

การประเมินลำดับชั้นอาหารของสัตว์น้ำด้วยแบบจำลองอีโคพาธจากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามัน ประเทศไทย เพื่อการจัดการประมงอย่างเหมาะสม

Assessing the Trophic Level of Fishes from an Andaman Coastal Fishery, Thailand, Using the Ecopath Model for Proper Fisheries Management

นิชกานต์ ศรีทอง¹ และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์^{1*}
Nichakan Srithong¹ and Ananya Jarempornnipat^{1*}

บทคัดย่อ

ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรประมงบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ส่งผลให้มีการทำประมงอย่างหนาแน่นและมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรประมงมากเกินไปจนกำลังผลิต โดยไม่ตระหนักถึงความสมดุลของระบบนิเวศซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสายใยอาหาร ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองโครงสร้างสายใยอาหาร ประเมินลำดับชั้นอาหาร (trophic level) และสัมประสิทธิ์ลำดับชั้นอาหารเชิงนิเวศ (ecotrophic efficiency) ภายในสายใยอาหารของสัตว์น้ำจากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามันด้วยแบบจำลองอีโคพาธ โดยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำประมงชายฝั่งทั้งประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ในจังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึง พฤศจิกายน 2561 จำนวน 43 กลุ่มชนิดสัตว์น้ำ ผลจากการจำลองโครงสร้างพบว่า ลำดับชั้นอาหารมีค่าระหว่าง 1-3.827 โดยปลากระโทงธรณ์ (*Istiophorus platypterus*) เป็นผู้ล่าในลำดับชั้นอาหารสูงสุด สัตว์น้ำในลำดับชั้นอาหารที่สองทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ลำดับชั้นอาหารสูง และเป็นกลุ่มสัตว์น้ำที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์จากการทำประมงมาก จากการที่มีค่า EE>0.6 และค่าผลจับเฉลี่ยของการทำประมง 2.532 แบบจำลองนี้ยังสามารถประเมินสถานะโครงสร้างองค์ประกอบสัตว์น้ำที่ถูกใช้ประโยชน์จากการทำประมง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจจัดทำนโยบายด้านการประมงและแนวทางจัดการประมงที่สอดคล้องกับระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามัน

คำสำคัญ: สายใยอาหาร แบบจำลองสมดุลมวลสาร ประมงชายฝั่ง ทะเลอันดามัน

Abstract

The high levels of abundance and diversity of aquatic resources in various Andaman Sea ecosystems have led to overfishing and overexploitation, which has often taken place with little or no awareness of, and regard for, the damage to ecosystem food web. The aim of this study was to simulate the food web structure and investigate the ecotrophic efficiency (EE) of the trophic levels (TL) of an Andaman Sea coastal fishery using the Ecopath model. The sample collection took place in Krabi, Phang-nga and Phuket provinces in both artisanal and commercial fisheries, over the period of October 2017 to November 2018. A total of 43 aquatic species were studied. This model analysis showed that the mean trophic level of fishery yield was 2.532 and the average values of Ecotrophic Efficiency (EE) were high (0.702-0.990), except for detritus, producers, and immature organisms in groups of species such as *Rhinobatos schlegelii* and *Chiloscyllium griseum*. These results indicated that the fish resources of the Andaman Sea ecosystem had been excessively utilized. However, the fishery is still impressive in many ways, and this can be seen from the spread of trophic levels that ranged from 1-3.827. The top predator was *Istiophorus platypterus*. The second trophic level played an important role in energy transfer between producers and high-level consumers. There was a high fishery yield in the area. Furthermore, the model can be used to evaluate the state of the ecosystem structure in order to support fishery decision making policy and proper fishery management in the Andaman Sea ecosystem.

Keywords: food web, mass balance model, coastal fishery, Andaman Sea

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Fisheries Science, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author, Email: ananya.ja@kmitl.ac.th

คำนำ

ชายฝั่งทะเลอันดามันเป็นระบบนิเวศทางทะเลเขตร้อนซึ่งมีความสำคัญมากต่อการทำประมงชายฝั่งของประเทศไทย จากสถิติปริมาณการจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมงโดยเครื่องมือประมงพาณิชย์ (catch per unit of effort หรือ CPUE) (Department of Fisheries, 2019) พบว่า ระหว่างปี 2551-2555 มีค่า CPUE เฉลี่ยเท่ากับ 42.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น 59.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในระหว่างปี 2556-2560 อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของค่า CPUE สวนทางกับการลดลงของสัตว์น้ำจากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามันในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จากที่จับได้ 631,493 ตันในปี 2550 ลดลงเหลือ 308,144 ตันในปี 2560 และสัตว์น้ำที่จับได้มีขนาดเล็กลงและยังไม่เข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (Sawusdee, 2007) แสดงให้เห็นว่าทรัพยากรประมงบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันมีความเสี่ยงที่เสื่อมโทรมมาก และกำลังเข้าสู่ภาวะการจับสัตว์น้ำมากเกินไปจนก่อให้เกิดการล้นเกิน (overfishing) เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2558 ประเทศไทยได้รับการแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรปว่าด้วยการทำประมงผิดกฎหมาย ขาดการรายงาน และไร้การควบคุม (illegal, unreported and unregulated fishing หรือ IUU) โดยได้รับสถานะใบเหลือง ส่งผลให้อุตสาหกรรมประมงของประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างหนัก ทั้งนี้รัฐบาลพยายามแก้ไขปัญหามาตรการทุกด้านเพื่อให้บรรลุตามข้อกำหนด IUU ของสหภาพยุโรป จนกระทั่งวันที่ 8 มกราคม 2562 สหภาพยุโรปได้ประกาศปลดสถานะใบเหลืองของประเทศไทย อย่างไรก็ตามการแก้ไขปัญหาการประมงยังคงใช้มาตรการควบคุม แก้ไข และปรับปรุงการทำประมง โดยยังขาดความเข้าใจโครงสร้างของระบบนิเวศ โดยเฉพาะโครงสร้างลำดับขั้นอาหาร (trophic level) ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศจากการกินอาหารอย่างเป็นลำดับขั้น บ่งบอกถึงบทบาทในระบบนิเวศของสัตว์น้ำแต่ละชนิด ความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำ และความซับซ้อนของความสัมพันธ์ในสายใยอาหาร นับว่าเป็นตัวชี้วัดถึงความสมบูรณ์และความสมดุลของระบบนิเวศ (Palomares and Pauly, 1989) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศทางทะเลเขตร้อน

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองอโคพาร์ซึ่งเป็นเครื่องมือประเมินโครงสร้างของระบบนิเวศ (Christensen et al., 2008; Christensen et al., 2009) ที่สามารถประเมินคุณลักษณะของระบบนิเวศทางทะเลเขตร้อนที่มีความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำสูง (multi-species) เช่น การนำไปใช้สร้างฐานข้อมูลของแบบจำลองบริเวณอ่าวไทย (Christensen, 1998) และการประเมินระบบนิเวศอ่าวเบงกอล (Ullah et al., 2012) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลำดับขั้นอาหารและความสัมพันธ์ของสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามันด้วยแบบจำลองอโคพาร์ ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะนำไปใช้ประกอบสำหรับการกำหนดแนวทางการบริหารทรัพยากร และสนับสนุนการจัดการประมงชายฝั่งทะเลอันดามันอย่างเหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของระบบนิเวศในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

ชายฝั่งทะเลอันดามันตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย เชื่อมต่อระหว่างมหาสมุทรอินเดียตะวันออกและมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก พื้นที่ที่ทำการศึกษานี้ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 7°29'22" ถึง 8°21'39" ละติจูดที่ 98°16'57" ถึง 99°03'18" ลองจิจูดที่ 98°16'57" ถึง 99°03'18" ครอบคลุมเขตการทำประมงในจังหวัดพังงา ภูเก็ต และกระบี่ พื้นที่ประมาณ 225 ตารางกิโลเมตร มีระบบน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำครึ่ง (semidiurnal tide) ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมสองช่วงเวลา คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (Panjarat, 2008) ด้วยภูมิประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณเขตร้อน ทำให้ชายฝั่งทะเลอันดามันมีความหลากหลายของระบบนิเวศทางน้ำค่อนข้างสูง โดยเฉพาะระบบนิเวศแนวปะการัง ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของปลาเศรษฐกิจและเป็นแหล่งทำประมงที่สำคัญของประเทศไทย (Figure 1)

การเก็บรวบรวมตัวอย่าง

รวบรวมตัวอย่างสัตว์น้ำจากการทำประมงชายฝั่งในบริเวณทะเลอันดามัน ทั้งจากแพปลาจากเรือประมงพาณิชย์และแพปลาจากเรือประมงพื้นบ้าน โดยแบ่งเป็น แพปลาประมงพาณิชย์ในจังหวัดกระบี่ จำนวน 2 แพ จังหวัดภูเก็ต จำนวน 2 แพ และแพปลาประมงพื้นบ้าน ในจังหวัดกระบี่ จำนวน 3 แพ จังหวัดพังงา จำนวน 1 แพ และจังหวัดภูเก็ตจำนวน 2 แพ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2561 จำนวน 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือนจากเรือประมงพาณิชย์ที่ทำประมงด้วยเครื่องมือประมงชนิดอวนล้อมจับ อวนลาก และอวนลอย อย่างน้อย 3 ลำต่อแพ จากเรือประมงพื้นบ้านที่ทำประมงด้วยเครื่องมือประมงชนิดอวนลอย ลอบปลา และเบ็ดมือ เก็บข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบชนิดของสัตว์น้ำ (catch composition) ที่เรือประมงแต่ละลำจับได้ สุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำจากชนิดสัตว์น้ำที่จับได้สูงที่สุด 5 อันดับแรกของเรือแต่ละลำ จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ จากนั้นจำแนกชนิดสัตว์น้ำภาคสนามตามการจำแนกบนฐานข้อมูลจากเว็บไซต์ www.fishbase.org

(Fröese and Pauly, 2018) และหนังสือ Fishes of Andaman Sea : west coast of southern Thailand (Kimura et al., 2009) สำหรับชนิดสัตว์น้ำที่ไม่สามารถจำแนกชนิดเบื้องต้นได้ ทำการบันทึกภาพสัตว์น้ำและจำแนกชนิดในภายหลังตามคู่มือการจำแนกชนิดสัตว์น้ำของ Carpenter and Niem (1999) วัดความยาวหน่วยเป็นเซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักหน่วยเป็นกรัม และวัดสัดส่วนความยาวและความกว้างของครีบกหาง

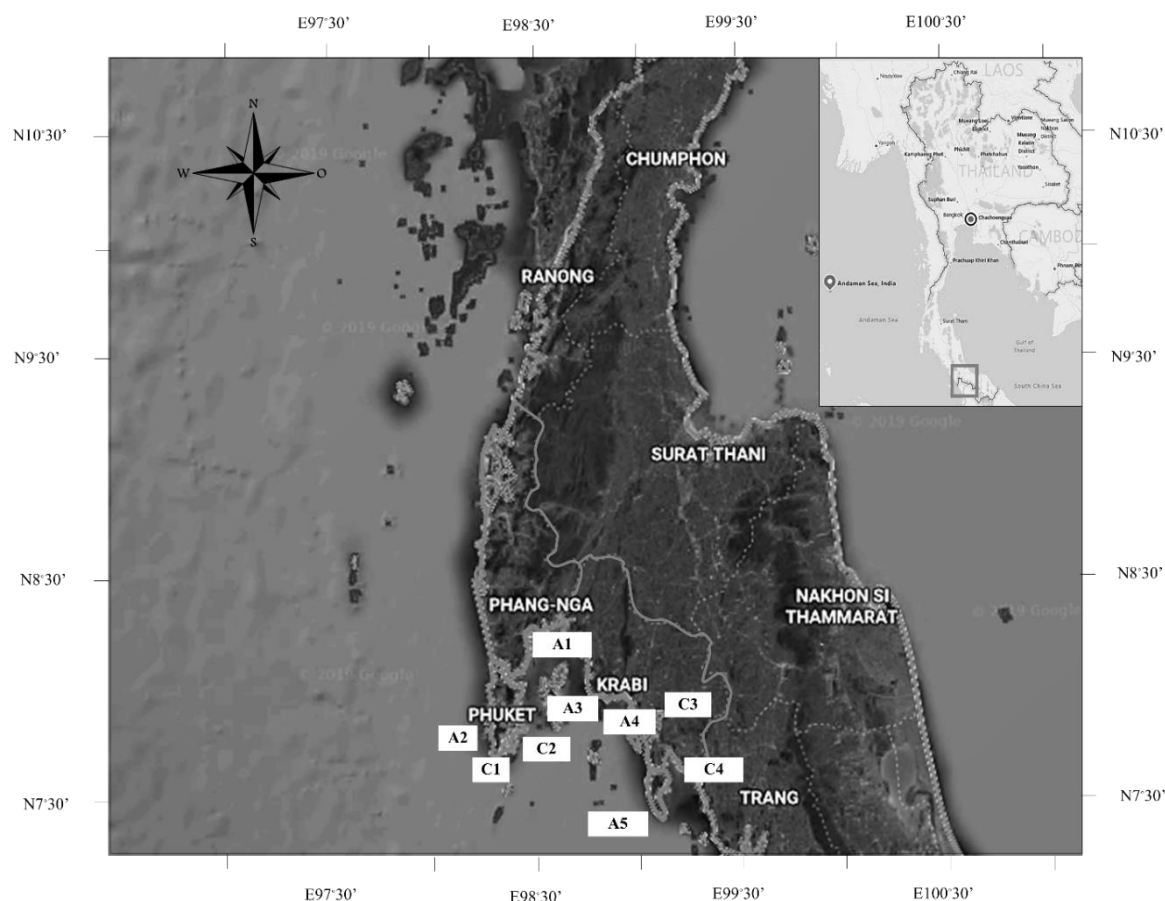


Figure 1 Study sites in the Andaman Sea fishing pier southwestern part of Thailand.

Legend: A1 - "Bangpat" artisanal pier in Phang Nga province (8°21'38N, 98°34'24E);

A2 - "Patong" artisanal pier in Phuket province (7°53'9N, 98°17'14E);

A3 - "Ko Sire" artisanal pier in Phuket province (7°53'8N, 98°25'52E);

A4 - "Ko Klang" artisanal pier in Krabi province (8°2'49N, 98°54'7E);

A5 - "Sang Kha Ou" artisanal pier in Krabi province (7°28'38N, 99°4'10E);

C1 - "P. Pichai" commercial pier in Phuket province (7°53'20N, 98°23'47E);

C2 - "Fish marketing organization" commercial pier in Phuket province (7°52'35N, 98°25'36E);

C3 - "Klong Jilad" commercial pier in Krabi province (8°2'44N, 98°56'21E);

C4 - "421 Bo Muang" commercial pier in Krabi province (7°40'57N, 99°11'56E).

Source: Google Earth Maps (2019).

การวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดอาหารในกระเพาะอาหาร

นำตัวอย่างสัตว์น้ำมาผ่าท้องเพื่อเก็บตัวอย่างกระเพาะอาหาร เก็บรักษาในน้ำยาฟอมาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างกระเพาะที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดอาหารในกระเพาะอาหาร (stomach content analysis) โดยนำอาหารภายในกระเพาะอาหารออกมาจำแนกชนิดอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ นับจำนวนและชั่งน้ำหนักอาหารแต่ละชนิด (กรัม) และน้ำหนักของกระเพาะที่เหลือ (กรัม) คำนวณองค์ประกอบอาหารในรูปน้ำหนัก (weight composition: %W) ตามวิธีการของ Hyslop (1980) เพื่อนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลองอีโคพาท (Ecopath)

หลักการของแบบจำลองอีโคพาธ

อีโคพาธ (Ecopath) เป็นแบบจำลองที่สามารถจำลองโครงสร้างของระบบนิเวศ โดยใช้หลักการของสมการสมดุลมวลสาร (mass balance) นั่นคือ พลังงานที่นำเข้าสู่ระบบเท่ากับพลังงานที่ออกจากระบบ (Christensen et al., 2008) ดังสมการ

$$B_i (P/B)_i (EE_i) = Y_i + \sum (B_j) (Q/B)_j DC_{ji} \quad (1)$$

เมื่อ	B_i	หมายถึง	มวลชีวภาพของเหยื่อ
	P/B_i	หมายถึง	สัดส่วนการผลิตต่อมวลชีวภาพของเหยื่อ
	EE_i	หมายถึง	ประสิทธิภาพของลำดับขั้นอาหาร
	Y_i	หมายถึง	อัตราการจับ
	B_j	หมายถึง	มวลชีวภาพของผู้ล่า
	Q/B_j	หมายถึง	สัดส่วนการบริโภคต่อมวลชีวภาพของผู้ล่า
	DC_{ji}	หมายถึง	การถูกบริโภคของเหยื่อ i โดยผู้ล่า j

การนำเข้าข้อมูลของแบบจำลองอีโคพาธ

การนำเข้าข้อมูลของแบบจำลองต้องอาศัยการคำนวณข้อมูลของสัตว์น้ำที่ทำการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้การคำนวณค่าพารามิเตอร์ตามสมการของเว็บไซต์ www.fishbase.org (Fröese and Pauly, 2018) ดังนี้

ผลผลิตต่อมวลชีวภาพของสัตว์น้ำ (production/biomass), P/B ซึ่งเท่ากับ อัตราการตายรวมของสัตว์น้ำ (Z)

$$Z = F + M \quad (2)$$

เมื่อ	F	หมายถึง	การตายจากการทำประมง (fishing mortality)
	M	หมายถึง	การตายจากธรรมชาติ (natural mortality)

สัมประสิทธิ์การตายจากธรรมชาติ (natural mortality) โดยใช้ค่าความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ (L_∞) คือ ความยาวสูงสุดของสัตว์น้ำที่จับได้จากการศึกษา เพื่อนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การตายจากธรรมชาติ

$$M = 10^{(0.566 - 0.718 \cdot \log(L_\infty) + 0.02 \cdot T)} \quad (3)$$

เมื่อ	L_∞	หมายถึง	ค่าความยาวอนันต์
	T	หมายถึง	อุณหภูมิของน้ำทะเล ขณะทำการศึกษาที่ 29.5 องศาเซลเซียส

มวลชีวภาพของสัตว์น้ำ (ตัน/ตารางกิโลเมตร)

$$B = Y / F \quad (4)$$

เมื่อ	F	หมายถึง	อัตราการตายจากการทำประมง
	Y	หมายถึง	ปริมาณการจับสัตว์น้ำ

ปริมาณการบริโภคต่อหน่วยชีวมวลต่อปี (consumption/biomass), Q/B โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามฐานข้อมูลกลุ่มชนิดสัตว์น้ำจากการศึกษาของ Pauly et al. (1998) และ Xu et al. (2011)

$$Q/B = 3 \cdot W_\infty^{-0.2} \cdot T^{0.6} \cdot A_R^{0.5} \cdot 3 e^{Ft} \quad (5)$$

เมื่อ	W_∞	หมายถึง	ค่าน้ำหนักอนันต์
	T	หมายถึง	อุณหภูมิของผิวน้ำทะเลขณะทำการศึกษา

Ft หมายถึง ชนิดของอาหารที่กลุ่มตัวอย่างบริโภค แทนค่าตามการทำนายการกินอาหาร (แทนค่า 0 ในกลุ่มสัตว์กินสัตว์ เป็นอาหาร และแทนค่า 1 กลุ่มสัตว์ที่กินพืช และเศษซากเป็นอาหาร)

A_R หมายถึง ค่า aspect ratio โดยค่า A_R คำนวณได้ตามสมการที่ 6

$$A_R = H^2 / S \quad (6)$$

เมื่อ H หมายถึง ความสูงของครีบน้ำ
S หมายถึง พื้นที่ที่ครีบน้ำสัมผัสน้ำ

ความสมดุลของแบบจำลอง

ตรวจสอบความสมดุลในการประเมินผลจากแบบจำลองโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ลำดับชั้นอาหารเชิงนิเวศ (ecotrophic efficiencies, EE) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองตามทฤษฎีของ Pauly et al. (2000) ซึ่งมีชีวิตที่แสดงในแบบจำลองควรมีค่า EE เข้าใกล้ 1 หรืออยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เนื่องจากผลผลิตทั้งหมดของประชากรสัตว์น้ำไม่ควรถูกนำไปใช้ประโยชน์มากเกินไป การผลิตภายในกลุ่ม ค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงอาหารขั้นต้น (gross food conversion efficiency, GE) หรือ P/Q (production/consumption) ควรมีค่า 0.1 ถึง 0.3 ยกเว้นผู้ล่าสูงสุดที่อาจมีค่าต่ำได้ (Christensen et al., 2005)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การจำลองโครงสร้างสายใยอาหาร

การจำลองสายใยอาหารด้วยแบบจำลองอีโคพาร์เพื่อแสดงโครงสร้างลำดับชั้นอาหาร (trophic levels, TL) และสายใยอาหาร (Figure 2) โดยที่กล่องสี่เหลี่ยมแสดงถึงกลุ่มโครงสร้างตามหน้าที่ ขนาดของกล่องสี่เหลี่ยมแสดงถึงปริมาณมวลชีวภาพ ซึ่งพบว่าโครงสร้างลำดับชั้นทางอาหารในระบบนิเวศนี้ แบ่งออกเป็น 3 ลำดับด้วยกัน โดยมีค่า TL 1-3.872 โครงสร้างที่จำลองได้ในที่นี้แตกต่างจากลำดับชั้นอาหารจากงานวิจัยของ Ullah et al. (2012) ที่ศึกษาสายใยอาหารบริเวณอ่าวเบงกอล ประเทศบังกลาเทศ ที่พบว่ามีลำดับชั้นอาหาร 4 ลำดับ มีฉลามและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลเป็นผู้บริโภคชั้นสูงสุด ซึ่งไม่ปรากฏในสายใยอาหารของการศึกษานี้ ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากข้อกำหนดในพระราชกำหนดการทำประมง พ.ศ. 2558 ว่าด้วยชนิดสัตว์น้ำที่ห้ามนำขึ้นเรือและห้ามทำประมง ทำให้ไม่มีตัวอย่างฉลามหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลจากการทำประมงในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันได้

ในการจำลองสายใยอาหารพบว่าสามารถจำแนกออกได้เป็นห่วงโซ่อาหารปลาพื้นท้องน้ำและห่วงโซ่อาหารปลาผิวน้ำ โดยที่ชนิดสัตว์น้ำในห่วงโซ่อาหารพื้นท้องน้ำที่ได้จากการประมงพาณิชย์แตกต่างกับประมงพื้นบ้าน ทั้งนี้อาจสืบเนื่องจากการที่ลักษณะพื้นที่และบริเวณเขตทำประมงแตกต่างกัน โดยปกติแล้วการทำประมงพื้นบ้านส่วนใหญ่นิยมทำประมงในเขตป่าชายเลนและบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะบริเวณแพของเรือประมงพื้นบ้านจังหวัดกระบี่และพังงา สัตว์น้ำที่พบส่วนใหญ่จึงเป็นสัตว์น้ำที่ทนต่อความเค็มในช่วงกว้าง อาศัยบริเวณพื้นดินโคลนปนทราย ห่วงโซ่อาหารของปลาพื้นท้องน้ำจากการทำประมงพื้นบ้านประกอบด้วย ผู้ผลิตบริเวณพื้นท้องน้ำ และผู้ย่อยสลาย โดยผู้บริโภคชั้นที่หนึ่ง คือ แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียน (crustacean) ปลากะบอก (*Liza* sp.) และปลาทราย (*Sillago argentifasciata*) ซึ่งถูกบริโภคโดยปลาจวด (*Otolithes ruber*) ปลากดทะเล (*Arius arius*) ปลากะบาง (*Himantura walga*) และผู้บริโภคชั้นสุดท้ายในห่วงโซ่อาหารนี้ คือ ปลาตุ๊กทะเล (*Plotosus canius*) และปลากะพงข้างปาด (*Lutjanus russellii*)

การทำประมงพาณิชย์มีเขตพื้นที่ทำประมงกว้าง ที่ระดับความลึก 15-60 เมตร ห่วงโซ่อาหารสัตว์น้ำพื้นท้องน้ำจากการทำประมงพาณิชย์ ประกอบด้วย ผู้ผลิต คือ ผู้ผลิตบริเวณพื้นท้องน้ำและผู้ย่อยสลาย ผู้บริโภคชั้นที่หนึ่ง คือ ครัสเตเชียน สัตว์กลุ่มหมึก (cephalopod) ปลาแพะ (*Upeneus vittatus*) ปลาลิ้นหมา (*Cynoglossus macrolepidotus*) ปลากะรังหางตัด (*Epinephelus areolatus*) และผู้บริโภคชั้นสูง ประกอบด้วย ปลากะรังลายจุด (*Epinephelus malabaricus*) ปลาโรนัน (*Rhinobatos schlegelii*) ปลาจักรผาน (*Psettodes belcheri*) และฉลามกบ (*Chiloscyllium griseum*) ห่วงโซ่อาหารของปลาผิวน้ำ ประกอบด้วย ผู้ผลิต คือ แพลงก์ตอนพืช ผู้บริโภคชั้นที่หนึ่ง คือ แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียน ซึ่งถูกกินต่อโดยผู้บริโภคในลำดับขั้นที่สูงกว่า ได้แก่ ปลาผิวน้ำขนาดเล็กหลายชนิด เช่น ปลาแป้น (*Leiognathus equulus*) ปลาตาโต (*Selar crumenophthalmus*) ปลากะตัก (*Stolephorus* sp.) ปลาหลังเขียว (*Sardinella* sp.) ปลาสิ่กุน (*Selaroides* sp.) ปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) และปลาหางแข็ง (*Megalaspis cordyla*) และผู้บริโภคชั้นสุดท้าย คือ ปลาผิวน้ำขนาดใหญ่

ได้แก่ ปลาสาเก (Sphyraena quenie) ปลากระโทงดาบ (Xiphias gladius) ปลาโอดำ (Thunnus tonggol) ปลาอินทรี (Scomberomorus commerson) และปลากระโทงร่ม (Istiophorus platypterus) เป็นที่สังเกตว่าห่วงโซ่อาหารสัตว์พื้นท้องน้ำมีความเชื่อมโยงกับห่วงโซ่อาหารปลาผิวน้ำ เนื่องจากสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียนและกลุ่มหมึกเป็นอาหารหลักของสัตว์น้ำที่หากินบริเวณพื้นท้องน้ำและของปลาผิวน้ำในช่วงฤดูมรสุม ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับหลักการที่ Pauly et al. (1998) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบนิเวศทางทะเลที่มีความหลากหลายชนิดของสัตว์น้ำที่พบปะกันในระบบนิเวศ ในลำดับขั้นอาหารเดียวกันแสดงถึงการเป็นเหยื่อของกลุ่มสัตว์น้ำนั้น ๆ ทดแทนกัน นับว่าเป็นคุณลักษณะของระบบนิเวศทางทะเลที่ประกอบด้วยสัตว์น้ำหลากหลายชนิด (multi-species) เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนมวลชีวภาพในสายใยอาหารพบว่า กลุ่มปลาผิวน้ำที่กินแพลงก์ตอนมีมวลชีวภาพมากที่สุด และพบว่าผู้บริโภคในลำดับขั้นอาหารต่ำมีมวลชีวภาพสูงกว่าผู้บริโภคในลำดับขั้นสูง โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายของมวลชีวภาพที่แสดงในรูปพีระมิด (Roberts, 1995) แสดงให้เห็นถึงกลไกการรักษาสถิตของระบบนิเวศที่ถูกควบคุมโดยสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นการกินสูงสู่ล่าง (top down control)

การประเมินลำดับขั้นอาหารและสัมประสิทธิ์ลำดับขั้นอาหารเชิงนิเวศ

จากการศึกษาพบว่าโครงสร้างลำดับขั้นอาหารของสัตว์น้ำจากการทำประมงบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ประกอบด้วยลำดับขั้นอาหารที่หนึ่ง (TL; 1.00) เป็นผู้ผลิตขั้นต้น คือ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และผู้ย่อยสลาย (detritus) สิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นนี้เป็นแหล่งพลังงานสำคัญหมุนเวียนเข้าสู่ระบบนิเวศ และถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นอาหารถัดไป ลำดับขั้นอาหารที่สอง (TL; 2.00-2.863) คือ สัตว์น้ำที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ประกอบด้วยสัตว์น้ำที่มีบทบาทในระบบนิเวศแตกต่างกัน เช่น สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (crustacean, cephalopod) ปลาผิวน้ำขนาดเล็ก (Sardinella sp., Stolephorus sp., Rastrelliger kanagurta) ปลาในแนวปะการังที่ทะเลลึกหรือเศษซากตามโขดหิน (Siganus javus) ปลาที่หากินบริเวณพื้นท้องน้ำ (Liza sp., Himantura walga) แสดงว่าสัตว์น้ำในลำดับขั้นนี้มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคขั้นสูง โดยทำหน้าที่กินผู้ผลิตขั้นต้นและผู้ย่อยสลาย และเป็นอาหารของผู้บริโภคในลำดับขั้นถัดไป ลำดับขั้นอาหารที่สาม (TL; 3.076-3.872) คือ ผู้บริโภคขั้นสูง ส่วนใหญ่เป็นปลาผิวน้ำขนาดใหญ่ โดยผู้บริโภคลำดับสูงสุด (top predator) ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ ปลากระโทงร่ม Istiophorus platypterus (TL; 3.872)

สัมประสิทธิ์ของลำดับขั้นอาหารเชิงนิเวศ (EE) ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่า 0.059 ถึง 0.995 (Table 1) และค่า EE ของสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีค่าเข้าใกล้ 1 (Christensen et al., 2005) แสดงถึงสัดส่วนของผลผลิตของสัตว์น้ำแต่ละกลุ่มที่ถูกกินโดยผู้ล่าและถูกใช้ประโยชน์จากการทำประมง ดังนั้นสัตว์น้ำที่ถูกจับได้โดยชาวประมงในที่ส่วนใหญ่เป็นอาหารที่สำคัญของผู้ล่าในสายใยอาหาร โดยเฉพาะในกลุ่มปลาผิวน้ำขนาดเล็ก ที่มีค่า EE ค่อนข้างสูง เช่น Sardinella sp. (0.99) Leiognathus equulus (0.985) Selaroides sp. (0.968) และ Rastrelliger kanagurta (0.961) หรืออาจบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากสัตว์น้ำบางชนิดมากเกินไป ดังกรณีของปลาผิวน้ำขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ล่าขั้นสูง เช่น Thunnus tonggol (0.987) Sphyraena flavicauda (0.995) Trichiurus lepturus (0.986) และ Euthynnus affinis (0.952) ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการทำประมงเกินกำลังการผลิต นอกจากนั้นยังพบว่า EE ของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มีค่า 0.660 และ 0.728 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักที่พบในกระเพาะอาหารของกลุ่มปลาผิวน้ำ กลุ่มครัสเตเชียน และหมึก ค่า EE ของเศษซาก เท่ากับ 0.059 ซึ่ง Christensen and Pauly (1993) อธิบายว่า หมายถึงมีการใช้ประโยชน์จากเศษซากสำหรับถ่ายทอดพลังงานภายในสายใยอาหารค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทำประมงบริเวณฝั่งทะเลอันดามันใช้เครื่องมืออวนล้อมจับ อวนครอบ และอวนติดตาจำนวนมาก สัตว์น้ำที่จับได้จึงเป็นกลุ่มปลาผิวน้ำเป็นหลัก ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่ไม่ค่อยว่ายลงไปยังบริเวณพื้นที่ท้องน้ำเพื่อกินเศษซาก ทำให้การแลกเปลี่ยนพลังงานจากเศษซากจึงมีน้อย

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงอาหารขั้นต้น (gross food conversion efficiency, GE) เป็นพารามิเตอร์สำคัญที่สร้างความสมดุลในระบบนิเวศ โดยมักมีค่า 0.1-0.3 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าค่า GE ของสัตว์น้ำทุกชนิดอยู่ในระดับที่สมดุล อย่างไรก็ตาม Christensen et al. (2005) อธิบายว่า ค่า GE อาจมีค่าต่ำกว่า 0.1 ในผู้ล่าสูงสุด เนื่องจากผู้ล่ากลุ่มนี้จะต้องกินผลผลิตในระบบจำนวนมากสำหรับดำรงชีวิต แต่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า GE ของผู้ล่าสูงสุด คือ ปลากระโทงร่มมีค่า 0.188 และค่า GE ของผู้บริโภคขั้นสูง คือ ปลาสาเก (0.269) ปลากระโทงดาบ (0.273) ปลากระังลายจุด (0.235) ปลาโอดำ (0.264) ปลาอินทรี (0.275) มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มปลาที่กินแพลงก์ตอนและสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น ปลากระมัง (0.252) ปลาหางแข็ง (0.246) ปลาแบน (0.292) และปลาลัง (0.295) ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่า ทรัพยากรสัตว์น้ำในลำดับขั้นอาหารสูงถูกจับจากการทำประมง ในขณะที่สัตว์น้ำยังเติบโตไม่เต็มที่ เนื่องจากมีอัตราการบริโภคสัตว์น้ำอื่น ๆ ในระบบนิเวศค่อนข้างน้อยและยังสามารถเจริญเติบโตได้อีกมาก

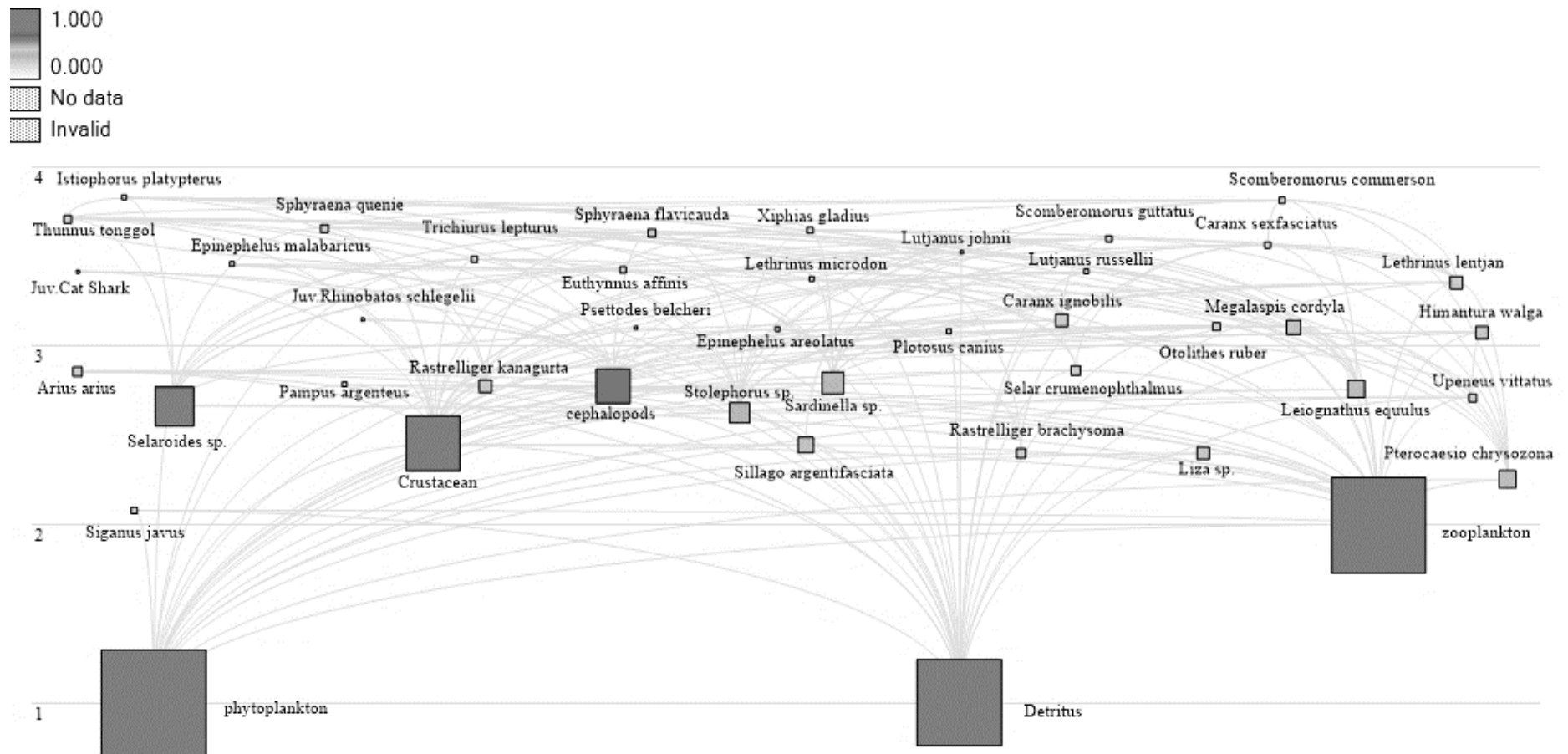


Figure 2 Trophic relationships of functional groups in coastal fisheries area of Andaman Sea.

Table 1 Basic parameters for the biological groups in the Ecopath model of Andaman Sea ecosystem.

Group name	TL	Biomass (t/km ²)	P/B (/year)	Q/B (/year)	EE	GE
<i>Istiophorus platypterus</i>	3.827	0.00446	3.138	10.9	0.757	0.188
<i>Scomberomorus commerson</i>	3.816	0.0226	3.494	12.7	0.810	0.275
<i>Thunnus tonggol</i>	3.713	0.0328	5.06	19.2	0.987	0.264
<i>Sphyraena quenie</i>	3.662	0.028	3.87	14.4	0.908	0.269
<i>Xiphias gladius</i>	3.647	0.0165	3.654	13.4	0.815	0.273
<i>Sphyraena flavicauda</i>	3.638	0.0349	3.8	14.22	0.995	0.267
<i>Scomberomorus guttatus</i>	3.600	0.01508	3.75	14.1	0.893	0.266
<i>Caranx sexfasciatus</i>	3.565	0.0153	4.5	15.7	0.942	0.287
<i>Chiloscyllium griseum</i> (juvenile)	3.525	0.00146	5.65	21.2	0.333	0.167
<i>Trichiurus lepturus</i>	3.485	0.0182	4.77	18.84	0.986	0.253
<i>Epinephelus malabaricus</i>	3.454	0.0062	3.95	16.8	0.819	0.235
<i>Euthynnus affinis</i>	3.426	0.0147	4.985	18.72	0.952	0.266
<i>Lutjanus johnii</i>	3.416	0.0006	2.12	11.21	0.952	0.289
<i>Lutjanus russellii</i>	3.413	0.00696	4.81	16.4	0.762	0.293
<i>Rhinobatos schlegelii</i> (juvenile)	3.372	0.0071	6.76	15.7	0.450	0.131
<i>Lethrinus microdon</i>	3.355	0.0754	4.391	17.9	0.940	0.245
<i>Lethrinus lentjan</i>	3.148	0.000591	2.025	8.47	0.843	0.239
<i>Caranx ignobilis</i>	3.143	0.0678	4.67	18.508	0.906	0.252
<i>Plotosus canius</i>	3.113	0.0298	4.98	19.6	0.977	0.254
<i>Psettodes belcheri</i>	3.109	0.0976	7.79	29.3	0.900	0.266
<i>Epinephelus areolatus</i>	3.102	0.00142	2.85	11.8	0.892	0.242
<i>Arius arius</i>	3.092	0.00365	3.9	14.8	0.900	0.264
<i>Otolithes ruber</i>	3.079	0.00404	5.27	16.5	0.751	0.219
<i>Megalaspis cordyla</i>	3.076	0.082	4.67	18.98	0.702	0.246
<i>Himantura walga</i>	2.863	0.0518	11.09	39.97	0.903	0.277
<i>Selar crumenophthalmus</i>	2.857	0.049	3.89	15.6	0.965	0.249
<i>Selaroides</i> sp.	2.793	0.194	9.68	30.98	0.968	0.283
<i>Pampus argenteus</i>	2.782	0.0087	4.55	18.8	0.879	0.242
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	2.775	0.0823	8.71	29.5	0.961	0.295
Cephalopods	2.775	0.498	9.5	17.2	0.685	0.252
<i>Leiognathus equulus</i>	2.756	0.134	15.24	48.85	0.958	0.292
<i>Upeneus vittatus</i>	2.714	0.0347	4.78	16.54	0.763	0.289
<i>Sardinella</i> sp.	2.666	0.661	10.91	36.45	0.990	0.299
<i>Stolephorus</i> sp	2.630	0.188	12.28	41.2	0.906	0.298
Crustacean	2.450	1.78	5.36	18	0.921	0.298
<i>Sillago argentifasciata</i>	2.446	0.113	11.08	32.03	0.860	0.246
<i>Liza</i> sp.	2.400	0.082	6.1	21.39	0.930	0.285
<i>Rastrelliger brachysoma</i>	2.400	0.0395	8.113	27.12	0.849	0.299
<i>Pterocaesio chrysozona</i>	2.250	0.13	8.51	29.4	0.899	0.289
<i>Siganus javus</i>	2.180	0.0202	7.09	25.3	0.850	0.280
Zooplankton	2.000	15.5	72.5	152.7	0.428	0.175
Phytoplankton	1.000	30	120	0	0.666	
Detritus	1.000	10			0.059	

การวิเคราะห์สถานะของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามัน

ผลการจำลองระบบนิเวศด้วยแบบจำลองอีโคพาธสามารถวิเคราะห์ค่าสถิติเพื่อประเมินสถานะของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามัน (Table 2) โดยพลังงานไหลเวียนทั้งหมดในระบบนิเวศ มีค่า 19,275.29 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนพลังงาน (catch/net primary production) มีค่า 0.00247 และผลการจับรวม มีค่า 14.597 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ซึ่งมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในอ่าวเบงกอล ประเทศบังกลาเทศ ซึ่งมีค่าพลังงานไหลเวียนทั้งหมด 13,753 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ค่าประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนพลังงาน 0.001547 และค่าผลการจับรวม 1.574 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี (Ullah et al., 2012) ซึ่งให้เห็นว่าระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามันถูกใช้ประโยชน์จากการทำประมงสูงกว่าอ่าวเบงกอลมาก แต่ผลผลิตรวมของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามันมีค่าที่ค่อนข้างสูงเช่นกัน

อัตราส่วนของการผลิตขั้นต้นทั้งหมดต่อการหายใจทั้งหมด (PP/R) แสดงถึงสถานะของระบบนิเวศ ในระบบนิเวศที่กำลังมีการพัฒนา โดยที่อัตราการผลิตอินทรีย์วัตถุสูงกว่าพลังงานที่ใช้ในระบบจะแสดงอัตราส่วน PP/R มากกว่า 1 ระบบนิเวศที่ถูกใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่อัตราส่วน PP/R ควรเข้าใกล้ 1 เมื่อระบบนิเวศสูญเสียสมดุลอย่างรุนแรง PP/R จะมีค่าต่ำกว่า 1 (Odum, 1974) โดยอัตราส่วน PP/R ของการศึกษานี้คือ 2.037 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1 และสูงกว่าระบบนิเวศอ่าวเบงกอล (1.351) (Ullah et al., 2012) แต่ยังมีค่าต่ำกว่าระบบนิเวศปากแม่น้ำเพิร์ล ประเทศจีน (2.867) (Wang et al., 2012) ประกอบกับค่าความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon's index เท่ากับ 1.206 ซึ่งแสดงว่าระบบนิเวศทะเลอันดามันมีผลผลิตสัตว์น้ำที่ค่อนข้างหลากหลายและอุดมสมบูรณ์ แต่ลำดับชั้นอาหารเฉลี่ยของสัตว์น้ำทุกชนิดที่ได้จากการทำประมงมีค่า 2.532 ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำขนาดเล็ก รวมถึงลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนจำนวนมาก สะท้อนไปถึงเครื่องมือประมงที่มีปริมาณการจับสัตว์น้ำสูงที่สุดในการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามัน คือ อวนลากและอวนล้อมจับ ซึ่งอาจเป็นต้นเหตุของการทำประมงเกินกำลังผลิตของระบบนิเวศ (overfishing) ข้อมูลพื้นฐานนี้จึงสามารถใช้สนับสนุนสำหรับการจัดการประมง และรักษาความสมดุลระหว่างสายใยอาหารในระบบนิเวศและการทำประมงของชายฝั่งทะเลอันดามัน

Table 2 Statistics of Andaman Sea ecosystem estimated by Ecopath model.

Parameter	Value	Units
Sum of all consumption	6473.927	t/km ² /year
Sum of all exports	4030.758	t/km ² /year
Sum of all respiratory flows	4140.063	t/km ² /year
Sum of all flows into detritus	4630.537	t/km ² /year
Total system throughput	19275.29	t/km ² /year
Sum of all production	9441.506	t/km ² /year
Mean trophic level of the catch	2.532413	
Gross efficiency (catch/net p.p.)	0.00247717	
Calculated total net primary production	8436.502	t/km ² /year
Total primary production/total respiration	2.037771	
Net system production	4296.438	t/km ² /year
Total primary production/total biomass	38.3411	
Total biomass/total throughput	0.01141555	/year
Total biomass (excluding detritus)	220.0381	t/km ²
Total catch	14.597	t/km ² /year
Shannon diversity index	1.206	

แนวทางการจัดการประมงที่เหมาะสมกับระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามัน

เดิมที่ประเทศไทยใช้หลักการการทำประมงแบบเสรี (open access) มีการจับสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะกลุ่มปลาขนาดใหญ่หรือสัตว์น้ำที่มีบทบาทเป็นผู้ล่าในลำดับขั้นทางอาหารสูง (Panayotou, 1980) ไม่มีการควบคุมการทำประมงอย่างเคร่งครัด และไม่มีการศึกษาผลกระทบของการทำประมงต่อโครงสร้างของระบบนิเวศ การศึกษาครั้งนี้พบว่า EE ค่อนข้างสูง (>0.6) แสดงว่า ผู้ล่าชั้นสูง เช่น *Istiophorus platypterus*, *Scomberomorus commerson*, *Thunnus tonggol* ถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านการประมงมากเกินไป ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่ถูกจับจากการทำประมงต่ำ (2.532) แสดงถึงระบบนิเวศที่กำลังเข้าสู่ภาวะการทำประมงในกลุ่มปลาที่อยู่ในลำดับขั้นอาหารต่ำ เนื่องจากสัตว์น้ำที่มีลำดับขั้นอาหารสูงถูกจับโดยการทำประมงอย่างหนัก สัตว์น้ำที่เข้าสู่วัฏจักรเจริญพันธุ์ที่พร้อมจะเติบโตเป็นปลาขนาดใหญ่มีจำนวนลดลง ทำให้ปลาที่อยู่ในลำดับขั้นทางอาหารต่ำกว่ามีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับ Department of Fisheries (2019) รายงานว่า เรือที่ทำประมงในฝั่งทะเลอันดามันเป็นเรือประมงพื้นบ้าน 78% และเรือประมงพาณิชย์ 22% แต่ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้โดยเรือประมงพาณิชย์มีมากกว่า 80% โดยเครื่องมือประมงหลัก ได้แก่ อวนลากหน้าดิน อวนล้อมจับ และอวนครอบ ซึ่งเป็นเครื่องมือประมงที่ไม่คัดเลือกสัตว์น้ำเป้าหมาย (non selective gear) และมีศักยภาพการจับสัตว์น้ำสูงมาก

จากผลการจำลองระบบนิเวศด้วยแบบจำลองอีโคพาธแสดงให้เห็นว่าระบบนิเวศแห่งนี้ยังสามารถรองรับการทำประมงได้ในปริมาณการลงแรงทำประมงที่เหมาะสม จากอัตราส่วน PP/R ที่มากกว่า 1 (2.037) ดังนั้นการจัดการทรัพยากรประมงเชิงระบบนิเวศ (ecosystem-based fisheries management) ที่มีหลักการพื้นฐาน คือ สร้างความรู้และความเข้าใจถึงลักษณะพื้นฐาน โครงสร้างความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ และผลกระทบที่เกิดจากการทำประมง (FAO, 2003; Pikitch et al., 2004) เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศและสมดุลโครงสร้างของสัตว์น้ำที่ค้ำึงถึงประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมของชาวประมงในระยะยาว ที่น่าจะเหมาะสมต่อการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามัน รัฐและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องเคร่งครัดในการลดจำนวนหรือยกเลิกเครื่องมือประมงที่จับสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ขนาดเล็กมากเกินไป จำกัดขนาดตาอวน และห้ามทำประมงในบางฤดูกาลและบางพื้นที่ มีบทลงโทษอย่างจริงจังต่อผู้ที่ฝ่าฝืน ส่งเสริมแนวทางเพิ่มมูลค่าให้สินค้าประมงจากสัตว์น้ำขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณการจับสัตว์น้ำในลำดับขั้นอาหารต่ำโดยไม่กระทบต่อรายได้ของชาวประมง และเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการจัดการประมงอย่างมีส่วนร่วม สนับสนุนการจัดตั้งกลุ่มชาวประมงเพื่อให้ชาวประมงมีส่วนร่วมวางแผนการจัดการทรัพยากรประมง สะดวกต่อการให้ความรู้ และสามารถสร้างต้นแบบที่ดีในการทำประมงอย่างถูกต้อง

สรุปผลการศึกษา

การประเมินลำดับขั้นอาหารของสัตว์น้ำจากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามันด้วยแบบจำลองอีโคพาธ เพื่อแสดงลำดับขั้นอาหาร สายใยอาหาร และสถานะของระบบนิเวศจากการทำประมง พบว่า ระบบนิเวศนี้ประกอบด้วยลำดับขั้นอาหาร 3 ลำดับด้วยกัน (TL; 1-3.872) โดยมีปลากระโทงแทง (*Istiophorus platypterus*) เป็นผู้ล่าในลำดับขั้นอาหารสูงสุด (TL; 3.872) สายใยอาหารมีความสัมพันธ์ซับซ้อน มีการทดแทนกันของสัตว์น้ำในลำดับขั้นอาหารเดียวกัน ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะของระบบนิเวศทางทะเลเขตร้อนที่มีความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำ มีการควบคุมลำดับขั้นอาหารจากผู้ล่าลำดับสูงแบบบนสู่ล่าง (top down control) ลำดับขั้นการกินเฉลี่ยของสัตว์น้ำทุกชนิดที่ได้จากการทำประมงในช่วงเวลาที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ (2.532) ในขณะที่ค่า EE ของสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างสูง (>0.6) แสดงว่าสัตว์น้ำกลุ่มลำดับขั้นอาหารต่ำซึ่งมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานภายในสายใยอาหารถูกนำไปใช้ประโยชน์จากการทำประมงมาก ผลการจำลองระบบนิเวศแสดงให้เห็นว่าระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอันดามันยังสามารถรองรับปริมาณการทำประมงได้ แนวทางการจัดการประมงที่เหมาะสมและสอดคล้องกับคุณลักษณะของระบบนิเวศ คือ การจัดการทรัพยากรประมงเชิงระบบนิเวศ ร่วมกับการจัดการประมงอย่างมีส่วนร่วม มีมาตรการและบทลงโทษอย่างจริงจังในการลดจำนวนหรือยกเลิกอุปกรณ์ประมงที่มีสัดส่วนการจับสัตว์น้ำเศรษฐกิจวัยอ่อนในปริมาณมาก จำกัดขนาดตาอวน ห้ามทำประมงในบางพื้นที่ และเพิ่มมูลค่าสินค้าประมงเพื่อไม่ให้กระทบต่อรายได้ของชาวประมงในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- Carpenter, K., and Niem, V. 1999. *FAO species identification guide for fishery purposes: the living marine resources of the western central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae)*. Rome: FAO.
- Christensen, V. 1998. Fishery-induced changes in a marine ecosystem: insight from models of the Gulf of Thailand. *Journal of Fish Biology* 53: 128-142.
- Christensen, V., and Pauly, D. 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. In *ICLARM conference proceedings* 26: 1-390.

- Christensen, V., Walters, C., Ahrens, J., Alder, R., Buszowski, J., Christensen L. B., and Karpouzi, V. 2009. Database-driven models of the world's large marine ecosystems. *Ecological Modelling* 220(17): 1984-1996.
- Christensen, V., Walters, C., and Pauly, D. 2005. *Ecopath with Ecosim: a user's guide*. Vancouver: Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Christensen, V., Walters, C., Pauly, D., and Forrest, R. 2008. *Ecopath with Ecosim version 6: user's guide*. Vancouver: Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Department of Fisheries. 2019. *Fisheries statistics of Thailand 2017, No. 9/2019*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- FAO. 2003. *FAO technical guidelines for responsible fisheries No 4, Supplement 2*. Rome: FAO.
- Froese, R., and Pauly, D. 2018. Ecopath parameter. FishBase. <http://www.FishBase.org> (8 October 2018).
- Google Earth Maps. 2019. Overview. <http://www.google.com/earth/>. (20 November 2019).
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fishery Biology* 17: 411-429.
- Kimura, S., Satapoomin, U., and Matsuura, K. 2009. *Fishes of Andaman Sea: west coast of southern Thailand*. Tokyo: National Museum of Nature and Science.
- Odum, E. P. 1974. *Ecologia*. México: Interamericana.
- Palomares, M. L. D., and Pauly, D. 1989. Predicting food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity. *Marine and Freshwater Research* 49(5): 447-453.
- Panayotou, T. 1980. Economic conditions and prospects of small-scale fishermen in Thailand. *Marine Policy* 4(2): 142-146.
- Panjarat, S. 2008. Sustainable fisheries in the Andaman Sea coast of Thailand. In *The United Nations-Nippon Foundation Fellowship program 2007-2008 conference*. pp. 107. New York.
- Pauly, D., Christensen, V., and Walters, C. 2000. Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *Journal of Marine Science* 57: 697-706.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., and Torres, F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279(5352): 860-863.
- Pikitch E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., Dayton, P. et al. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305: 346-347.
- Roberts, C. M. 1995. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. *Conservation Biology* 9: 988-995.
- Sawusdee, A. 2007. Bandon Bay and its offshore islands management planning project: analysis and diagnosis of the coastal production systems (Fisheries sector). Coastal habitats and resources management project. pp.1-119.
- Ullah, M. H., Rashed-Un-Nabi, M., and Al-Mamun, M. A. 2012. Trophic model of the coastal ecosystem of the Bay of Bengal using mass balance Ecopath model. *Ecological Modelling* 225: 82-94.
- Wang, Y., Li, S., Duan, L., and Liu, Y. 2012. Fishery policy exploration in the Pearl River Estuary based on an Ecosim model. *Ecological Modelling* 230: 34-43.
- Xu, S., Chen, Z., Li, S., and He, P. 2011. Modeling trophic structure and energy flows in a coastal artificial ecosystem using mass-balance Ecopath model. *Estuaries and Coasts* 34: 351-363.

วันรับบทความ (Received date) : 14 พ.ย. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 30 ม.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 16 มี.ค. 63