ละเดือน ของแต่ละโคฮอร์ต
(ก.) เพศผู้และ (ข.) เพศเมีย

ตารางที่ 4-1 พารามิเตอร์การเติบโตของหมึกสายชนิด *O. dollfusi*

เพศ	L_{∞} (มม.)	K (ต่อปี)	t_0 จากการทดลองเพาะเลี้ยง ² (ปี)
ผู้	103.560	1.145	-0.041
เมีย	115.420	1.600	-0.041

เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์การเติบโตในสมการที่ 2 จะได้สมการการเติบโตแยกตามเพศดังนี้

$$\text{เพศผู้} \quad L_t = 103.560 * (1 - e^{-1.145(t+0.041)}) \quad (33)$$

$$\text{เพศเมีย} \quad L_t = 115.420 * (1 - e^{-1.600(t+0.041)}) \quad (34)$$

เมื่อ L_t คือ ความยาวแมนเทิล เมื่อเวลา t (มม.)

t คือ อายุหรือระยะเวลาหลังจากฟักเป็นตัวของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* (ปี)

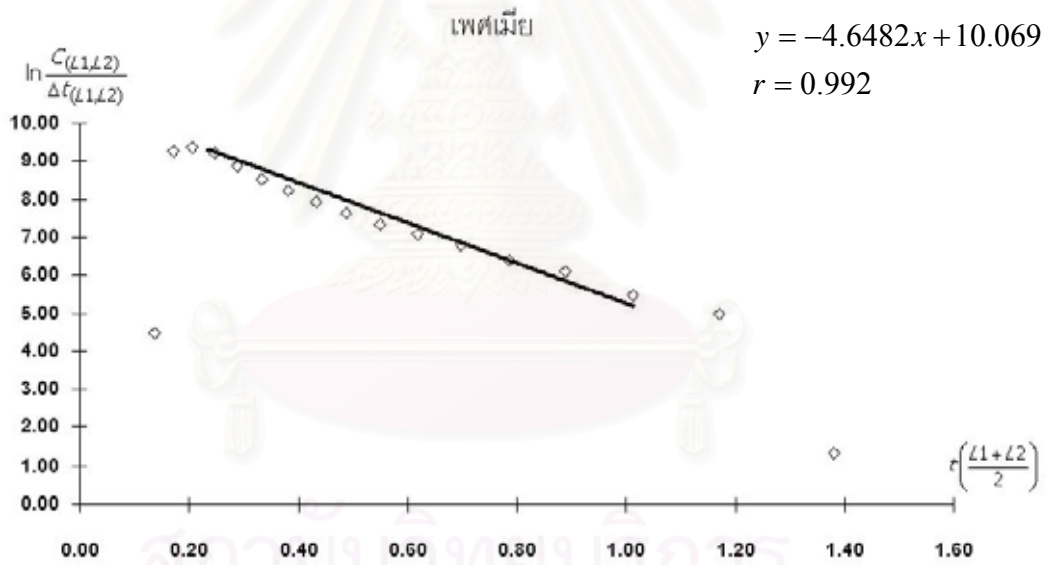
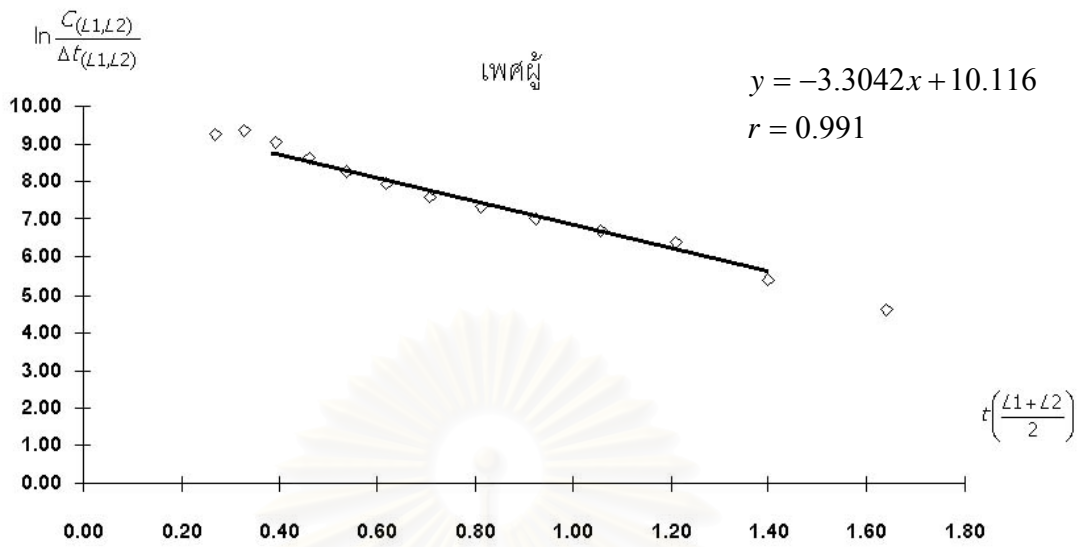
4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

ผลจับรวมทั้งหมด (total catch) ของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* จากเครื่องมือประมง อวนลากแสดงดังตารางที่ 6-6 (ภาคผนวก) พบเพศผู้ในช่วงความยาว 25.0-90.0 มม. และเพศเมีย ในช่วงความยาว 20.0-105.0 มม.

จำนวนผลจับสูงสุดของเพศผู้อยู่ในช่วงความยาว 30.0-35.0 มม. จับได้ 712.45×10^6 ตัว และเพศเมียอยู่ที่ช่วงความยาว 30.0-35.0 มม. จับได้ 430.92×10^6 ตัว ผลจับมีแนวโน้มลดลงตามความยาว โดยค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 3.3042 ต่อปี ในเพศผู้และ 4.6482 ต่อปี ในเพศเมีย (วิธีการคำนวณดังตารางที่ 6-17, 6-18 ภาคผนวก และรูปที่ 4-10)

² ข้อมูลจากการเพาะเลี้ยงโดยคำนวณจากช่วงเวลาที่ใช้ในการฟักไข่ของหมึกสาย *O. dollfusi* ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

โดยนิตยา เลาหะจินดา และวีณา พานิชพงษ์ (2529)



รูปที่ 4-10 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของหมึกสาย *O. dollfusi* โดยวิธี Length Converted Catch Curve (Sparre and Venema, 1992) (จุดที่เป็นสีเข้ม คือข้อมูลที่นำมาใช้ใน การประมาณค่า Z)

สัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (M) ในหมึกเพศผู้เท่ากับ 1.1632 ต่อปี และเพศเมียเท่ากับ 1.6358 ต่อปี ส่วนสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (F) ของเพศผู้และเมียเท่ากับ 2.1410 และ 3.0124 ต่อปี และอัตราการใช้ประโยชน์ (F/Z) เท่ากับ 0.6479 และ 0.6481 ต่อปี ในหมึกเพศผู้และเพศเมียตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ตารางที่ 4-2 พารามิเตอร์การตายของหมึกสายชนิด *O. dollfusi*

เพศ	Z (ต่อปี)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	F/Z
ผู้	3.3042	1.1632	2.1410	0.6479
เมีย	4.6482	1.6358	3.0124	0.6481

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

หมึกสายชนิด *Octopus dollfusi* ที่จับได้โดยเรือประมงอวนลากในบริเวณพื้นที่ทำการประมง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความยาวตั้งแต่ 25-101 มม. โดยมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 60.30 มม. อัตราส่วนเพศโดยรวมตลอดทั้งปีระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้ (F/M) เท่ากับ 0.7:1 โดยพบเพศผู้มากกว่าเพศเมียเกือบตลอดทั้งปีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วีณา พานิชย์พงศ์ (2528) ที่พบอัตราส่วนเพศหมึกสาย *O. dollfusi* บริเวณจังหวัดชลบุรีเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 1:1.2

โดยทั่วไปเชื่อว่าในธรรมชาติอัตราส่วนเพศระหว่างเพศเมียและเพศผู้ของหมึกสายเท่ากับ 1:1 และคาดคะเนว่าหมึกสายที่เพิ่งฟักออกจากไข่จะมีอัตราส่วน 1:1 เช่นเดียวกัน (Wells, 1978) แต่ Wells (1978) พบว่าเมื่อสุ่มตัวอย่างหมึกสาย *O. vulgaris* จากเรือประมงพาณิชย์จะพบเพศผู้มากกว่าเพศเมียอยู่เสมอไม่แตกต่างจากหมึกสาย *O. vulgaris* ที่ Mangold-Wirz (1963 อ้างถึงใน Smale and Buchan, 1981) พบว่าหมึกสายชนิดนี้ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมีอัตราส่วนของเพศผู้มากกว่าเพศเมียโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Wells (1978) พบว่า *O. vulgaris* ที่เมืองเนเปิลมีอัตราส่วนเพศผู้มากกว่าเพศเมีย (102:78) เช่นเดียวกับ *O. vulgaris* บริเวณชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกาใต้ (Smale and Buchan, 1981) และ *Opisthoteuthis grimaldii* บริเวณทางตะวันตกของสก๊อตแลนด์ (1.5:1) (Boyle and Daly, 2000) Wells (1978) กล่าวว่ากรณีที่พบเพศผู้มีจำนวนมากกว่าเพศเมียอาจเกิดขึ้นเนื่องจากหมึกเพศผู้เข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ได้เร็วกว่าเพศเมีย (เมื่อเทียบในขนาดที่เท่ากัน) มันจะอพยพเข้าไปรวมอยู่กับกลุ่มประชากร แต่หมึกเพศเมียที่เติบโตเต็มที่เมื่อได้รับการผสมพันธุ์และวางไข่แล้ว มันจะดูแลไข่ของมันภายในโพรงหรือหินที่มันวางไข่ไว้ไม่อพยพเข้าไปรวมอยู่กับกลุ่มประชากรเหมือนเพศผู้ ส่วน Smale and Buchan (1981) สันนิษฐานว่า หมึกสายมีพฤติกรรมการอพยพย้ายถิ่น (migration) เข้ามายังบริเวณชายฝั่งในฤดูไม่ผลิและฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ แต่เพศเมียจะมีพฤติกรรมหลบซ่อนตัวตามซอกหินมากกว่าเพศผู้ จึงทำให้จำนวนเพศผู้ที่ถูกจับได้มีมากกว่าเพศเมียนอกจากนี้ยังเกิดจากพฤติกรรมก้าวร้าวและชอบบุกรุกาน หมึกเพศผู้จึงมักออกไปนอกที่อยู่อาศัยบ่อยครั้งกว่า เป็นเหตุให้หมึกสายเพศผู้มีโอกาสถูกจับด้วยเครื่องมือประมงแบบอวนลากหน้าดินมากกว่าเพศเมีย (วีณา พานิชย์พงศ์, 2528)

อัตราส่วนหมึกสายเพศเมียต่อหมึกสายทั้งหมดจำแนกตามความยาว พบว่ามีค่าต่ำในช่วงความยาว 27.5-62.5 มม. และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงความยาว 92.5 มม. แสดงว่าที่ความ

ยาวมากๆ จะพบหมีกสายชนิด *O. dollfusi* เพศเมียได้มากกว่าเพศผู้และในทางตรงกันข้ามที่ความยาวสูงๆ จะพบเพศผู้น้อยมาก ทั้งนี้ค่า L_{∞} และ K ของเพศเมียที่คำนวณได้จากการศึกษาในครั้งนี้สูงกว่าค่าของเพศผู้ โดยเพศเมียซึ่งมีการเติบโตได้เร็วกว่าที่จะเข้าสู่แหล่งทำการประมงและถูกจับได้ก่อน จากนั้นเมื่อเพศผู้เติบโตและเข้ามาสู่แหล่งทำการประมงตามมาซึ่งเป็นช่วงที่เพศเมียลดจำนวนลง (เนื่องจากเพศเมียมกำลังเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์และเมื่อได้รับการผสมพันธุ์ มันจะแยกตัวออกไปวางไข่และดูแลไข่จนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวหมด) และเมื่อเพศผู้มีการเติบโตคงที่และเข้าสู่ความยาวสูงสุดแล้ว เพศผู้ก็จะตายลง ในขณะที่เพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์ยังสามารถเติบโตได้อีก (เนื่องจากค่า L_{∞} สูงกว่า) และยังคงอยู่ในแหล่งทำการประมง จึงทำให้พบแนวโน้มในลักษณะดังกล่าว และจากการศึกษาของนิตยา เลาหะจินดา และวีณา พานิชย์พงศ์ (2529) พบว่าในสภาวะการเพาะเลี้ยงเพศผู้จะตายหลังจากการผสมพันธุ์ภายใน 24 ชั่วโมงซึ่งในธรรมชาติอาจจะพบพฤติกรรมแบบเดียวกันนี้ ทำให้ในช่วงความยาวมากๆ จะพบเพศผู้น้อยลงหรือไม่พบเลย และยังเป็นไปได้ว่าในธรรมชาติอาจจะมียักษ์สายเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์ในฤดูแรกของการสืบพันธุ์วางไข่และอาจมีอายุผ่านไปจนถึงช่วงฤดูต่อมา ซึ่งจะทำให้พบเพศเมียขนาดใหญ่ขึ้น (นิตยา เลาหะจินดา และวีณา พานิชย์พงศ์, 2529)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนหมีกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมีกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว (P_L) โดยใช้ Logistic curve พบว่ามีความสัมพันธ์และให้ค่าขนาดความยาวลำตัวเฉลี่ยที่เริ่มสืบพันธุ์ได้ร้อยละ 50 ที่รังไข่มีการพัฒนาเข้าสู่ขั้นสมบูรณ์เพศตามสมการข้างต้นมีค่าเท่ากับ 56.35 มม. โดยที่ค่าความยาวที่พบจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 57.5 มม. ซึ่งสูงกว่าค่าที่คำนวณได้ แต่ก็อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันเพราะการคำนวณใช้ค่าที่ระดับร้อยละ 50 ซึ่งทำให้ได้ค่าแตกต่างไปจากค่าจริงเล็กน้อย ขนาดความยาวลำตัวเฉลี่ยที่เริ่มสืบพันธุ์นี้มีความสำคัญต่อปริมาณการแพร่ขยายพันธุ์ เมื่อพิจารณาจากผลจับในช่วงความยาวต่างๆ นั้นพบว่า หมีกสายชนิดนี้ถูกจับมากในช่วงความยาว 50-60 มม. ซึ่งเป็นช่วงความยาวที่หมีกกำลังเจริญพันธุ์และมีรังไข่สมบูรณ์ โอกาสที่หมีกจะรอดและได้ผสมพันธุ์วางไข่ก่อนจะน้อยลง แต่ถ้ามีการกำหนดให้เริ่มจับสัตว์น้ำหรือหมีกได้ที่ขนาดความยาวใหญ่กว่าขนาดแรกเริ่มเจริญพันธุ์ จำนวนที่เหลือรอดมากก็จะมีโอกาสได้ผสมพันธุ์และวางไข่ได้มากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างหมีกสายเพศผู้และเพศเมียพบว่า หมีกเพศเมียที่มีขนาดความยาวลำตัว (แมนเทิล) น้อยกว่า 53.0 มม. จะมีน้ำหนักมากกว่าเพศผู้และในทางกลับกันหมีกเพศผู้ที่มีความยาวลำตัวตั้งแต่ 53.0 มม. ขึ้นไปจะมีน้ำหนักมากกว่าเพศเมีย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหมีกเพศเมียที่มีความยาวลำตัวตั้งแต่ 50 มม. ขึ้นไปเป็นขนาดที่อยู่ในช่วงสมบูรณ์เพศ จำเป็นต้อง

ใช้พลังงานที่ได้จากอาหารเพื่อสร้างและพัฒนารังไข่ซึ่งอยู่ในรูปไข่มันเพื่อรอการผสมพันธุ์วางไข่ต่อไป แทนที่จะนำพลังงานไปใช้เพื่อการเติบโต

หมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่ทำการศึกษามีบริเวณพื้นที่ทำการประมงบริเวณจังหวัดประจวบฯ นี้ มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (allometric growth) กล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างและน้ำหนักจำเพาะเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเติบโตของหมึกสายชนิดอื่นๆ ก็เป็นแบบอัลโลเมตริกเช่นกัน (Guerra and Manriquez, 1980 อ้างถึงใน Quetglas *et al.*, 1998, Smale and Buchan, 1981, Sanchez and Obarti, 1993 อ้างถึงใน Quetglas *et al.*, 1998, Quetglas *et al.* 1998 and Quetglas *et al.*, 2001) (ตารางที่ 6-19 ภาคผนวก)

หมึกสายเพศเมียส่วนใหญ่มีการวางไข่เกือบตลอดทั้งปี เนื่องจากพบเพศเมียมีรังไข่สมบูรณ์เพศทุกเดือนซึ่งตรงกับรายงานของวีนา พานิชย์พงศ์ (2528) ที่พบว่าหมึกสาย *O. dollfusi* ในอ่าวไทยมีการผสมพันธุ์และวางไข่ได้ตลอดทั้งปี หมึกสายชนิดอื่นๆ ในสกุลเดียวกันก็พบลักษณะเช่นเดียวกันนี้ โดย Lee (1875, อ้างตาม Smale and Buchan, 1981) พบว่าอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของ *O. vulgaris* เจริญเต็มที่พร้อมที่จะได้รับการผสมพันธุ์ตลอดทั้งปีและมีช่วงวางไข่เด่นชัดตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ส่วน Wodinzky (1969 อ้างถึงใน วีนา พานิชย์พงศ์, 2528) ศึกษา *O. vulgaris* ในห้องปฏิบัติการที่ Bimini, Bahama รายงานว่าหมึกสายจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ได้ทุกเดือนเช่นเดียวกับ Mangold and von Boletzky (1973) อ้างถึงใน Smale and Buchan (1981) ที่พบว่า *O. vulgaris* บริเวณชายฝั่งตะวันตกของทะเลเมดิเตอร์เรเนียนที่ทดลองในห้องปฏิบัติการ ปรากฏว่าสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี โดยเริ่มมีการวางไข่ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงตุลาคมและ Smale and Buchan (1981) ศึกษาในห้องปฏิบัติการรายงานผลว่า *O. vulgaris* บริเวณชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกาใต้ มีการผสมพันธุ์และวางไข่ตลอดทั้งปี นอกจากนี้หมึกสายชนิด *O. cyanea* ในอ่าว Kaneohe Hawaii (Van Heukelem, 1973), *O. minus* บริเวณชายฝั่งทะเลของชิลี (Cortez *et al.* 1995b อ้างถึงใน Cortez *et al.* 1999) และ *Bathypoly sponsalis* (หมึกสายน้ำลึก) บริเวณทางตะวันตกของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Quetglas *et al.*, 2001) ต่างก็มีลักษณะการสืบพันธุ์เช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม Mongold-Wirz (1963 อ้างถึงใน Smale and Buchan, 1981) พบว่าหมึกสาย *O. vulgaris* ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมีการผสมพันธุ์เป็นฤดูกาลโดยจะอพยพเข้ามายังชายฝั่งในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่มีอาหารสมบูรณ์เพื่อทำการผสมพันธุ์และวางไข่

เมื่อพิจารณาค่า Gonado Somatic Index ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์วางไข่ พบว่าฤดูวางไข่ที่เด่นชัดของหมึกสาย *O. dollfusi* แบ่งออกเป็น 2 ช่วงในรอบปี ช่วงแรกเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ส่วนช่วงหลังคือเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวก็อยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการศึกษาของ วินา พานิชย์พงศ์ (2528) และนิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พานิชย์พงศ์ (2529) ที่พบว่าหมึกสาย *O. dollfusi* จะมีช่วงระยะความสมบูรณ์เพศเจริญดีตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีขนาดใหญ่ ส่วนในเดือนกรกฎาคมมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดและจะสูงขึ้นในเดือนสิงหาคม พฤศจิกายน จนถึงธันวาคม เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ด้วย พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันนั่นคือ เดือนที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงจะพบเปอร์เซ็นต์ของเพศเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์สูงตามด้วย ดังนั้นเดือนที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงจึงมีการวางไข่สูงด้วย

สำหรับในอ่าวไทย การสืบพันธุ์วางไข่ของหมึกชนิดอื่นๆเช่น หมึกกระดอง (*S. recuvirosta* และ *S. aculeata*) หมึกกล้วย (*L. chinensis*, *L. sumatrensis* และ *L. duvauceli*) เป็นต้น เป็นไปในลักษณะที่มีการสืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงพบหมึกมีรังไข่สมบูรณ์เพศทุกเดือนตลอดทั้งปี แต่ปริมาณไข่มากน้อยแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของหมึกนั้น (เจ็ดจินดา ไซติยะปุตตะ, 2521; มาโนช รุ่งราตรี, 2532; มาโนช รุ่งราตรี, 2537 และทวีป บุญวานิช และคณะ, 2541)

ค่าความดกของไข่ของหมึกสาย *O. dollfusi* ความยาวลำตัวตั้งแต่ 51-99 มม. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6895 ฟองต่อตัว ความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวแมนเทิล (มม.) อยู่ในรูป สมการ $Fc = 2.2586 * L^{1.8482}$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.506 สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามระหว่างหมึกสายขนาดเดียวกัน อาจมีความผันแปรของความดกไข่เสมอทั้งช่วงเวลาและแหล่งที่อยู่อาศัย โดยค่าความดกของไข่ที่ได้นี้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของนิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พานิชย์พงศ์ (2529) ซึ่งพบความดกของไข่เฉลี่ย 7000 ฟองต่อตัว

ค่า L_{∞} ของหมึกสายชนิด *O. dollfusi* เพศผู้เท่ากับ 103.560 มม. และเพศเมียเท่ากับ 115.420 มม. โดยค่า K ของหมึกสายทั้งสองเพศนี้เท่ากับ 1.145 และ 1.600 ต่อปี (เพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ)

จากค่าที่คำนวณได้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าหมึกสายเพศผู้มีขนาดความยาวสูงสุด (L_{∞}) น้อยกว่าหมึกเพศเมีย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) พบว่าหมึกสายเพศเมียมีการเติบโตและเข้าสู่ขนาดโตเต็มที่ได้เร็วกว่าหมึกเพศผู้ ส่วนค่าอายุของหมึกสายเมื่อมีความยาวแมนเทิลเท่ากับศูนย์

(t_0) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพาะเลี้ยงของ นิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พานิชพงศ์ (2529) เนื่องจากการศึกษาพารามิเตอร์การเติบโตต่างๆ ของหมึกสายในประเทศไทยนี้ ยังไม่พบว่ามีผู้ทำการศึกษาไว้ จึงไม่สามารถทำการเปรียบเทียบผลที่ศึกษาได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้ทั้งค่า L_∞ ค่า K และค่า t_0 ที่ทำการคำนวณจากความถี่ความยาวจึงไม่สามารถทราบความผิดพลาดได้ โดยเฉพาะค่า t_0 เนื่องจากไม่ทราบอายุที่แท้จริงของหมึกชนิดนี้ สรุปผลจากการศึกษาการเติบโตของหมึกสายทั้งสองเพศในครั้งนี้มีสมการการเติบโต โดยอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความยาวลำตัว ดังนี้

$$\text{เพศผู้} \quad L_t = 103.560 * (1 - e^{-1.142(t+0.041)})$$

$$\text{เพศเมีย} \quad L_t = 115.420 * (1 - e^{-1.600(t+0.041)})$$

ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ที่เหมาะสมควรมีค่าไม่แตกต่างจากค่าความยาวสูงสุดที่ได้จากตัวอย่างจริงมากนัก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ค่า L_∞ ที่ได้ใกล้เคียงกับค่าความยาวสูงสุดของหมึกสายทั้งสองเพศ (90 มม. และ 101 มม. เพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามทั้งค่า L_∞ ค่า K ของหมึกสายจากการศึกษาในครั้งนี้อาจมีค่าที่เหมือนหรือแตกต่างกันกับหมึกสายชนิดเดียวกันในบริเวณอื่น เพราะพารามิเตอร์การเติบโตขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นตัวของหมึกสายเองหรือปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Sparre and Venema, 1992) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิของน้ำที่มีผลต่ออัตราการเติบโตของหมึกสายได้ (Pauly, 1980b อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992)

สำหรับหมึกสายชนิดอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่าหมึกสาย *O. dollfusi* จะมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตต่ำกว่า เช่น *O. maya* ในอ่าวเม็กซิโกมีค่า K เท่ากับ 1.4 ต่อปี และค่า L_∞ เท่ากับ 252 มม. (Arregium-Sanchez *et al.*, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ Sparre and Venema (1992) ที่กล่าวว่าสัตว์น้ำชนิดที่มีขนาดเล็กจะมีค่าสัมประสิทธิ์ของการเติบโตสูงกว่าสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่

สัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของหมึกสาย *O. dollfusi* เพศผู้เท่ากับ 3.3042 ต่อปี และเพศเมียเท่ากับ 4.6482 ต่อปี ค่า Z ที่คำนวณได้ของเพศเมียมีค่าสูงกว่าเพศผู้ แสดงถึงการตายรวมที่เกิดขึ้นในหมึกสายชนิดนี้ หมึกเพศเมียมีการตายรวมเกิดขึ้นสูงกว่าหมึกเพศผู้ อันเนื่องมาจากหมึกสายเพศเมีย ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ถูกจับโดยเครื่องมือประมงตลอดทั้งปี และมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) สูงกว่าหมึกเพศผู้ทำให้เข้ามาในแหล่งทำการประมงก่อน และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ประกอบ พบว่าหมึกเพศเมียมีค่า M สูงกว่าเพศผู้มาก อาจเป็นเพราะพฤติกรรมของหมึกสาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมึกเพศเมียที่มีพฤติกรรม

การดูแลไข่จนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวหมักก่อนจากนั้นเพศเมียก็จะตาย ซึ่งส่งผลต่อค่า M ของหมึกสายเพศเมีย (Arregium-Sanchez *et al.*, 2000) นอกจากนี้สัตว์น้ำที่มีการเติบโตเร็วจะมีค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติสูง และยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นค่า M ดังกล่าวก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย (Pauly, 1980b อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992)

นอกจากนี้สมการที่ใช้ในการคำนวณค่า M ของ Taylor (1960 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) นั้นเป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำจำพวกหอยสองฝา ถึงแม้ว่า หมึกสายกับหอยสองฝาจะเป็นสัตว์ที่อยู่ในไฟลัมเดียวกัน แต่ลักษณะการดำรงชีวิตมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยหอยสองฝาเป็นพวกอาศัยอยู่บนพื้นดินอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนที่น้อยมาก ส่วนหมึกสายเป็นพวกที่มีการเคลื่อนที่หรือว่ายน้ำ (nekton) ซึ่งทำให้ค่า M ที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าวอาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีสำหรับการศึกษาค่า M ของหมึกสายในครั้งนี้ แต่เนื่องจากยังไม่มีสมการใดที่มีความเหมาะสมพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้แทนสมการของ Taylor ได้ ดังนั้นค่า M ในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการประมาณค่าเท่านั้น

โดยทั่วไปแล้วสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติของสัตว์น้ำนั้นมักเป็นค่าคงที่ที่ไม่สามารถควบคุมได้เพราะเกิดจากพฤติกรรมการสืบพันธุ์ของหมึกสายเอง รวมถึงปัจจัยสภาวะแวดล้อมรอบๆ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมจึงเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง โดยอาจเกี่ยวข้องกับปริมาณการลงแรงหรือวิธีการทำการประมง จากตารางที่ 6-17 ภาคผนวก จะเห็นได้ว่าการที่สัมประสิทธิ์การตายรวมมีค่าสูงนั้นอาจเป็นเพราะขนาดตาอวนที่ใช้ในการทำประมงนั้นมีขนาดเล็กซึ่งทำให้หมึกขนาดเล็กถูกจับได้เป็นจำนวนมาก แสดงถึงการตายของหมึกสายนั้นเกิดจากสาเหตุทางการประมงมากกว่าสาเหตุอื่นๆ อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) ของหมึกเพศเมียก็ยังมีค่าสูงกว่าเพศผู้ และถ้าอัตราส่วนเพศที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นค่าที่ถูกต้องจริงในธรรมชาติ แสดงว่าจำนวนเริ่มต้นของประชากรของหมึกสายเพศเมียที่มีในธรรมชาติจะต้องมีอยู่น้อยกว่าเพศผู้ แต่พบว่าอัตราการลดลงหรืออัตราการตายนั้นมากกว่าและเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเพศผู้

Gulland (1971 อ้างถึงใน อำนวนย คงพรหม, 2546) กล่าวว่าสามารถนำอัตราส่วนการใช้ประโยชน์ มาประเมินสถานะสภาพของสต็อกสัตว์น้ำได้อย่างคร่าวๆ ซึ่งถ้าหากอัตราส่วนการใช้ประโยชน์มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่าการใช้ประโยชน์สต็อกของสัตว์น้ำอยู่ในสถานะเกินศักยภาพการผลิต ในทำนองเดียวกันถ้าหากมีค่าอัตราส่วนการใช้ประโยชน์น้อยกว่า 0.5 ก็แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์สต็อกสัตว์น้ำต่ำกว่าศักยภาพการผลิต ค่าอัตราส่วนการใช้ประโยชน์ที่สามารถคำนวณได้

จากการศึกษาในครั้งนี้ก็มีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ในอ่าวไทยที่สต็อกของสัตว์น้ำอยู่ในสถานะเกินศักยภาพการผลิต เช่น หมึกกล้วยชนิด *Loligo duvauceli* (สุภาวดี จันทร์จุงจิตต์, 2541) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาทางด้านชีววิทยาประมงมาก่อน เพราะว่าเป็นสมัยก่อนหมึกสายชนิดนี้ยังไม่เป็นที่นิยมบริโภค ชาวประมงจะคัดทิ้งหรือคัดไปรวมอยู่กับปลาเบ็ด นักวิชาการจะให้ความสำคัญกับพวกหมึกเศรษฐกิจอย่างพวกหมึกกล้วย หมึกหอม และหมึกกระดองเป็นสำคัญ แต่ในปัจจุบันพบว่าหมึกสายชนิดนี้เริ่มเป็นที่นิยมบริโภคกันมากขึ้น สามารถแช่แข็งส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ หรือแปรรูปทำหมึกตากแห้งได้

หมึกสาย *O. dollfusi* และ *O. membranaceus* ที่มีการซื้อขายกันที่สะพานปลามีความคล้ายคลึงกัน ชาวประมงจะไม่คัดหรือแยกหมึกทั้งสองชนิดออกจากกัน อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการแยกชนิดเกิดขึ้นซึ่งจะทำให้ผลการศึกษาผิดพลาดได้

จากสถานะการประมงของหมึกสายที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน อัตราการใช้ประโยชน์มีแนวโน้มเกินศักยภาพการผลิต จึงน่าจะมีการหามาตรการในการอนุรักษ์ทรัพยากรชนิดนี้ โดยมีการศึกษาและทดลองหาขนาดตาอวนที่เหมาะสมในการประมงอวนลากชนิดต่างๆ และกำหนดขนาดตาอวนที่เหมาะสม เพื่อให้หมึกสายมีโอกาสในการสืบพันธุ์ก่อนที่จะถูกจับโดยเครื่องมือประมง ซึ่งขนาดของหมึกสายที่เริ่มจับได้ควรมีค่าเท่ากับความยาวแรกสืบพันธุ์คือ 56.35 มม. และควรมีการศึกษารองศ์ประกอบชนิดและประเมินสถานะทรัพยากรหมึกสายชนิดอื่นที่จับได้ด้วยเครื่องมือประมงชนิดเดียวกันนี้ และควรมีการศึกษาเช่นเดียวกันกับทางฝั่งทะเลอันดามันด้วย เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน

การศึกษาในครั้งนี้จึงนับเป็นการศึกษาทางด้านชีววิทยาประมงเบื้องต้น เพื่อให้ทราบข้อมูลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำประเภทนี้ต่อไปได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จารุวัฒน์ นະภีตะภักฎ. 2528. พฤติกรรมกรรมการผสมพันธุ์ การอุ้มไข่ และอื่นๆ ของปลาหมึกสายสีดำ, *Octopus membranaceous* Quoy and Gaimard, 1832. รายงานวิชาการฉบับที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดระยอง กองประมงน้ำจืด กรมประมง.
- จารุวัฒน์ นະภีตะภักฎ. 2536. ชีวประวัติและพฤติกรรมของปลาหมึกจากการเพาะเลี้ยง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 5. กรุงเทพมหานคร: โครงการวิจัยเพาะเลี้ยงปลาหมึก สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.
- จินดา เทียมเมธ. 2510. ชลสมบัติของไทย. เอกสารวิจัยส่วนบุคคลในลักษณะวิชาการเศรษฐกิจ วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร. อ้างถึงใน นิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พานิชพงศ์. พฤติกรรมการสืบพันธุ์และพฤติกรรมการดำรงชีวิตของหมึกสายลายหินอ่อน (*Octopus dollfusi* Robson, 1928). วารสารวิทยาศาสตร์ 40(9) (2529): 449-45.
- เจดจินดา ไชติยะปุตตะ. 2521. ชีววิทยาของปลาหมึกกระดองชนิด *Sepia recurvirostra* Steenstrup ในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 16. กรุงเทพมหานคร: งานสัตว์น้ำอื่นๆ กองประมงทะเล กรมประมง.
- เชาวน์ ชีโนรักษ์ และพรณี ชีโนรักษ์. 2518. ชีววิทยา. เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ.
- ทวีป บุญวานิช, สุวรรณทนา ทศพรพิทักษ์กุล และอุทิศ ไชติธรรมโม. 2541. ชีววิทยาการแพร่ขยายพันธุ์ของหมึกกล้วย *Loligo duvauceli* และ *L. chinensis* บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง.
- นิตยา เลาะห์จินดา และวีณา พานิชพงศ์. 2529. พฤติกรรมการสืบพันธุ์และพฤติกรรมการดำรงชีวิตของหมึกสายลายหินอ่อน (*Octopus dollfusi* Robson, 1928). วารสารวิทยาศาสตร์ 40(9) : 449-457.

- ธนิษฐา ทรรพนันท์. 2543. ชีววิทยาประมง (Fishery Biology). ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2540. สัตววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประมง, กรม. 2536. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2536. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง.
- ประมง, กรม. 2544. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2544. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง.
- ปรีชา สมมณี. 2526. พลวัตประชากร. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพศาล สิทธิกรกุล. 2517. การศึกษานิตของปลาหมึกในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต แผนกชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานิช รุ่งราตรี. 2532. ฤดูวางไข่และชีววิทยาบางประการของหมึกกล้วย *Loligo duvauceli* d'Orbigny และ *Loligo chinensis* Gray บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.
- มานิช รุ่งราตรี. 2537. ชีววิทยาบางประการของหมึกกล้วย *Loligo sumatrensis* บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 44. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.
- มาลา สุพงษ์พันธ์ และกรรณา คงหมวก. 2524. ผลผลิตปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานวิชาการ ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ กองประมงทะเล กรมประมง. อ้างถึงใน มาลา สุพงษ์พันธ์. ทรัพยากรปลาหมึกในอ่าวไทย. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 17. กรุงเทพมหานคร: สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 2538.
- มาลา สุพงษ์พันธ์. 2538. ทรัพยากรปลาหมึกในอ่าวไทย. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 17. กรุงเทพมหานคร: สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

วีณา พานิชย์พงศ์. 2528. การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์และพฤติกรรมบางประการของหมึกสาย, *Octopus dollfusi* Robson, 1928. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาวดี จันทร์จุงจิตต์. 2541. ชีววิทยาประมงของหมึกกล้วย *Loligo duvauceli* d'Orbigny บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2536. การจำแนกปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 23. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กองประมงทะเล กรมประมง.

อนุวัฒน์ นทีวัฒนา. 2536. อนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของปลาหมึกในทะเลอันดามันของประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 13. กรุงเทพมหานคร: สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

อำนาจ คงพรหม. 2546. การประเมินสภาวะทรัพยากรกุ้งตะกาด, *Metapenaeus affinis* H. Milne Edwards, 1837, บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Arreguin-Sanchez, F., Solis-Ramirez, M.J. and Gonzalez de la Rosa, M.E. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery in the Campeche Bank, Gulf of Mexico. Revista de Biología Tropical. 48 (2-3): 323-331.

Bagenal, T. (ed). 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater, 3rd ed. IBP Handbook No.3, Blackwell Scientific Publications, London.

Bertalanffy, L.von. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human biology. 10(2): 81-213. Cited in P. Sparre and S.C. Venema. Introduction to tropical fish stock assessment part I-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No.306/1:376 pp. 1992.

- Boyle, P.R. and Daly, H.I. 2000. Fecundity and spawning in deep-water cirromorph octopus. Marine Biology.137: 317-324.
- Chotiyaputta, C. 1993. Cephalopod Resources of Thailand. Cephalopod Fisheries Biology: 69-78.
- Cortez, T., Castro, B.G. and Guerra, A. 1995b. Reproduction and condition of female *Octopus minus* (Mollusca: Cephalopoda). Marine Biology.123: 505-510. Cited in T. Cortez, A.F. Gonzalez and A. Guerra. Growth of *Octopus minus* (Cephalopoda, Octopodidae) in wild populations. Fisheries Research.42 (1999):31-39.
- Cortez, T., Gonzalez, A.F. and Guerra, A.1999. Growth of *Octopus minus* (Cephalopoda, Octopodidae) in wild populations. Fisheries Research 42:31-39.
- Fisheries and Oceans Canada. 2001. Pacific region: 2001 Experimental harvest guidelines. Octopus by dive. [Online]. Available from: <http://www.pdc.dfo-mpo.gc.ca/ops/fm/mplans03/Octopus03plan-final.PDF> [2002 November].
- Fulton, T.W. 1981. The comparative fecundity of Sea-fishes. Fish.Bd. Scotland. 9th Ann., Pt 3: 243-268. อ้างถึงใน ทวีป บุญวานิช, สุวรรณทนา ทศพรพิทักษ์กุล และอุทิศ โชติธรรมโม. ชีววิทยาการแพร่ขยายพันธุ์ของหมึกกล้วย *Loligo duvauceli* และ *L. chinensis* บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง. 2541.
- Gayanilo, Jr.,F.C., Sparre, P. and Pauly, D. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User' guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8 Rome, FAO.
- Gulland, J.A. and Holt, S.J. 1959. Estimate of growth parameters for data and unequal time intervals. J. Cons. CIEM 25 (1): 47-49. Cited in P. Sparre and S.C. Venema. Introduction to tropical fish stock assessment part I-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1: 376 pp. 1992.

- Gulland, J.A.,(ed) 1971. The fish resources of the ocean. Fishing News (Books) Ltd., Surrey, England. อ้างถึงใน อำนวย คงพรหม. การประเมินสภาวะทรัพยากรกุ้งตะกาด. Metapenaeus affinis H. Milne Edwards, 1837, บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.
- Guerra, A. and Manriquez, M. 1980. Parametros biometricos de *Octopus vulgaris* Inv. Pesq. 44(1): 177-198. Cited in A. Quetglas, F. Alemany, A. Carbonell, P. Merella and P. Sanchez. Biology and fisheries of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, western Mediterranean). Fisheries Research 36(2-3) (1998): 237-249.
- Heukelem, W.F. Van. 1973. Growth and life-span of *Octopus cyanea* (Mollusca: Cephalopod). J. Zool., Lond. 169: 299-315.
- Holden, M.J. and Raitt, D.F.S. 1974. Manual of fisheries science, Part 2, Methods of resource investigation and their application. FAO Fish. Tech. Rrp., Rev.1 No. 115. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome. 214 pp. อ้างถึงใน มาโนช รุ่งราตรี. ชีววิทยามางประการของหมึกกล้วย *Loligo sumatrensis* บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 44. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง. 2537.
- Lee H. 1875. The Octopus. 114 p. Cited in M.J. Smale and P.R. Buchan. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. Marine Biology. 65(1) (1981): 1-12.
- Mangold, K. and Boletzky, S. von. 1973. New data reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. Marine biology 19: 7-12. Cited in M.J. Smale and P.R. Buchan. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. Marine Biology. 65(1) (1981): 1-12.

- Mangold-Wirz, K. 1963. Biologie des Cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. "Vie et Milieu" 13:1-33. Cited in M.J. Smale and P.R. Buchan. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. Marine Biology. 65(1) (1981): 1-12.
- Okutani, T., Tagawa, M. and Horikawa, H. 1987. Cephalopods from continental shelf and slope around Japan. The intensive research of unexploited fishery resources on continental slope. Jap. Fish. Res. Conserv. Ass. 197 p. อ้างถึงใน สมนึก ใช้เทียมวงศ์. การจำแนกปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 23. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กองประมงทะเล กรมประมง. 2536.
- Pauly, D. 1980b. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM, 39(2): 175-192. Cited in P. Sparre and S.C. Venema. Introduction to tropical fish stock assessment part I-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1: 376 pp. 1992.
- Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P. and Sanchez, P. 1998. Biology and fisheries of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, western Mediterranean). Fisheries Research 36(2-3): 237-249.
- Quetglas, A., Gonzalez, M., Carbonell, A., and Sanchez P. 2001. Biology of the deep-sea octopus *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopod: Octopodidae) from the western Mediterranean Sea. Marine Biology 138:785-792.
- Ricker, J. 1958. Hand book of computation for biological statistics of fish populations. Fish Res. Bs. Canada. Bull. 119:300. Cited in P. Sparre and S.C. Venema. Introduction to tropical fish stock assessment part I-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1: 376 pp. 1992.

- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J. and Nauen, C.E. 1984. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO species catalogue. Vol.3. FAO Fish. Synop.,125: 277 pp.
- Sanchez, P. and Obarti, R. 1993. The biological and fisheries of *Octopus vulgaris*, caught with clay plots on the Spanish Mediterranean Coast. Cited in A. Quetglas, F. Alemany, A. Carbonell, P. Merella and P. Sanchez. Biology and fisheries of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, western Mediterranean). Fisheries Research 36(2-3) (1998): 237-249.
- Smale, M.J. and Buchan, P.R. 1981. Biology of *Octopus vulgaris* Off the East Coast of South Africa. Marine Biology 65:1-12.
- Simpson, A.C. 1951. The fecundity of the plaice. Fishery Invest. Lond. Ser.2,17,5. 27 pp. Cited in T. Bagenal, (ed). Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater, 3rd ed. IBP Handbook No.3, Blackwell Scientific Publications, London. 1978.
- Sparre, P. and Venema, S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment: Part I-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No.306/1: 376 pp.
- Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality-the Pacific cockle. J. Cons. CIEM, 26:117-240. Cited in P. Sparre and S.C. Venema. Introduction to tropical fish stock assessment part-Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 306/1:376 pp. 1992.
- Villanueva, R. 1992. Continuous spawning in the cirrate octopods *Opisthoteuthis agassizii* and *O. vossi*: features of sexual maturation defining a reproductive strategy in cephalopods. Marine Biology 114: 265-275.

Voss, G.L. and Williamson, G.R. 1971. Cephalopod of Hong Kong. Gov. Press. 98 p.
อ้างถึงใน สมณี กุศลชัยวงศ์. การจำแนกปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่
23. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน
กองประมงทะเล กรมประมง. 2536.

Wells, M.J. 1978. Octopus: Physiology and Behavior of an Advanced Invertebrate.
London: Chapman and Hall. 417 pp.

Wodinsky, J. 1969. Penetration of the shell and feeding on gastropods by Octopus.
Amer. Zool. 9:997-1010. อ้างถึงใน วีน่า พานิชย์พงศ์. การศึกษาวิทยาการสืบพันธุ์
และพฤติกรรมบางประการของหมึกสาย *Octopus dollfusi* Robson, 1928. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2528.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-1 ข. จำนวนและน้ำหนักของหมึกสาย *O. dollfusi* ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ณ ท่าขึ้นปลา อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2545
จำแนกตามช่วงความยาว

เดือน น้ำหนัก	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
NS	172	137	384	331	524	336	788	467	724	505	271	230	310	215	298	244	333	271	271	190	151	180	207	135
WS	7.25	6.45	22.65	23.38	28.59	19.06	35.00	19.40	25.50	17.00	10.10	9.50	11.70	7.90	9.10	8.40	10.90	10.80	11.10	8.80	5.10	8.20	8.50	6.50
WTS	13.800		51.390		48.820		54.770		42.740		22.900		20.700		17.500		23.300		19.900		13.630		15.710	
WTL	85.950		460.920		348.480		592.300		981.000		841.900		441.600		399.300		490.300		399.900		232.500		223.710	

เมื่อ

M = หมึกเพศผู้

F = หมึกเพศเมีย

NS = จำนวนตัวของตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* (ตัว)WS = น้ำหนักตัวอย่างหมึกสายชนิด *O. dollfusi* (กก.)

WTS = น้ำหนักตัวอย่างหมึกสายทั้งหมดที่สุ่ม (กก.)

WTL = น้ำหนักรวมทั้งหมดของหมึกสาย ที่จับได้ทุกชนิด (กก.)

ตารางที่ 6-2 ข้อมูลน้ำหนักหมึกสายที่จับโดยเรือประมงอนลากคู่และมีแหล่งทำการประมงใน
เขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปี 2545

เดือน	น้ำหนัก (ตัน)
มกราคม	0.814
กุมภาพันธ์	0.662
มีนาคม	23.015
เมษายน	11.464
พฤษภาคม	27.285
มิถุนายน	27.721
กรกฎาคม	18.736
สิงหาคม	12.346
กันยายน	13.153
ตุลาคม	5.514
พฤศจิกายน	2.5445
ธันวาคม	4.954

ข้อมูลจากคุณสุวิทย์ ขวัญจิตร¹

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ ผู้ประกอบการรับซื้อหมึกสายจากเรือประมง ณ ทำขึ้นปลาอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 6-3 น้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่ได้จากการสูมตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มความยาว เดือน และเพศ (กรัม)

ความยาว (มม.)	เพศเมีย												เพศผู้											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
20.0-25.0		10																						
25.0-30.0				20	23	16	16						14			32	23		3					
30.0-35.0	11	13		175	65	54	78	10	42		16		42		6	59	23	39	68		27		6	
35.0-40.0	169	113	80	590	593	237	286	87	252	16	63	13	103	34	96	401	374	302	158	120	285		31	20
40.0-45.0	206	168	173	942	1097	487	581	225	581	51	156	39	80	172	226	1207	945	396	224	326	592	113	55	53
45.0-50.0	346	477	851	1690	2452	821	790	749	1075	507	164	179	476	811	1221	2116	3517	1320	934	1165	1828	460	143	248
50.0-55.0	337	791	1227	1738	2219	889	1043	1368	1040	912	382	289	440	1043	2493	3240	4327	1341	2131	1610	2063	1100	715	534
55.0-60.0	542	1735	2498	2504	4127	1449	1460	1614	2020	1193	751	518	1317	2880	4895	5080	5886	2589	3379	2533	2570	2887	1599	1851
60.0-65.0	659	1922	2467	2709	2529	1484	1189	1472	1426	1274	1031	845	1936	3854	4985	7353	4789	1798	2620	2556	1822	3274	1886	2865
65.0-70.0	1278	3976	3303	2752	3078	1380	1335	2246	1487	1916	1254	1107	2474	7992	8020	8418	5413	1730	2554	1916	2050	3633	1137	2493
70.0-75.0	1442	3899	2124	3537	2095	1530	1488	789	996	1593	1797	1392	911	4287	5946	5225	2249	1034	1007	337	1006	1516	603	1631
75.0-80.0	929	5796	2009	1484	779	666	562	706	1541	1272	1617	1395	359	1687	1435	1895	947	138	272	155	324	612	203	571
80.0-85.0	1078	2190	732		309	184		191	837	798	1248	690		310	189	265	390					91		104
85.0-90.0	113	2442	640		85	193		643	1032	603	848	956	122	130		56			77					
90.0-95.0	258	112	205			135	174	424		267	523	701												
95.0-100.0		276	262			112				121	424	259	396											
100.0-105.0												166												
105.0-110.0																								
110.0-115.0																								
115.0-120.0																								
รวม (WT) กรัม	7,367	23910	16571	18141	19451	9637	9002	10524	12450	10826	10275	8520	8,275	23200	29512	35347	28883	10687	13427	10718	12567	13686	6378	10370

ตารางที่ 6-4 ผลการคำนวณน้ำหนักหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการ
ประมง จ.ประจวบคีรีขันธ์

เดือน	WSS	WTS	%W	CW
มกราคม	13.70	13.80	99.28	80.81
กุมภาพันธ์	46.03	51.39	89.57	59.30
มีนาคม	47.65	48.82	97.60	2246.34
เมษายน	54.40	54.77	99.32	1138.66
พฤษภาคม	42.50	42.74	99.44	2713.18
มิถุนายน	19.60	22.90	85.59	2372.63
กรกฎาคม	19.60	20.70	94.69	1774.04
สิงหาคม	17.50	17.50	100.00	1234.60
กันยายน	21.70	23.30	93.13	1224.98
ตุลาคม	19.90	19.90	100.00	551.40
พฤศจิกายน	13.30	13.63	97.58	248.34
ธันวาคม	15.00	15.71	95.48	473.01

เมื่อ

WSS = ผลรวมของน้ำหนักตัวอย่างหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ของแต่ละเดือน (กก.)

WTS = น้ำหนักตัวอย่างหมีกสายทั้งหมด ของแต่ละเดือน (กก.)

%W = เปอร์เซนต์ของน้ำหนักผลจับหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ต่อน้ำหนักหมีกสายที่จับได้ทุกชนิด

$$= \frac{WSS * 100}{WTS}$$

CW = น้ำหนักหมีกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการประมง จ.ประจวบคีรีขันธ์ (ตัน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-5 ผลการคำนวณน้ำหนักหมึกสายชนิด *O. dollfusi* ที่จับได้ทั้งหมดในพื้นที่ทำการ
ประมง จ.ประจวบคีรีขันธ์ จำแนกตามเพศ

เดือน	WT (กรัม)		SWT (กรัม)	CW (ตัน)	WTD (ตัน)	
	เพศเมีย	เพศผู้			เพศเมีย	เพศผู้
มกราคม	7367.0	8275.0	15642.0	80.81	38.06	42.75
กุมภาพันธ์	23920.0	23200.0	47120.0	59.30	30.10	29.20
มีนาคม	16571.0	29512.0	46083.0	2264.34	807.76	1438.58
เมษายน	18141.0	35347.0	53488.0	1138.66	386.19	752.47
พฤษภาคม	19451.0	28883.0	48334.0	2713.18	1091.86	1621.32
มิถุนายน	9637.0	10687.0	20324.0	2327.63	1125.03	1247.60
กรกฎาคม	9002.0	13427.0	22429.0	1774.04	712.02	1062.02
สิงหาคม	10524.0	10718.0	21242.0	1234.60	611.66	622.94
กันยายน	12450.0	12567.0	25017.0	1224.98	609.63	615.35
ตุลาคม	10826.0	13686.0	24512.0	551.40	243.53	307.87
พฤศจิกายน	10275.0	6378.0	16653.0	248.34	153.23	95.11
ธันวาคม	8520.0	10370.0	18890.0	473.10	213.38	259.72

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-6 (ต่อ)

เพศเมีย

ช่วงความยาว (มม.)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม (C _{L1,L2})
20.0-25.0		3.01											3.01
25.0-30.0				57.93	94.94	140.63	89.00						382.50
30.0-35.0	3.46	2.32		37.52	83.99	125.00	54.77	61.17	43.54		19.15		430.92
35.0-40.0	2.48	1.60	60.58	30.11	62.60	75.95	42.32	49.21	36.29	15.22	14.59	16.41	407.37
40.0-45.0	1.85	1.43	46.69	20.50	52.75	55.44	30.64	32.62	28.33	14.33	6.88	10.94	302.40
45.0-50.0	1.43	0.88	30.37	14.17	41.86	46.59	25.24	24.50	22.68	8.17	6.54	8.34	230.77
50.0-55.0	1.13	0.84	26.99	11.78	31.98	35.43	20.48	20.57	19.34	6.94	5.62	6.65	187.75
55.0-60.0	0.91	0.68	20.05	9.87	26.19	25.62	16.58	15.92	14.79	6.12	4.28	5.77	146.78
60.0-65.0	0.75	0.50	16.70	7.84	23.31	21.99	14.37	13.30	12.83	4.59	3.12	4.29	123.59
65.0-70.0	0.63	0.43	13.70	6.46	18.45	18.75	11.73	10.89	9.84	4.07	2.69	4.05	101.67
70.0-75.0	0.53	0.37	11.79	5.57	16.68	15.44	9.57	9.30	8.57	3.52	2.47	3.07	86.87
75.0-80.0	0.45	0.31	10.86	4.94	14.02	13.51	7.60	8.66	6.73	2.87	1.90	2.75	74.60
80.0-85.0	0.39	0.27	11.04		14.13	12.23		6.40	6.56	2.44	1.72	2.47	57.66
85.0-90.0	0.34	0.25	7.57		12.58	11.66		5.71	5.32	2.42	1.63	2.01	49.74
90.0-95.0	0.30	0.27	7.88			8.33	4.09	5.77		1.82	1.46	1.83	31.76
95.0-100.0		0.22	6.17			10.04			5.04	1.72	1.18	1.62	25.99
100.0-105.0											0.92		0.92

ตารางที่ 6-7 ข้อมูลจำนวนของหมึกสาย (ตัว) และค่าไคสแควร์ทดสอบความแตกต่างอัตราส่วน
ระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้ โดยการสุ่มตัวอย่างจากเครื่องมือประมงวนลากคู่ในเขต
พื้นที่ทำการประมง จ.ประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2545

เดือน	เพศเมีย	เพศผู้	รวม	อัตราส่วน เพศเมีย : เพศผู้	χ^2
มกราคม	137	172	309	0.8:1	3.964*
กุมภาพันธ์	331	384	715	0.9:1	3.939*
มีนาคม	336	551	887	0.6:1	52.114*
เมษายน	466	788	1,254	0.6:1	82.683*
พฤษภาคม	505	725	1,230	0.7:1	39.350*
มิถุนายน	230	271	501	0.8:1	3.355
กรกฎาคม	215	310	525	0.7:1	17.190*
สิงหาคม	244	298	542	0.8:1	5.380*
กันยายน	271	333	604	0.8:1	6.364*
ตุลาคม	190	271	461	0.7:1	14.232*
พฤศจิกายน	180	151	331	1.2:1	2.541
ธันวาคม	135	207	342	0.7:1	15.158*
รวมปี	3,240	4,461	7,701	0.7:1	193.591*

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เมื่อ $\chi^2_{0.05,1} = 3.8415$, $\chi^2_{0.05,11} = 19.6751$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-8 ข้อมูลจำนวนหมึกสาย (ตัว) ในแต่ละกลุ่มความยาว และอัตราส่วนหมึกสายเพศเมีย ต่อจำนวนหมึกสายทั้งหมด โดยการสุ่มตัวอย่างจากเรือประมงอวนลากคู่ที่มีแหล่งทำการประมงในเขต จ.ประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2545

ความยาวกึ่งกลาง (มม.)	เพศเมีย NF_L	เพศผู้ NM_L	รวม NT_L	อัตราส่วนเพศเมีย NF_L/NT_L
22.5	1	0	1	1.000
27.5	9	9	18	0.500
32.5	42	25	67	0.627
37.5	166	132	298	0.557
42.5	231	215	446	0.518
47.5	378	542	920	0.411
52.5	377	643	1020	0.370
57.5	500	888	1388	0.360
62.5	382	776	1158	0.330
67.5	416	762	1178	0.353
72.5	321	351	672	0.478
77.5	221	100	321	0.688
82.5	88	14	102	0.863
87.5	69	4	73	0.945
92.5	24	0	24	1.000
97.5	14	0	14	1.000
102.5	1	0	1	1.000
รวม	3,240	4,461	7,701	0.421

ตารางที่ 6-9 ข้อมูลจำนวนหมึกสายวัยเจริญพันธุ์ (mature) และยังไม่เจริญพันธุ์ (immature) ในแต่ละกลุ่มความยาว (ตัว) และอัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียจำแนกตามความยาว โดยการสุ่มตัวอย่างจากเรือประมงอวนลากคู่ พ.ศ. 2545

ความยาว กึ่งกลาง (มม.)	Immature	Mature (N_{fmL})	รวม (N_{flL})	อัตราส่วน mature $P_L = N_{fmL} / N_{flL}$	(y)	$P_L - E$
22.5	0	0	0	-		0.000
27.5	3	0	3	0		0.001
32.5	15	0	15	0		0.004
37.5	38	0	38	0		0.012
42.5	51	2	53	0.038	3.231	0.038
47.5	69	7	76	0.092	2.289	0.111
52.5	60	19	79	0.241	1.147	0.286
57.5	37	48	85	0.565	-0.261	0.561
62.5	19	79	98	0.806	-1.424	0.804
67.5	3	84	87	0.966	-3.347	0.929
72.5	1	90	91	0.989	-4.499	0.977
77.5	1	44	45	0.978	-1.974	0.993
82.5	0	25	25	1.000		0.998
87.5	0	14	14	1.000		0.999
92.5	0	11	11	1.000		1.000
97.5	0	4	4	1.000		1.000
รวม	297	427	724	0.590		

หมายเหตุ

$$y = \ln \left[\frac{1}{P_L} - 1 \right]$$

$P_L - E$ = อัตราส่วนหมึกวัยเจริญพันธุ์เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความยาว
ที่คำนวณได้จากสมการ logistic curve

ตารางที่ 6-10 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) และเปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของหมึกสาย

O. dollfusi เพศเมียระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-ธันวาคม พ.ศ. 2545

เดือน	ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศ	เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์
กุมภาพันธ์	2.9822 (0.3460-12.2953)	63.64
มีนาคม	6.1421 (0.2161-27.8775)	67.36
เมษายน	3.8636 (0.0688-24.8341)	43.75
พฤษภาคม	5.2577 (0.0700-23.0922)	53.62
มิถุนายน	3.8225 (0.0875-30.8233)	46.51
กรกฎาคม	2.5978 (0.0640-12.9368)	39.47
สิงหาคม	6.2345 (0.1325-29.1235)	60.00
กันยายน	6.3928 (0.0974-21.1488)	79.41
ตุลาคม	6.4153 (0.0662-35.0009)	79.41
พฤศจิกายน	5.4333 (0.0806-25.9790)	72.34
ธันวาคม	6.1510 (0.1675-26.9035)	71.42

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือ พิสัยของค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) ของเพศเมีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-11 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (มม.) กับน้ำหนัก (กรัม) ของหมึกสายเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.902218
R Square	0.813998
Adjusted R Square	0.813955
Standard Error	0.208883
Observations	4368

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	833.673560	833.673560	19106.856	0
Residual	4366	190.498044	0.043632		
Total	4367	1024.171604			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-6.898904	0.076828	-89.796345	0	-7.049526	-6.748281
X Variable 1	2.6027791	0.018830	138.227553	0	2.565863	2.639695

โดยค่า $q = 0.0010$

$$n = 2.6028$$

ทดสอบค่า b

$$t = (2.6028 - 3) / 0.018830$$

$$= -21.0940$$

ตารางที่ 6-12 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (มม.) กับน้ำหนัก (กรัม) ของหมึกสายเพศเมีย

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.915848
R Square	0.838778
Adjusted R Square	0.838727
Standard Error	0.240073
Observations	3170

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	949.933	949.933	16481.924	0
Residual	3168	182.587	0.058		
Total	3169	1132.520			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-6.314646	0.078247	-80.701172	0	-6.468066	-6.161225
X Variable 1	2.454573	0.019119	128.381947	0	2.417086	2.492060

โดยค่า $q = 0.0018$

$$n = 2.4546$$

ทดสอบค่า b

$$t = (2.4546 - 3) / 0.019119$$

$$= -28.5266$$

ตารางที่ 6-13 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (มม.) กับน้ำหนัก (กรัม) ของหมึกสายแบบรวมเพศ

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.908817
R Square	0.825949
Adjusted R Square	0.825926
Standard Error	0.223185
Observations	7538

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1781.342	1781.342	35761.586	0
Residual	7536	375.380	0.050		
Total	7537	2156.722			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-6.562850	0.054403	-120.634636	0	-6.669494	-6.456205
X Variable 1	2.518226	0.013316	189.107341	0	2.492122	2.544330

โดยค่า $q = 0.0014$

$n = 2.5182$

ทดสอบค่า b

$$t = (2.5182 - 3) / 0.013316$$

$$= -36.1820$$

ตารางที่ 6-14 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของหมึกวัยเจริญพันธุ์
เพศเมียต่อหมึกเพศเมียทั้งหมดกับความยาว

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.978692
R Square	0.957839
Adjusted R Square	0.950812
Standard Error	0.645689
Observations	8

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	56.83019	56.83019	136.312	2.37997E-05
Residual	6	2.501483	0.416914		
Total	7	59.33167			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	13.13065	1.217182	10.78774	3.75295E-05	10.15230781	16.10898842
X Variable 1	-0.23265	0.019926	-11.6753	2.37997E-05	-0.281403767	-0.183887484

เมื่อ $S_1 = 13.1307$

$S_2 = 0.2336$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-15 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างความคดของไขกับความยาวแมนเทิลของหมึกสาย

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.506579
R Square	0.256623
Adjusted R Square	0.252423
Standard Error	0.410882
Observations	179

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	10.315588	10.315588	61.102512	4.6553E-13
Residual	177	29.881900	0.168824		
Total	178	40.197488			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0.814723	1.013082	0.804203	0.422359	-1.184551536	2.813998459
X Variable 1	1.848190	0.236438	7.816810	4.6553E-13	1.381589897	2.314790501

เมื่อ $a = 2.25855$

$b = 1.84849$

ทดสอบค่า t

$$t = \frac{0.506579\sqrt{179-2}}{\sqrt{1-(0.256623)}} = 7.8168$$

ตารางที่ 6-16 ความยาวเฉลี่ยของหมึกสาย *O. dollfusi* ในแต่ละกลุ่มอายุ ที่ใช้ในการคำนวณของ Gulland and Holt plot และการคำนวณของ von Bertalanffy plot

เพศผู้

เดือน		ความยาว(มม.)	ความยาวที่	อัตราการเติบโต	ความยาวเฉลี่ย (มม.)	
t	Δt	L_t	เพิ่มขึ้น (ΔL_t)	$y = \frac{\Delta L_t}{\Delta t}$	$X = \left(\frac{L_{t+\Delta t} + L_t}{2} \right)$	$-\ln \left(1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right)$
มี.ค.		41.211				0.507
พ.ค.	2	50.064	8.853	4.427	45.638	0.661
มิ.ย.	1	56.976	6.912	6.912	53.520	0.799
ส.ค.	2	63.664	6.688	3.344	60.320	0.954
ต.ค.	2	70.158	6.494	3.247	66.911	1.132

$$r = 0.5106 \quad b = -0.0954 \quad a = 9.8842$$

$$K = 0.095 \text{ ต่อเดือน} \\ = 1.145 \text{ ต่อปี}$$

$$L_\infty = 103.560 \text{ มม.} \quad t_0 = -0.041 \text{ ปี}^*$$

* จากข้อมูลการเพาะเลี้ยงหมึกสายลายหินอ่อน (*O. dollfusi*) โดยนิตยา เลาหะจินดา และวีณา พานิชย์พงศ์ (2529)

ตารางที่ 6-16 (ต่อ) ความยาวเฉลี่ยของหมึกสาย *O. dollfusi* ในแต่ละกลุ่มอายุ ที่ใช้ในการคำนวณของ Gulland and Holt plot และการคำนวณของ von Bertalanffy plot เพศเมีย

เดือน	ความยาว(มม.)	ความยาวที่เพิ่มขึ้น (ΔL_t)	อัตราการเติบโต $y = \frac{\Delta L_t}{\Delta t}$	ความยาวเฉลี่ย (มม.) $X = \left(\frac{L_{t+\Delta t} + L_t}{2} \right)$	$-\ln \left(1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right)$
t	Δt	L_t			
เม.ย.		44.420			0.486
มิ.ย.	2	65.332	20.912	10.456	0.835
ส.ค.	2	75.495	10.163	5.082	1.062
ต.ต.	2	87.700	12.205	6.103	1.426
พ.ย.	1	92.016	4.316	4.316	1.596

$$r = 0.8682 \quad b = -0.1574 \quad a = 18.1634$$

$$K = 0.133 \text{ ต่อเดือน} \\ = 1.600 \text{ ต่อปี}$$

$$L_\infty = 115.420 \text{ มม.} \quad t_0 = -0.041 \text{ ปี}^*$$

* จากข้อมูลการเพาะเลี้ยงหมึกสายลายหินอ่อน (*O. dollfusi*) โดยนิตยา เลาหะจินดา และวีณา พานิชย์พงศ์ (2529)

ตารางที่ 6-17 ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของหมึกสาย *O. dollfusi*

เพศผู้ $L_{\infty} = 103.560$ มม. $K = 1.145$ ต่อปี

ความยาวแมนเทิล (มม.)	$C_{(L_1, L_2)}$	$t_{(L_1)}$	$\Delta t_{(L_1, L_2)}$	x	y	หมายเหตุ
25-30	595.16	0.241	0.057	0.270	9.246	ไม่ใช้ในการวิเคราะห์
30-35	712.45	0.299	0.061	0.329	9.358	วิเคราะห์
35-40	561.93	0.360	0.066	0.393	9.047	
40-45	405.04	0.426	0.072	0.462	8.641	
45-50	306.64	0.498	0.078	0.537	8.277	
50-55	247.05	0.576	0.086	0.619	7.968	
55-60	192.40	0.661	0.095	0.709	7.615	ใช้ในการวิเคราะห์
60-65	159.04	0.756	0.106	0.810	7.309	
65-70	132.56	0.863	0.121	0.923	6.997	
70-75	115.43	0.984	0.141	1.055	6.708	
75-80	98.97	1.125	0.168	1.209	6.378	
80-85	46.53	1.293	0.208	1.397	5.409	ไม่ใช้ในการวิเคราะห์
85-∞	27.80	1.501	0.274	1.639	4.619	วิเคราะห์

หมายเหตุ $C_{(L_1, L_2)}$ = ผลจับสัตว์น้ำรวมทุกเดือน ที่มีความยาวระหว่าง L_1 และ L_2 ($\times 10^6$ ตัว)

$t_{(L_1)}$ = อายุที่ความยาว L_1

$\Delta t_{(L_1, L_2)}$ = เวลาที่ใช้ในการเพิ่มความยาวจาก L_1 เป็น L_2

$$x = t \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right)$$

$$y = \ln \left(\frac{C_{(L_1, L_2)}}{\Delta t_{(L_1, L_2)}} \right)$$

สถานศึกษาบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-17 (ต่อ)

เพศเมีย $L_{\infty} = 115.420$ มม. $K = 1.600$ ต่อปี

ความยาวแมนเทิล (มม.)	$C_{(L_1,L_2)}$	$t_{(L_1)}$	$\Delta t_{(L_1,L_2)}$	x	y	หมายเหตุ
20-25	3.01	0.119	0.034	0.136	4.494	ไม่ใช้ใน
25-30	382.50	0.153	0.036	0.170	9.283	การ
30-35	430.92	0.188	0.038	0.207	9.344	วิเคราะห์
35-40	407.37	0.226	0.040	0.246	9.226	
40-45	302.40	0.266	0.043	0.287	8.861	
45-50	230.77	0.309	0.046	0.332	8.520	
50-55	187.75	0.355	0.050	0.380	8.237	
55-60	146.78	0.405	0.054	0.432	7.908	
60-65	123.59	0.459	0.059	0.488	7.646	ใช้ในการ
65-70	101.67	0.518	0.065	0.550	7.351	วิเคราะห์
70-75	86.87	0.583	0.073	0.619	7.083	
75-80	74.60	0.656	0.083	0.697	6.807	
80-85	57.66	0.738	0.095	0.786	6.407	
85-90	49.74	0.833	0.112	0.890	6.094	
90-95	31.76	0.946	0.137	1.014	5.447	
95-100	25.99	1.083	0.176	1.170	4.998	ไม่ใช้ใน
100-∞						การ
	0.92	1.258	0.245	1.381	1.327	วิเคราะห์

หมายเหตุ $C_{(L_1,L_2)}$ = ผลจับสัตว์น้ำรวมทุกเดือน ที่มีความยาวระหว่าง L_1 และ L_2 ($*10^6$ ตัว)

$t_{(L_1)}$ = อายุที่ความยาว L_1

$\Delta t_{(L_1,L_2)}$ = เวลาที่ใช้ในการเพิ่มความยาวจาก L_1 เป็น L_2

$$x = t \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right)$$

$$y = \ln \left(\frac{C_{(L_1,L_2)}}{\Delta t_{(L_1,L_2)}} \right)$$

ตารางที่ 6-18 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง $t\left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right)$

กับ $\ln\left[\frac{C_{(L1,L2)}}{\Delta t_{(L1+L2)}}\right]$ และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกสายเพศเมีย

Regression Statistics	
Multiple R	0.992108
R Square	0.984278
Adjusted R Square	0.982705
Standard Error	0.151772
Observations	12

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	14.420474	14.420474	626.035567	2.3799E-10
Residual	10	0.230346	0.023035		
Total	11	14.650820			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	10.068712	0.112889	89.190938	7.681E-16	9.817179	10.320245
X Variable 1	-4.648238	0.185776	-25.020703	2.38E-10	-5.062172	-4.234304

การคำนวณค่า Z

$$Z = -(-4.6482)$$

$$= 4.6482 \text{ ต่อปี}$$

ตารางที่ 6-18 ผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง $t\left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right)$

กับ $\ln\left[\frac{C_{(L1,L2)}}{\Delta t_{(L1+L2)}}\right]$ และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกสายเพศผู้

Regression Statistics	
Multiple R	0.990962
R Square	0.982005
Adjusted R Square	0.979756
Standard Error	0.157578
Observations	10

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	10.840580	10.840580	436.575020	2.88794E-08
Residual	8	0.198648	0.024831		
Total	9	11.039228			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	10.115889	0.137648	73.491244	1.309E-12	9.798473	10.433305
X Variable 1	-3.304236	0.158140	-20.894378	2.888E-08	-3.668908	-2.939565

การคำนวณค่า Z

$$Z = -(-3.3042)$$

$$= 3.3042 \text{ ต่อปี}$$

ตารางที่ 6-19 พารามิเตอร์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (L) กับน้ำหนัก (W) ของหมึกสาย

ชนิด	เพศ	q	n	จำนวนตัว	r	พื้นที่ศึกษา	ขนาด	ที่มา :
<i>O. vulgaris</i>	M	0.350	2.988	584	0.979	Catalonia	-	Guerra & Manriquez (1980)
	F	0.542	2.804	434	0.969	(Western	-	
	M+F	0.420	2.917	1018	0.969	Mediterranean)	3-22	
<i>O. vulgaris</i>	M	0.757	2.74	37	0.95	South Africa (Atlantic Ocean)	4.9-21.5	Smale & Buchan (1981)
	F	0.587	2.83	55	0.97		4.6-21.5	
	M+F	0.718	2.80	92	0.97		4.6-21.5	
<i>O. vulgaris</i>	M	3.306	2.323	155	0.90	Valencia (Western Mediterranean)	8-22	Sanchez & Obarti (1993)
	F	1.654	2.576	165	0.92		9-26	
	M+F	-	-	-	-		-	
<i>O. vulgaris</i>	M	0.442	2.882	168	0.95	Mallorca (Western Mediterranean)	5-16	Quetglas <i>et. al.</i> (1998)
	F	0.413	2.916	175	0.94		5-16	
	M+F	0.437	2.889	343	0.94		5-16	
<i>Bathypolypus sponsalis</i>	M	0.865	2.288	115	0.880	Western Mediterranean	2.5-7.5	Quetglas <i>et. al.</i> (2001)
	F	0.479	2.658	180	0.894		1.7-9.5	
	M+F	0.562	2.563	297	0.920		-	

q = intercept; b = slope; r = correlation coefficient

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจริยา ฐิติเวศน์ เกิดเมื่อวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2521 สำเร็จการศึกษาจากภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2542 และศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย