

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ลักษณะทั่วไปของปลานวลจันทร์ทะเล

ปลานวลจันทร์ทะเล มีชื่อสามัญว่า Milkfish และชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) (FAO, 2006. p.1) หรือชื่ออื่นๆได้แก่ ปลาดอกไม้ ปลาหน้ำจืด ปลาชะลิน หรือ ชาวจีนเรียก ไฮลิ้ง เป็นปลาชนิดเดียวที่จัดอยู่ในวงศ์ Chanidae เป็นปลาทะเลที่มีรูปร่างเพรียว เรียว หัวเรียวท้าย เกล็ดละเอียดสีเทาเงิน มีครีบหลัง 1 อัน หางเว้าเป็นแฉก ปลายแหลม เส้นข้างตัวยาวตลอด เกล็ดที่เส้นข้างตัว 78-90 เกล็ด (ภาพที่ 1) ปากเล็กไม่มีฟันขนาดโตเต็มที่ยาวประมาณ 180 เซนติเมตร แพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแถบอินโดแปซิฟิกขอบวายน้ำตามชายฝั่ง โดยพบกระจายอยู่ตามแถบทะเลในแถบซีกโลกเหนือ ในเขตร้อน (tropical) เรื่อยขึ้นมาถึงกึ่งเขตร้อน (subtropical) ตามแนวไหล่ทวีปและรอบๆหมู่เกาะต่างๆ จึงพบกระจายจัดกระจายไปถึงเขตทะเลแดง และ แอฟริกาใต้ หมู่เกาะฮาวาย ทะเลรอบๆหมู่เกาะในประเทศญี่ปุ่น และ เขตแปซิฟิกตะวันออกแถบแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา และ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลานวลจันทร์จะออกไข่ในเขตทะเลที่มีความเค็มในช่วงเดือนจำเพาะ ในบางพื้นที่มีช่วงเวลาเหมาะสมต่อการออกไข่เพียง 1-2 ครั้งต่อปี เช่น ช่วงฟูลมูน (full moon) และ ตัวอ่อนของปลาจะเจริญเติบโตในบริเวณแนวปะการัง โดยหากิน แพลงค์ตอน และ จุลินทรีย์ต่างๆในดินตะกอนในทะเล เมื่อตัวอ่อนของปลานวลจันทร์โตได้ระยะหนึ่ง จะว่ายเข้ามาหากินตามแนวชายฝั่ง โดยจะชอบอาศัยตามแนวป่าชายเลน หรือ เขตน้ำกร่อย ในบางครั้งอาจอพยพเข้ามาถึงทะเลสาบน้ำจืดในแผ่นดิน ซึ่งปลานวลจันทร์ทะเลจะโตเต็มวัยในเขตน้ำกร่อย ป่าชายเลน หรือ แหล่งน้ำจืดอื่น ๆ ที่มีทางเชื่อมต่อกับทะเล ซึ่งเมื่อถึงช่วงเวลาเจริญพันธุ์ ปลานวลจันทร์ทะเลจะอพยพกลับสู่ทะเล เพื่อวางไข่ต่อไป (FAO, 2006 : 3-4, นิธิวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์. 2553. น. 3)



ภาพที่ 2.1 ปลานวลจันทร์ทะเล : *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)

## การเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล

ปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาที่สามารถเลี้ยงได้ในสภาพน้ำเค็ม น้ำกร่อย และ น้ำจืด เนื่องจากสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำได้หลายระดับ (euryhaline behavior) (Adiputra et al., 2012 : 3055) ปลานวลจันทร์ทะเลเป็นที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ อินโดนีเซีย และประเทศฟิลิปปินส์ซึ่งเป็นประเทศหลักที่ทำการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล นอกจากนี้พบการเพาะเลี้ยงใน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน และ ไต้หวัน (Adiputrav et al, 2012 : 3055)

ในอดีตช่วงปี ค.ศ. 1970 ประเทศฟิลิปปินส์ได้พัฒนาวิธีการในการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล โดยจัดทำภายใต้การส่งเสริม และ วิจัยจากหน่วยงาน พัฒนาประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South Asian fisheries development) หรือ รู้จักกันดีในนามของ เซฟเดค (SEAFDEC) โดยหน่วยเพาะเลี้ยงที่รับผิดชอบทางด้าน การเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล (Aquaculture หรือ AQD) ตั้งอยู่ในเมืองอิโลอิโล (Iloilo) พัฒนาแนวทางในการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 จนถึงปัจจุบัน โดยการพัฒนาจะเน้นที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารการเพาะเลี้ยง และ การค้าขายตัวอ่อนปลานวลจันทร์ในเขตอินโดแปซิฟิก ในกลุ่มประเทศที่นิยมเพาะเลี้ยง ได้แก่ ไต้หวัน จีน และอินโดนีเซีย

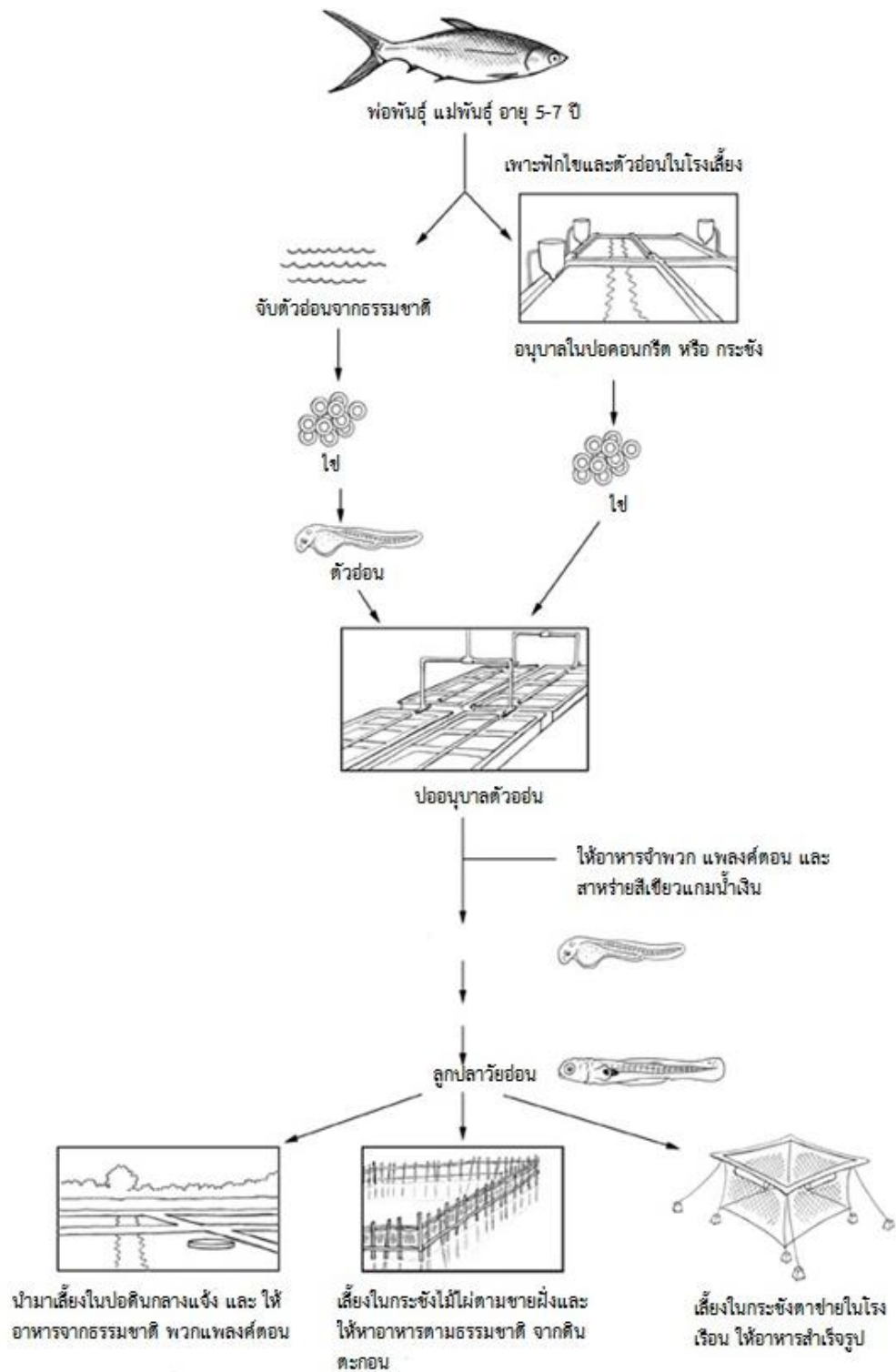
## รูปแบบและขั้นตอนการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล

การเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลในปัจจุบันเป็นการเพาะเลี้ยงตามแนวชายฝั่งเป็นหลัก โดยการเพาะเลี้ยงอาจทำได้ 2 แนวทางคือ อาศัยการจับตัวอ่อนของปลานวลจันทร์ตามธรรมชาติตลอดแนวชายฝั่ง และนำมาเลี้ยงต่อบนบ่ออนุบาลลูกปลา วิธีการนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่กระทำในอดีต และ ถึงปัจจุบันก็ยังพบเห็นการจับตัวอ่อนของปลานวลจันทร์ตามแนวชายฝั่งโดยใช้ อุปกรณ์ตาข่ายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตาข่ายค่อนข้างเล็ก ปัจจุบันพบว่าปริมาณการจับตัวอ่อนจากธรรมชาติลดลง เนื่องจากหลายปัจจัย ทั้งการลดลงของพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ตามธรรมชาติ และ การลดลงของแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ (FAO, 2006 : 6)

การเพาะเลี้ยงอีกลักษณะหนึ่งคือ การนำปลานวลจันทร์ทะเลมาเลี้ยงจนโตเต็มวัยที่จะสามารถสืบพันธุ์ได้ โดยเลี้ยงในบึงน้ำเค็ม หรือ ในบ่อคอนกรีตซึ่งต้องอาศัยการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลที่มีความเค็มเหมาะสมต่อการวางไข่ของปลาที่โตเต็มวัยจนเจริญพันธุ์ โดยพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ควรมีน้ำหนักตัวกว่า 1.5 กิโลกรัม และ มักใช้เวลาเลี้ยงกว่า 5 ปี ปลาที่สมบูรณ์จะตกไข่ครั้งละ 3 – 4 ล้านฟอง เมื่อได้ไข่ที่ผสมแล้ว ควรนำไปฟักและเพาะเลี้ยงในบ่ออนุบาลที่ต้องมีการสร้างไว้รองรับการเพาะฟักปลาอย่างต่อเนื่อง (FAO, 2006 : 6)

การเพาะฟักตัวอ่อนปลานวลจันทร์ทะเล ทำได้โดยการอนุบาลในบ่อคอนกรีต และเลี้ยงด้วยอาหารตัวอ่อนจำพวกแพลงก์ตอน ซึ่งได้แก่ โรติเฟอร์ (rotifers) และ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 3-4 อาทิตย์ ซึ่งเมื่อตัวอ่อนเจริญจนมีขนาดความยาว 2-3 เซนติเมตร จึงนำไปอนุบาลในบ่ออนุบาลต่อไป (FAO, 2006 : 6)

การอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ที่เริ่มโตจากบ่ออนุบาลตัวอ่อนโดยทำการย้ายมาเลี้ยงใน บ่อ หรือ ในกระชัง ซึ่งแต่ละประเทศที่นิยมเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป เช่น ในไต้หวันจะอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนในบ่อดิน หรือ บ่อคอนกรีตในอัตราความหนาแน่นประมาณ 2000 ตัว/ลิตร ส่วนในอินโดนีเซียอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนในกระชังผ้าใบ หรือ บ่อคอนกรีต ส่วนในฟิลิปปินส์นิยมอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ที่ได้จากการเพาะฟัก และ จากการจับจากธรรมชาติรวมกัน โดยอนุบาลในบึงน้ำกร่อย โดยที่บึงจะถูกเตรียมอาหารจากธรรมชาติไว้ก่อนด้วยการใส่ปุ๋ยลงไปก่อนบึงเพื่อเพิ่มธาตุอาหารสำหรับแพลงก์ตอนที่เจริญเป็นอาหารลูกปลาต่อไป การอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน มักจะทำในช่วงเวลา 4-6 อาทิตย์ หลังจากที่ถูกปลาโตจนมีขนาด 5-8 เซนติเมตร สามารถย้ายลงไปเลี้ยงบ่อดิน หรือ กระชังไม้ไผ่กลางแจ้ง และให้อาหารสำเร็จรูปได้ (FAO, 2006 : 8) ภาพรวมการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 เมื่อปลานวลจันทร์ที่เลี้ยงมีขนาดความยาวตั้งแต่ 20-40 เซนติเมตร (250-500 กรัม) ก็จะเริ่มทำการจับเพื่อนำไปขาย โดยการจับปลาหลายวิธีการน การระบายน้ำออกจากบ่อ การจับด้วยอวน หรือ แห ปลาที่จับได้จะถูกขนย้ายด้วยการแช่แข็ง ไปทำการแปรรูป โดยก่อนการนำไปแปรรูปจะทำการ ขอดเกล็ด ถอดก้าง เนื่องจากปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาที่มีก้างจำนวนมาก จำเป็นต้องถอดก้างออกก่อนถึงจะสามารถบริโภคได้ หรือ หากไม่ถอดก้างต้องนำไปแปรรูปภายใต้หม้อหนึ่งที่มีแรงดันสูง เพื่อทำให้ก้างนิ่มรับประทานปลาได้ทั้งก้าง (FAO, 2006 : 9)



ภาพที่ 2.2 การเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล  
ที่มา : FAO (2006 : 5)

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลมีอัตราการเติบโตมากขึ้นทุกปี โดยองค์การอาหารและเกษตรโลก หรือ Food and Agriculture organization: FAO ได้รายงานว่าการผลิตปลานวลจันทร์ทะเลของทั้งโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และ ในช่วงปี ค.ศ 2005 มีมูลค่ากว่า 616 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือ คิดเป็นเงินไทยประมาณ 18,000 ล้านบาท และ ปริมาณการผลิตในช่วงปี ค.ศ 2005 มีปริมาณประมาณ 6,000 ล้านตัน และ เพิ่มขึ้นเป็น 8,000 ล้านตัน ในปี ค.ศ 2010 โดยผู้ผลิตหลักคือ ประเทศฟิลิปปินส์ รองลงมาคือ อินโดนีเซีย และ ไต้หวัน (FAO, 2006 : 4-11 and FAO, 2012 : 38)

### สภาวะการตลาด

ในปัจจุบันการค้าขายปลานวลจันทร์ทะเลในโลกจะกระทำผ่านนายหน้าค้าปลาด้วยการประมูลผ่านตัวแทนต่างๆ ดังนั้นการค้าขายปลานวลจันทร์ทะเลจึงไม่พบการค้าปลีกมากนัก จากการที่ผลิตปลานวลจันทร์หรือออกมาอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นทุกปี ปลานวลจันทร์ทะเลนิยมจึงนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้อย่างหลากหลาย เช่น ปลารมควันไร้ก้าง ปลาตากแห้ง ปลาหมักกับข้าว ปลานวลจันทร์ทะเลกระป๋อง เนื้อปลาแช่แข็ง ฟิลิปปินส์เป็นประเทศที่ส่งออกปลานวลจันทร์ทะเลมากที่สุดในโลก โดยส่งในรูปของปลาแปรรูป และเนื้อปลาสด รองลงมาคือ ไต้หวัน ส่วนอินโดนีเซียส่งออกในรูปของลูกปลาวัยอ่อนเพื่อการเพาะเลี้ยง (FAO, 2006 : 4-11 and Yap, G.W. et al., 2007 : 64-65)

### แนวโน้มการตลาดในอนาคต

การผลิตปลานวลจันทร์ทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และ เนื้อมีรสชาติดี จึงเกิดจากความต้องการบริโภคเป็นแรงขับเคลื่อนที่สำคัญในการผลิต ทั้งนี้ในปัจจุบันการผลิตปลานวลจันทร์ทะเลมีความมั่นคงมากขึ้นเนื่องจาก มีระบบการผลิตที่ครบวงจร ตั้งแต่การเพาะเลี้ยงลูกพันธุ์จากอินโดนีเซีย การเพาะเลี้ยงปลา ร่วมกับการแปรรูปเต็มรูปแบบในฟิลิปปินส์ และ การแปรรูปจากในไต้หวัน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน การจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศ หรือ ข้อตกลงการค้าระหว่างประเทศ เป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อผู้ผลิตปลานวลจันทร์ทะเลในการส่งออกปลาไปยังประเทศต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น การตั้งระบบมาตรฐานสินค้า เช่น ระบบควบคุมคุณภาพ หรือ การที่ฟาร์มเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลต่าง ๆ ต้องนำระบบ Hazard analysis and critical control point หรือ HACCP มาใช้ทั้งในฟาร์มขนาดใหญ่ หรือ ฟาร์มระดับครัวเรือน ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญที่ประเทศอุตสาหกรรมหลักต่างๆจัดตั้งเพื่อควบคุมการนำเข้าปลาจากกลุ่มประเทศเกษตรกรรม และ ส่งผลต่อกระบวนการผลิต ตลอดจนถึงต้นทุนการผลิต FAO (2006 : 12-13) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ควรมีการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ปลานวลจันทร์ทะเล และนำไปเปิดตลาดทั้งในระหว่างประเทศ และระดับท้องถิ่นให้มากขึ้น การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ปลานวลจันทร์ทะเลที่น่าส่งเสริมคือ การทำผลิตภัณฑ์ปลานวลจันทร์ทะเลอดก้าง เนื่องจากในปัจจุบัน ประเทศฟิลิปปินส์เป็นประเทศเดียวที่มีการอดก้างปลานวลจันทร์ทะเล และส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ และควรนำผลิตภัณฑ์ปลานวลจันทร์ทะเลอดก้างเปิดสู่ตลาดท้องถิ่นให้มากขึ้น

2. ลงทุนทางด้านอาหารปลาอย่างจริงจังเพื่อลดต้นทุนในการเพาะเลี้ยง ทั้งควรศึกษาวิจัยถึงความต้องการอาหารที่เหมาะสมของปลาเพื่อให้ทราบถึงปริมาณการให้อาหารที่แท้จริง

3. ลดพ่อค้าคนกลาง และ เปิดโอกาสให้ผู้ผลิตจากฟาร์มมีโอกาสเข้าสู่ระบบค้าปลีกได้โดยตรง

4. เพิ่มการวิจัยทางการตลาด และ การวิจัยต่างๆเพื่อลดต้นทุนการผลิต และ เปิดตลาดปลานวลจันทร์ทะเลให้มากขึ้น

### สถานภาพปลานวลจันทร์ทะเลในประเทศไทย

ในประเทศไทยพบปลานวลจันทร์ทะเลชุกชุมในแถบทะเลฝั่งอ่าวไทยเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และพบบ้างประปรายในเขตจังหวัดชุมพร เพชรบุรี และบางส่วนของจังหวัดตราด โดยมีการรายงานว่าพบครั้งแรกที่ ตำบลคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อปี พ.ศ. 2493 (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และ คณะ. 2553. น. 13.)

### การเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลในประเทศไทย

การเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลในประเทศไทย แต่เดิมจะเน้นการเลี้ยงที่อาศัยการจับลูกปลาขนาดเล็กจากธรรมชาติในช่วงเดือน เมษายน นิยมเลี้ยงในบ่อดิน หรือ บางครั้งเลี้ยงในบ่อกึ่งที่เปลี่ยนมาใช้เลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล โดยใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 8 เดือน ซึ่งจะได้ปลาที่มีน้ำหนักประมาณ 600 กรัม ในปัจจุบันปลานวลจันทร์ทะเลยังนิยมนำไปเลี้ยงควบคู่กับการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากปลานวลจันทร์ทะเลจะกินตะไคร่น้ำ และ อินทรีย์วัตถุในบ่อกึ่งซึ่งจะช่วยควบคุมคุณภาพน้ำบ่อกึ่ง และสามารถนำมาขายได้อีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้ปลานวลจันทร์ทะเลยังนิยมนำมาเลี้ยงเพื่อให้ขนาดประมาณ 5 – 10 นิ้ว และ นำไปขายเป็นเหยื่อล่อปลาทูน่า (FAO, 2006 : 4)

กรมประมงโดยศูนย์วิจัยประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ได้พัฒนาวิธีการในการเพาะพันธุ์ปลานวลจันทร์ทะเล ตามแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยในปี พ.ศ. 2546 จึงประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์และอนุบาลปลานวลจันทร์ทะเล โดยการกระตุ้นให้ปลาแม่พันธุ์มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งทำให้ได้ลูกปลา แต่ในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยงมีอัตราการรอดตายต่ำ อันเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันศูนย์วิจัยประมงชายฝั่ง

ประจวบคีรีขันธ์ประสบความสำเร็จในการเพาะลูกปลานวลจันทร์ทะเล และสามารถแจกจ่ายให้เกษตรกรในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ได้ซื้อไปเพื่อการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ต่อไป (ข้อมูลจากการสอบถาม ผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

### การตลาดในประเทศไทย

เนื่องจากปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาที่พบชุกชุมในแถบทะเลประจวบคีรีขันธ์ และ ศูนย์วิจัยประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์ลูกปลา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จึงได้ตั้งให้ปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาประจำจังหวัด (สุรเศรษฐ์ มีศิลป์, 2557. น.67) ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลเพื่อการค้ายังพบไม่มากนัก ซึ่งจะมีการเพาะเลี้ยงมากที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นอกจากนี้ ศูนย์วิจัยประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ได้ส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลและส่งเสริมการพัฒนาการแปรรูปโดยเฉพาะการถอดก้างปลานวลจันทร์ทะเล เพราะเหตุว่า ปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาที่มีก้างมาก ถึงแม้ว่าจะมีรสชาติดีเมื่อนำปรุงอาหารแต่จำเป็นต้องถอดก้าง หรือ ทำให้ก้างนิ่มจะทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับ และนำไปทำอาหารได้ง่ายขึ้น ปัจจุบัน เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลสามารถจำหน่ายผลผลิตจากบ่อเลี้ยงขนาด 700 – 800 กรัมต่อตัวได้ในราคา กิโลกรัมละ 65-70 บาท โดยมีต้นทุนการเลี้ยงระหว่าง 25-30 บาทต่อกิโลกรัม และ ผู้แปรรูปปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลานวลจันทร์ไร้ก้างสามารถจำหน่ายผลผลิตได้ราคา 170 – 175 บาท ต่อกิโลกรัม (ข้อมูลจากการสอบถาม ผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557)

### ความหมายของการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มนุษย์ต้องการเพื่อการดำรงชีวิต การผลิตอาหารเป็นกิจกรรมหลักที่ต้องใช้ทรัพยากรมากมายโดยมีการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารโดยตรง และ ใช้โดยทางอ้อมซึ่งได้แก่ การนำทรัพยากรพลังงานมาใช้ในการผลิต หึ่งของเสียที่ได้จากการผลิตกลับสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันจากการที่ประชากรโลกเพิ่มมากขึ้นกว่า 6,000 ล้านคน ทำให้กิจกรรมการผลิตอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้น

การผลิตอาหารเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ต่างจากกิจกรรมอื่นๆ ของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม หรือ การคมนาคม โดยเกี่ยวข้องกับรูปแบบการบริโภค เช่น ผลกระทบของการบริโภคเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิด และ ปริมาณเนื้อสัตว์ที่มนุษย์บริโภค ดังนั้นในช่วงระยะเวลา กว่า 20 ปีที่ผ่านมาจึงเกิดกระแสของ ระบบการเกษตรอย่างยั่งยืน (sustainable agricultural system) ซึ่งเป็นผลมาจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตอาหารซึ่งเกิดจากการเกษตรเป็นหลัก โดยกระบวนการของระบบการเกษตรแบบยั่งยืนจะต้องมีความเชื่อมโยงกับ ระบบการผลิตอื่นๆที่

เกี่ยวข้องกัน สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดในการศึกษา หรือ ประเมิน วัฏจักรชีวิต (life cycle assessment) หรือที่นิยมเรียกในรูปแบบง่ายๆคือ จาก ตะกร้า สู่ สุสาน (from cradle to grave) Rebitzer et al. (2004 : 702) ได้ให้ความหมายของ LCA ไว้ดังนี้ “Life cycle assessment (LCA) is a methodological framework for estimating and assessing the environmental impacts attributable to the life cycle of a product, such as climatechange, stratospheric ozone depletion, tropospheric ozone (smog) creation, eutrophication, acidification, toxicological stress on human health and ecosystems, the depletion of resources, water use, land use, and noise—and others” แปลความได้ว่า การวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตอาหารเป็นวิธีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยผลกระทบจะได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ การลดลงของชั้นโอโซน การเกิดยูโทรฟิเคชั่น(eutrophication) ในแหล่งน้ำ และ พิษของสารพิษต่างๆที่มีต่อระบบนิเวศ และ มนุษย์ การลดลงของทรัพยากร การใช้น้ำ การใช้ที่ดิน และ มลพิษทางเสียง เป็นต้น นอกจากนี้การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่ถูกระบุไว้ในอนุกรมของระบบการจัดการมาตรฐานสิ่งแวดล้อมจากองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International organization for standardization : ISO) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมิน ผลิตภัณฑ์ บริการ และ กระบวนการผลิต (product, service and process) โดยอยู่ในอนุกรม การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment) ISO 14040 14041 14042 14043 (Whitelaw, 2004)

### **หลักการและการประยุกต์ใช้ การประเมินวัฏจักรชีวิต**

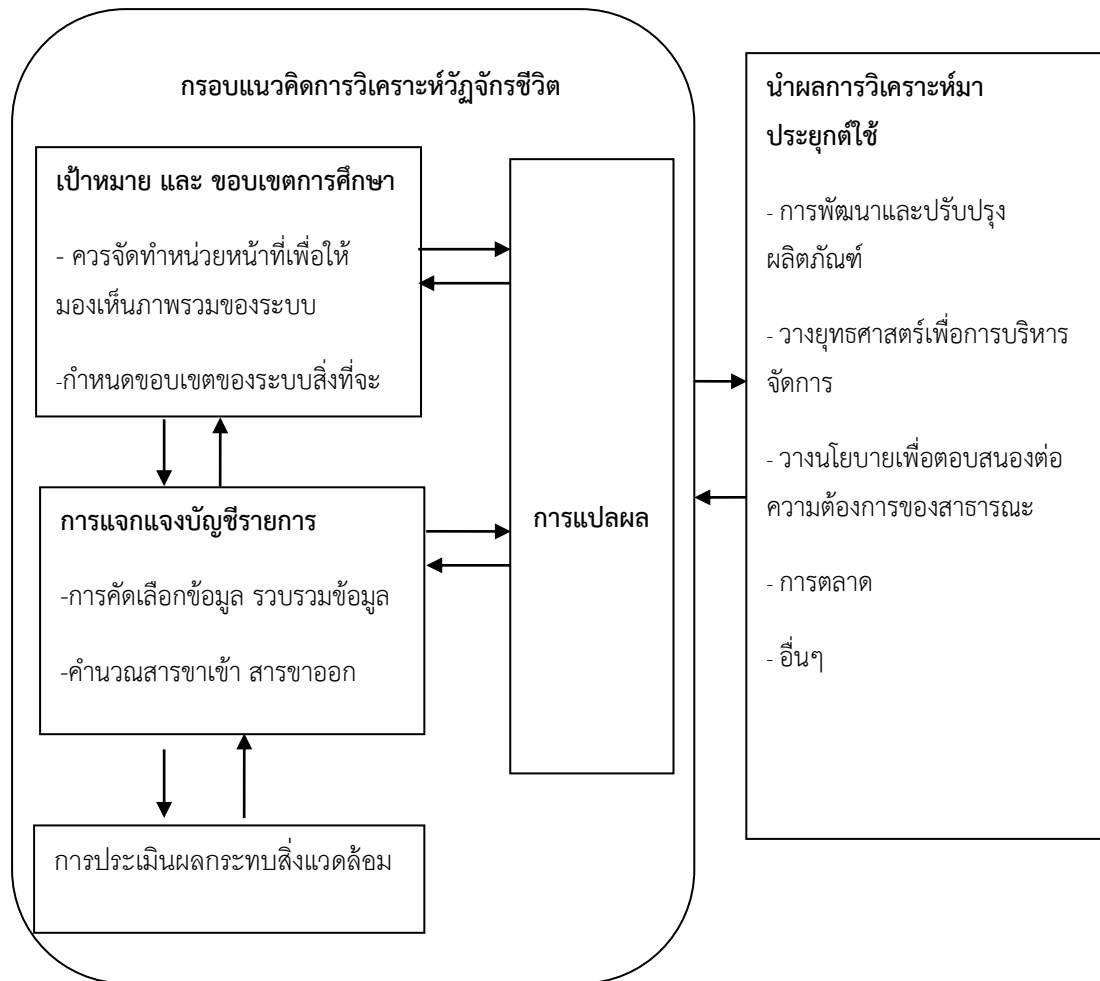
เทคนิคและการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือทางสิ่งแวดล้อมประการหนึ่งที่ช่วยให้เกิดการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ในเชิงคุณภาพและปริมาณ ตลอดขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ซึ่งข้อมูลที่ศึกษาจะแสดงในรูปของค่าดัชนีชี้วัด ในเรื่องของทรัพยากรที่นำมาใช้ ของเสียที่ปลดปล่อยตลอดช่วงของการผลิต และ การนำซากไปทำลาย ทั้งนี้ผลการศึกษาวัฏจักรชีวิตมักออกมาในภาพรวมที่จะก่อปัญหาต่อโลก เช่นภาวะโลกร้อน การทำให้เกิดฝนกรด และ ผลต่อแหล่งน้ำ (Henriksson et al, 2012 : 310)

การประเมินวัฏจักรชีวิตมีรูปแบบที่ไม่ตายตัว โดยสามารถวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตในหลายๆ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น การออกแบบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การบริโภค หรือ ใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์นั้นๆ การปล่อยของเสียและมลพิษ การใช้พลังงาน และการนำส่วนที่ทิ้งหรือไม่ใช้น่ากลับมาใช้ใหม่ (Rebitzer et al, 2004 : 702)

### กระบวนการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต

การวิเคราะห์และแจกแจงวัฏจักรชีวิตควรมีขอบเขต และ เป้าหมายเพื่อวิเคราะห์หาระบบของผลิตภัณฑ์ต่างๆในรูปแบบของ หน่วยหน้าที่ หรือ Functional unit และสร้างโมเดล ขึ้นมาเพื่อแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของระบบและทางเลือกอื่นๆที่อาจมีได้แตกต่างกันไป ทั้งในเรื่องรูปลักษณะ สถานที่ และ เวลา ทั้งยังให้ข้อมูลที่มา ที่ไปของวัตถุดิบและพลังงาน ตลอดจนการประเมินเชิงปริมาณของ ปัจจัยนำเข้า (วัตถุดิบ การบริโภคทรัพยากร พลังงาน) และ ปัจจัยออกจากระบบ (ผลิตภัณฑ์ และ ของเสีย) ผลของการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต จะถูกนำมาแปลผลเพื่อการประยุกต์ใช้ในการสร้างมาตรฐานหรือ วางแผนการบริการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งยังสามารถดำเนินการผลิตสิ่งต่างๆได้อย่างยั่งยืนโดยแต่ละขั้นตอนการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต แบ่งออกเป็น 4 หมวด (ภาพที่ 3.3) (Avadi & Freon, 2013 : 25)

- 1) ตั้งเป้าหมาย และ ขอบเขตของงานที่จะศึกษา
- 2) แจกแจงบัญชีรายการ
- 3) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 4) การแปลผล



**ภาพที่ 2.3** แนวคิดในการการประเมินวัฏจักรชีวิตและการนำไปใช้ประโยชน์  
ที่มา: ดัดแปลงจาก Avadi & Freon (2013 : 25)

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดตามข้อกำหนดของ ระบบการจัดการมาตรฐานสิ่งแวดล้อม หรือ ISO ดังนี้ (Avadi & Freon, 2013 : 23)

#### 1. การตั้งเป้าหมายและขอบเขตงานที่จะศึกษา

คือการกำหนดรูปแบบการศึกษาวัฏจักรชีวิต เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานที่ตั้งใจศึกษา ซึ่งต้องมีความชัดเจนในการกำหนด ทั้ง ขอบเขตที่ต้องการศึกษา ข้อมูลที่ต้องใช้ การปันส่วนงาน และ หน่วยงานที่ต่างๆ ควรครอบคลุมทั้ง เวลา เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง จนสุดท้ายที่ผลิตภัณฑ์ เช่น การกำหนดเป้าหมายของการศึกษาวัฏจักรชีวิตการทำการประเมิน ควรจะมุ่งเน้นที่การตั้งเป้าหมายที่จะค้นหาแนวทางในการสร้างการประเมินทางเลือกที่ให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า และ ให้ผลผลิตที่ดีกว่า (Avadi & Freon, 2013 : 24)

ในขั้นตอนนี้ ต้องตั้งขอบเขตการศึกษาให้ชัดเจน โดยต้องระบุถึง หน่วยการผลิตต่างๆ ที่ต้องการศึกษา และ ส่วนที่ไม่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน นอกจากนี้ต้องระบุ ระยะเวลา และ สถานที่ที่จะศึกษาเพื่อประโยชน์ของการนำไปเปรียบเทียบกับสถานที่อื่น หรือ ช่วงเวลาอื่นๆ ได้ เช่น การศึกษาการผลิตน้ำตาลจากอ้อย จะทำการเก็บข้อมูลภายใน 1 ปี การผลิต และ นำค่าต่างๆที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

การจัดทำหน่วยหน้าที่ (functional unit) จัดทำขึ้นเพื่อแสดงว่าหน่วยต่างของระบบที่ศึกษา ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพของ สิ่งนำเข้า (input) และ สิ่งนำออก (output) ของระบบ ทั้งยังสามารถแสดงการวัดเชิงปริมาณจากแต่ละหน่วยได้

การปันส่วน หรือ allocation เป็นกระบวนการที่พิจารณาสารขาเข้า และ ขาออกจากระบบ ในหน่วยหน้าที่ของระบบที่มีความสลับซับซ้อน เช่น การพิจารณา การใช้พลังงานที่เกิดจากผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by-product) ที่ได้จากกระบวนการผลิต เช่น ในการเพาะเลี้ยงปลา การพิจารณาถึงผลกระทบต่างๆจาก โรงงานผลิตอาหารปลา หรือ โรงงานแปรรูปอาหารทะเลซึ่งไม่ได้อยู่ในหน่วยการผลิตหลักของการเพาะเลี้ยง หรือ ก้างปลาที่ได้จากการทำปลาแปรรูปถูกนำมาผลิตเป็นสินค้าอื่นๆที่ไม่ใช่ปลาโดยตรง

## 2. การแจกแจงบัญชีรายการ

เป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูล และ จำแนกข้อมูลสารขาเข้า และ สารขาออกที่เกี่ยวข้องในแต่ละหน่วยหน้าที่ของระบบ โดยข้อมูลควรมีทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ และ ปริมาณ ของวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ และ ของเสียต่างๆที่ถูกปล่อยออกสู่ ชั้นบรรยากาศ ดิน และ น้ำ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ โดยการแจกแจงนั้นจะต้องอ้างอิงต่อหน่วยของผลผลิต หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน เช่น สิ่งต่างที่นำเข้า และ ส่งออก แจกแจงต่อ 1 ตันผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

การแจกแจงหน่วยหน้าที่ของระบบนั้นสามารถทำบัญชีโดยใช้แนวทางจาก ฐานข้อมูลทุติยภูมิซึ่งมีการรวบรวมข้อมูลมาจากแหล่งต่างๆที่เชื่อถือได้ โดยในปัจจุบันนิยมใช้จาก ฐานข้อมูลของ อีโคอินเวนท์ (Ecoinvent) ซึ่งจะแสดงแนวทางในการแจกแจงบัญชีที่แสดงถึงพลังงาน (ระบบไฟฟ้า และ เชื้อเพลิงที่ใช้) การขนส่ง วัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง มวลชีวภาพ ไม้ และ เส้นใย การดาษ พลาสติก การบำบัดน้ำเสีย และ ผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ข้อมูลทุติยภูมิควรได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ศึกษา เช่น หากเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรหาข้อมูลจากการวิจัย และ หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องโดยตรง เช่น กรมประมง หรือ ข้อมูลการปลดปล่อยมาพิชจากการปลดปล่อยสารเคมีจากองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (USEPA)

อย่างไรก็ตามข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจ ลงพื้นที่ และ การสัมภาษณ์ เป็นแหล่งข้อมูลที่กระทำได้อหากระบบที่ศึกษาไม่มีในระบบ

การคำนวณสารขาเข้า แล สารขาออก และ ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ สามารถกระทำได้โดยการใช้การแปลงกิจกรรมต่าง ๆ แต่ละหน่วยหน้าที่ให้เป็นค่า สัมประสิทธิ์ของการปล่อยมลสาร เช่น การคำนวณผลกระทบภาวะโลกร้อนโดยใช้ค่า สัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากร่องรอยของของคาร์บอนที่ปลดปล่อยจากกิจกรรม (Carbon foot print) โดยมีค่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไฟฟ้าหนึ่งหน่วย ( $\text{kgCO}_2\text{eq/kWh}$ ) ข้อมูลการคำนวณที่ได้จะนำไปประเมินผลกระทบในขั้นตอนต่อไป (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554. น. 10)

### 3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

เป็นขั้นตอนที่ต้องนำข้อมูลด้านคุณภาพและปริมาณ มาเข้ากลุ่มของผลกระทบ (Classification) และกำหนดบทบาท และ ในบางกรณีอาจต้องนำไปเทียบหน่วยเพื่อให้น้ำหนักของผลกระทบ ว่ามีความสำคัญในระดับใดอย่างไร การหาค่าการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่นิยมใช้ในการศึกษาวัฏจักรชีวิตจำแนกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

#### 1) ผลกระทบต่อสุขภาพ (Damage to human health)

องค์การอนามัยโลกได้ให้คำนิยามของ สุขภาพที่มีผลมาจากสิ่งแวดล้อมว่า ผลกระทบต่างๆอันมาจาก สารเคมี มลภาวะทางกายภาพ ชีวภาพ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั้งร่างกาย จิตใจ ตลอดจนทางสังคมและเศรษฐกิจต่างๆ โดยในการประเมินวัฏจักรชีวิตจะเน้นที่กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ที่มีต่อชีวิตของมนุษย์ ดัชนีชี้วัดที่สำคัญที่ใช้ในการประเมิน จะมีหน่วยเป็น Disability adjusted life year หรือ DALYs ซึ่งหมายถึงการประเมินผลกระทบที่มีต่อ สภาวะการเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยใช้ การเสียชีวิตก่อนวัยอันควร อัตราการเจ็บป่วย หรือ สิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลทำให้การดำรงชีวิตไม่เป็นปกติ ไม่สามารถใช้ชีวิตได้ปกติ หรือ สูญเสียเวลาที่จะใช้ชีวิตตามอัตราภาพ โดยนับเป็นช่วงเวลาว่าสูญเสียไปเท่าใด ผลกระทบต่อสุขภาพยังแบ่งรูปแบบของสาเหตุหลักๆได้เป็น 6 สาเหตุคือ

- สารก่อมะเร็ง ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมมนุษย์ หรือ จากการทำอุตสาหกรรมและ ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางอากาศ น้ำ ดิน โดยสารที่เป็นปัจจัยของผลกระทบ ได้แก่ กลุ่มโลหะหนักที่ถูกระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น สารหนู (As) แคดเมียม (Cd)

- ผลกระทบต่อระบบหายใจ มลสารที่ถูกปล่อยออกมาสู่ชั้นบรรยากาศที่เป็นปัจจัยสำคัญคือ อนุภาคขนาดเล็ก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมครอน – 2 ไมครอน ก๊าซที่ทำให้ระคายเคือง อันได้แก่  $\text{O}_3$   $\text{SO}_3$   $\text{SO}_x$  เป็นต้น

- ผลกระทบจากกัมมันตรังสี ซึ่งเกิดจากการปลดปล่อยมลสารจำพวก กัมมันตภาพรังสี เช่น กัมมตรังสีจากการรั่วไหลของ ยูเรเนียมจากโรงไฟฟ้าระบบนิวเคลียร์
- ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ภาวะโลกร้อนอาจไม่ใช่ผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ แต่เป็นผลที่มีต่อระบบนิเวศ และการดำรงชีพ เช่น ทำให้เกิดปัญหาสภาพภูมิอากาศ และ อาจส่งผลกระทบต่อเกษตรซึ่งต้องผลิตอาหารเลี้ยงประชากรโลก อาจทำให้เกิดภาวะ อดอยาก และ ขาดแคลนแหล่งน้ำเนื่องจากภัยแล้ง มลสารที่เป็นปัจจัยหลักที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคือก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และ ไนโตรเจนออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมา
- ผลกระทบจากการลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศ โอโซนที่ลดลงมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงเนื่องจากการสัมผัสรังสี UV มลสารที่มีผลต่อการลดลงคือ กลุ่ม CFCs และ HFCs ที่ถูกปลดปล่อยออกมาสู่ชั้นบรรยากาศ

## 2) ผลกระทบต่อคุณภาพระบบนิเวศ

คุณภาพของระบบนิเวศเป็นดัชนีชี้วัดที่พัฒนาบนรากฐานที่ต้องการให้ระบบนิเวศสามารถดำรงอยู่ได้โดยรักษาโครงสร้างของระบบ และหน้าที่ไว้ได้อย่างเหมาะสม สามารถคงชนิด ปริมาณ และ การกระจายได้ โครงสร้างต่างๆของระบบนิเวศ อันได้แก่ สิ่งมีชีวิต องค์ประกอบทางกายภาพ ไม่ควรได้รับผลกระทบอันจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจนไม่สามารถฟื้นตัวหรือ ดำรงตนอยู่ได้ การประเมินจึงแสดงออกมาในรูปของ สัดส่วนการได้รับผลกระทบในระดับที่อันตราย (potential affected fraction, PAF) หรือ สัดส่วนในการสูญหายไป (potential disappeared fraction, PDF) ผลกระทบสำคัญที่ใช้ในการวัด PAF คือ ผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ และ ดิน เช่น ปลา หอย สัตว์หน้าดิน ไส้เดือน หรือ จุลินทรีย์ต่างๆ โดยประเภทของผลกระทบที่ระบุคือ ภาวะความเป็นกรด (Acidification และ ภาวะธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีมากเกินไป (eutrophication) โดยมลสารสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาคือ Sox NOx NH<sub>3</sub> และฟอสเฟส (PO<sub>4</sub>) และพิษที่มีต่อระบบนิเวศ (Ecotoxicology) ซึ่งเกิดจากมลสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตเช่น โลหะหนัก และกลุ่มเบนซีน

การใช้ที่ดินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน มีผลต่อการคงอยู่ หรือ สูญหายของสิ่งมีชีวิตในระบบ โดยวัดได้จาก การลดลงของพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เช่น ทุ่งหญ้า ป่าไม้ ป่าชายเลน

## 3) ผลกระทบต่อทรัพยากร

แนวคิดในการประเมินผลกระทบต่อทรัพยากรเกิดขึ้นบนพื้นฐานของการบริหารจัดการทรัพยากรที่ต้องสามารถนำมาใช้ได้อย่างยั่งยืน ยาวนาน และมีใช้ต่อไปในอนาคต การพิจารณาจึงมุ่งเน้นไปที่ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป ที่ถูกมนุษย์นำมา ใช้เพื่อสนองการดำรงชีวิต ซึ่งอยู่

ในรูปของ พลังงานที่จำเป็นสำหรับการหาทรัพยากรมาชดเชยสิ่งที่ใช้ในปัจุบัน (หน่วย MJ energy surplus) โดยประเมิน พลังงานที่ต้องการในการผลิตพลังงานในปริมาณเท่ากันในอนาคต แหล่งพลังงานที่ใช้ จะได้แก่กลุ่ม พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ คือ น้ำมันดิบ ถ่านหิน

หลังจากจำแนกกลุ่มผลกระทบ และ ตีค่าผลกระทบของแต่ละกลุ่มแล้ว อาจทำการเทียบหน่วย (normalization) และการให้น้ำหนักความสำคัญ (weighting) เพื่อให้ได้ค่าคะแนนเชิงเดี่ยว เช่น ค่าศักยภาพการเกิดโลกร้อนของแต่ละมลสาร สามารถเทียบค่าได้โดยให้คาร์บอนไดออกไซด์เป็น 1 และ มีเทน มีค่าเป็น 25 ดังตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** ศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของมลสารที่สำคัญ

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ	ศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อน (kg CO <sub>2</sub> equivalents/kg)
คาร์บอนไดออกไซด์: CO <sub>2</sub>	1
มีเทน : CH <sub>4</sub>	25
ไดไนโตรเจน โมโนออกไซด์ : N <sub>2</sub> O	298
HCFC 22	1810
HFC 404 a	3700

ที่มา : IPCC (2007)

#### 4. การแปลผลการศึกษา

การแปลผลการศึกษา คือ การวิเคราะห์ผลลัพธ์ สรุปผล และจัดเตรียมข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา วัฏจักรชีวิต

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ziegler et al. (2011) ทำการศึกษาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กึ่งในประเทศเซเนกัล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำการส่งออกไปยังสหภาพยุโรป โดยศึกษาวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กึ่งแช่แข็ง 1 กิโลกรัม ขอบเขตการศึกษาจะศึกษาผลิตภัณฑ์กึ่งที่มาจากแหล่งผลิตที่ต่างกัน การเพาะเลี้ยงจากผู้เลี้ยงขนาดเล็ก และ กึ่งที่ได้จากการทำอวนลาก โดยผลกระทบที่เลือกศึกษาคือ ภาวะโลกร้อน ภาวะความเป็นกรด ยูโทรฟิเคชั่น การลดลงของชั้นโอโซน พิษต่อมนุษย์ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศบนบก และทางทะเล การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิต SimaPro 7.1 พบว่าการทำประมงเพื่อจับกึ่งในทะเลแบบอวนลากจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า การเพาะเลี้ยงขนาดเล็ก โดย การทำประมงแบบอวนลากจะมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 35 Kg CO<sub>2</sub> eq/Kg

emission ในขณะที่การเพาะเลี้ยงกุ้งตามชายฝั่งปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า คือปล่อยเพียง 0.2 kg CO<sub>2</sub> eq/kg emission โดยกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ การทำการประมงเพื่อจับกุ้งซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ห้องเย็นเพื่อรักษาคุณภาพของกุ้ง และ การใช้เชื้อเพลิงในการทำการประมง นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่า การเพาะเลี้ยงกุ้งตามชายฝั่ง ก่อผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบกมากกว่าการจับกุ้งในทะเล เนื่องจากใช้แบตเตอรี่ที่มีส่วนผสมของทองแดง

Pelletier & Tyedmers (2010) ได้ศึกษาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ปลานิลแล่แช่แข็งจากอินโดนีเซีย โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ได้จากการผลิตจากระบบการเพาะเลี้ยงปลานิลในกระชัง และการเพาะเลี้ยงปลานิลในบ่อ ดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่กำหนดในการศึกษาจะใช้ตามข้อกำหนดของ ISO ซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานสะสม (MJ) การใช้ทรัพยากรชีวภาพ (Kg C ) ภาวะโลกร้อน (CO<sub>2</sub>-eq) ภาวะการเป็นกรด (SO<sub>2</sub>-eq) ภาวะธาตุอาหารเกินในแหล่งน้ำ (PO<sub>4</sub>-eq) โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาตั้งแต่การเพาะเลี้ยงในกระชัง และ ในบ่อ โรงงานแปรรูป การขนส่งอาหารเลี้ยงปลาไปสู่กลุ่มเพาะเลี้ยง การขนส่งปลาไปยังโรงงานแปรรูป การบรรจุหีบห่อ ผลิตภัณฑ์เนื้อปลานิลแล่แช่แข็ง ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงปลาในกระชังต้องการการให้อาหารมากกว่าการเลี้ยงในบ่อเล็กน้อยซึ่งทำให้การเลี้ยงในกระชังจึงมีการปล่อยของเสียและธาตุอาหารต่างๆสู่สิ่งแวดล้อมมากกว่า แต่การเลี้ยงในกระชังต้องการการใช้พลังงานน้อยกว่าการเลี้ยงในบ่อเนื่องจากการเลี้ยงในบ่อต้องมีเครื่องให้อากาศ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการแจกแจงอาหารปลานิล โดยศึกษาส่วนผสมต่างๆที่มีในอาหารปลาซึ่งโดยส่วนใหญ่อาหารปลาจะมีส่วนผสมของ ถั่วเหลือง และ ข้าวสาลีเป็นหลัก การผลิตอาหารมีการใช้พลังงาน 91 MJ ใช้น้ำมัน 145 MJ และ น้ำมันอื่นๆอีก 446 MJ Pelletier & Tyedmers (2010) สรุปว่า ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงปลาเป็นขั้นตอนที่ก่อผลกระทบมากที่สุดเมื่อเทียบกับการแปรรูป และ บรรจุหีบห่อ

Vazquez-Rowe et al (2010) ประเมินวัฏจักรชีวิตการทำประมงปลาแมคเคอเรลชนิดหนึ่ง (*Thachurus trachurus*) ในเขตมหาสมุทรแอตแลนติก โดยเปรียบเทียบรูปแบบการจับปลาโดยรูปแบบที่หนึ่งคือการจับปลาด้วยการลากอวนผิวน้ำ และการจับปลาด้วยการลากอวนหน้าดิน ในเขตพื้นที่กาลิเซีย ประเทศสเปน โดยการศึกษามุ่งประเด็นไปที่การใช้พลังงานตลอดการจับปลาทั้ง 2 วิธีการใช้สีทาเรือเพื่อป้องกันเพรียงและเชื้อรา โดยข้อมูลเกี่ยวกับการทำการประมงจากเรือประมงในพื้นที่จะได้รับการเก็บแบบสอบถามเจ้าของเรือประมง 54 ราย ผลการศึกษาพบว่า การจับปลาทั้ง 2 วิธีก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานเผาไหม้จากน้ำมันดีเซลที่ใช้กับเรือ การขนส่งปลาพบว่าการรั่วไหลของสารหล่อเย็นจากอุปกรณ์ทำความเย็นซึ่งมีผลต่อการลดลงของชั้นโอโซนและอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อการเกิดสภาวะโลกร้อน การจับปลาด้วยการลากอวนหน้าดินมีการปล่อยมลสารมากกว่าการลากอวนผิวน้ำ งานวิจัยครั้งนี้ได้เสนอแนวทางในการบริหารจัดการการจับปลาในเขตกาลิ

เซีย ตลอดจนการกำหนดโควตาการจับปลา และการพัฒนารูปแบบการใช้พลังงานที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยกว่า

Bosma et al (2011) ศึกษาวัฏจักรชีวิตของการเพาะเลี้ยงปลาสาวย (*Pangasianodon hypophthalmus*) ในเขตสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงในประเทศเวียดนาม โดยประเมินวัฏจักรชีวิตการเพาะเลี้ยงปลาสาวยแบบเข้มข้นจากการสำรวจฟาร์มเลี้ยงจำนวน 28 ฟาร์มที่เพาะเลี้ยงปลาสาวย และ 7 โรงงานที่ทำอาหารปลา โดยประเมินดัชนีภาวะโลกร้อน ภาวะความเป็นกรด ภาวะธาตุอาหารเกินในแหล่งน้ำ พิษต่อมนุษย์ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศทางทะเล และ ระบบนิเวศน้ำจืด โดยไม่รวมการเพาะลูกปลา และการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ผลการศึกษาพบว่า การผลิตอาหารปลา การขนส่ง เป็นกิจกรรมหลักที่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเว้นผลกระทบต่อภาวะธาตุอาหารเกินในแหล่งน้ำ และ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน้ำจืด การที่การผลิตอาหารปลาก่อผลกระทบต่อหลักเนื่องจากอาหารปลาผลิตนอกประเทศเวียดนามจึงต้องการการขนส่งทำให้มีการปล่อยมลสารค่อนข้างมาก ส่วนการเพาะเลี้ยงปลาจะก่อผลกระทบต่อภาวะธาตุอาหารเกินในแหล่งน้ำ และ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน้ำจืด Bosma et al (2011) เสนอแนะว่า ควรมีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงก่อนการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ และควรใช้อาหารปลาที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนสูงเพื่อลดการสะสมในสิ่งแวดล้อม

Cao et al (2011) ศึกษาวัฏจักรชีวิตของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง 2 รูปแบบคือ การเลี้ยงในระบบฟาร์มเข้มข้นเพื่อการส่งออก และ การเลี้ยงในระบบฟาร์มกึ่งเข้มข้นเพื่อการบริโภคในประเทศโดยศึกษาหน่วยหน้าที่ต่อไปนี้ หน่วยผลิตอาหารกุ้ง หน่วยเพาะเลี้ยงลูกกุ้ง และหน่วยอนุบาลกุ้งวัยอ่อน หน่วยเพาะเลี้ยงและผลิตกุ้ง (โตเต็มวัย) ในฟาร์ม และ รวมถึงการขนส่งในแต่ละหน่วยหน้าที่ แต่ไม่ศึกษาหน่วยหน้าที่ของการขายปลีก การบริโภค และ การทำลายของเสียที่ได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์กุ้งที่เป็น จุดสิ้นสุดการศึกษามี 2 ประเภทคือ กุ้งสด 1 ตัน และ กุ้งแกะเปลือกแช่แข็ง 1 ตัน ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงกุ้งแบบเข้มข้นเพื่อการส่งออกส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทุกดัชนีชี้วัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ ภาวะความเป็นกรด (Kg of SO<sub>2</sub> equiv) ภาวะยูโทรฟิเคชัน (Kg of PO<sub>4</sub> equiv) ภาวะโลกร้อน (Kg of CO<sub>2</sub> equiv) การใช้พลังงานสะสม (GJ) การใช้ทรัพยากร (Kg of C) การให้อาหาร และ การผลิตกระแสไฟฟ้า ตามลำดับ หน่วยหน้าที่ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือหน่วย เพาะเลี้ยงและผลิตกุ้ง (โตเต็มวัย) และผลิตกุ้ง (เต็มวัย) ในฟาร์มเมื่อเทียบกับหน่วยหน้าที่อื่นๆ โดยคิดเป็นร้อยละ 69.4-96.8 ในฟาร์มแบบเข้มข้น และ ร้อยละ 67.4-99.3 ในฟาร์มแบบกึ่งเข้มข้น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะอาหารกุ้งที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้พบว่าอาหารกุ้งมีส่วนประกอบของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปลาค่อนข้างมาก ซึ่งได้แก่ แป้งสาลี และ ธัญพืชชนิด ซึ่งส่วนประกอบลักษณะนี้จะให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปของ ภาวะความเป็นกรดในแหล่งน้ำ ภาวะโลกร้อน และ ภาวะธาตุอาหารเกินในแหล่งน้ำ Cao et al (2011) เสนอแนะแนวทางในการลด

ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งไว้ว่า การให้อาหารกุ้ง น้ำทิ้งจากนาุ้ง และ ปริมาณการใช้พลังงาน สะสมเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ควรพิจารณาก่อนผลกระทบอื่น ๆ โดยควรปรับเปลี่ยนส่วนผสมของ อาหารกุ้งที่มีส่วนผสมอาหารปลามากเกินไป และ ปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานโดยอาจติดตั้งระบบ พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และ พลังงานจากกังหันลม

Henriksson et al (2012) เสนอแนวความคิดการกำหนดขอบเขตการศึกษาวิจัยชีวิตระบบ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่า การกำหนดขอบเขตขึ้นอยู่กับชนิดของระบบที่ศึกษา เช่น สิ่งนำเข้าจาก ภายนอกของระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ขายผลิตภัณฑ์ในรูปแบบสดอาจจะไม่จำเป็นต้องกำหนด ขอบเขตการศึกษาไปถึงการให้อาหารและการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ในขณะที่เดียวกัน อาหารทะเล เป็นอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการผลิต และ แปรรูปหลายขั้นตอน จึงต้องกำหนดขอบเขตอย่าง ชัดเจน และคำนึงถึงผลกระทบจากของเสียที่เกิดขึ้น

Takarina et al. (2012). ศึกษาการสะสมของธาตุตะกั่วในแหล่งน้ำ และตะกอนในบ่อ เลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลในเขตมารุนดา ประเทศอินโดนีเซีย โดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ทางด้าน ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดต่าง ความเค็ม และ ตรวจวัดปริมาณตะกั่วในตะกอนดิน และ ในเนื้อปลานวลจันทร์ทะเล โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมของตะกั่วในเนื้อปลา กับ ปริมาณการสะสมของตะกั่วในแหล่งน้ำและตะกอนดินในบ่อเลี้ยง คณะวิจัยทำการเก็บตัวอย่าง ทั้งหมด 4 จุด โดยพบว่าจุดที่มีปริมาณตะกั่วในตะกอนเป็นปริมาณมาก จะพบตะกั่วสะสมในเนื้อปลา ในปริมาณน้อยกว่า ในขณะที่จุดที่มีปริมาณตะกั่วสะสมในตะกอนน้อย จะพบการสะสมของตะกั่วใน เนื้อปลานวลจันทร์มากกว่า และพบว่าจะสะสมที่เหงือกของปลามากที่สุด นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยัง ชี้ให้เห็นว่าน้ำที่มีความเค็มสูง ค่าความเป็นกรดสูง และ ออกซิเจนละลายน้ำน้อย จะพบปริมาณตะกั่ว สะสมในตัวปลามากขึ้น

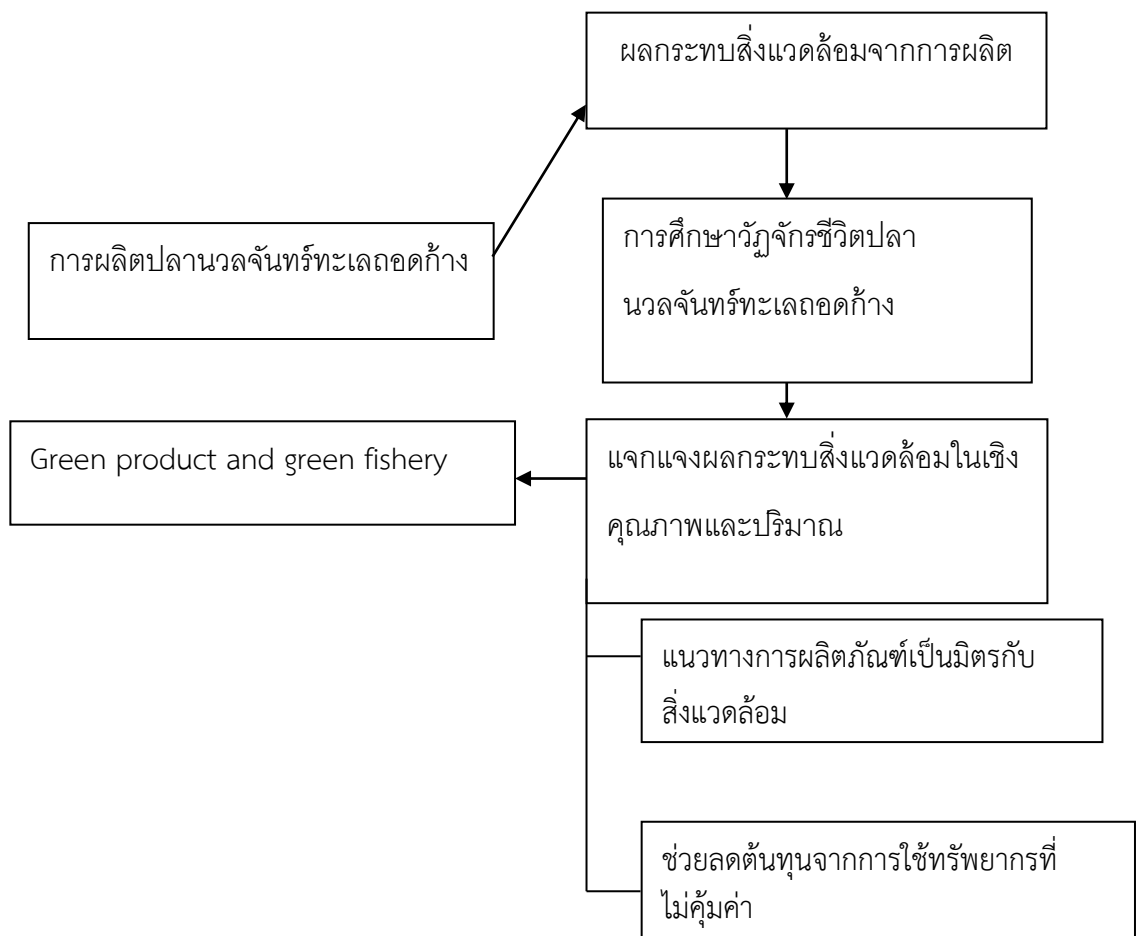
Krittayakasem et al. (2011) ศึกษาค่าการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าใน ประเทศไทยโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ประเมินการปลดปล่อยมลสารทางอากาศ จากการใช้ไฟฟ้าในประเทศ ซึ่งนิยามหาในรูปแบบของค่า emission factor เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจาก การใช้ค่าการประเมินจากภูมิภาคอื่นที่อาจจะไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย โดย ทำการเก็บข้อมูลจากปากปล่องจากโรงไฟฟ้าต่างๆในประเทศไทยในรูปแบบ การประเมินอย่าง ต่อเนื่อง ซึ่งผลการประเมินพบว่า ค่า emission factor ของ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ได ออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และอนุภาคต่างมีค่า 563.25, 1.26, 0.41 and 0.06 g/kWh ตามลำดับ

จากการทบทวนเอกสารพบว่าฐานข้อมูลทางการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล และ การ ประเมินวิถีชีวิตปลานวลจันทร์ทะเลถอดก้างในประเทศยังไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นรูปธรรม การ

พัฒนาการเพาะเลี้ยงและผลิตภัณฑ์ต่างๆควรพัฒนาบนพื้นฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อม ในมิติต่างๆที่ดี เพื่อช่วยในการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้แสดงได้ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัยชีวิตปลานวลจันทร์ทะเลอดก้าง