บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาของปลาโมง

ปลาโมง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) เป็นปลาน้ำจืดที่อยู่ในตระกูลเดียวกับปลาเทพา เทโพ สวาย สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (Tyson, 1991)

Order Cypriniformes

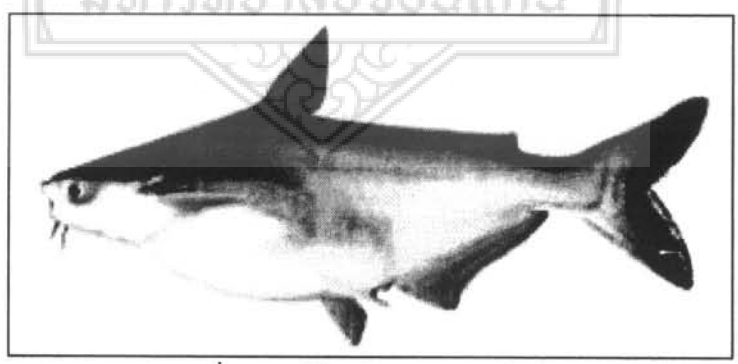
Suborder Siluroidei

Family Pangasiidae

Genus *Pangasius*

Species *bocourti*

รูปร่างลักษณะของปลาโมง จะคล้ายคลึงกับปลาในสกุล *pangasius* แต่หัวจะกลมมนกว่าปลาในตระกูลเดียวกัน มีหนวดที่มุมปาก 1 คู่ ใต้คาง 1 คู่ ปลาในสกุล *Pangasius* มีลักษณะสำคัญคือ กระดูกสันหลังตอนต้นดัดแปลงเป็น Elastic spring มีลักษณะเป็นกระดูกเรียวโค้งและปลายเป็นแผ่นกลม ไม่เชื่อมติดกับกระดูกท้ายกะโหลกอย่างในสกุลอื่น (ชวลิต, 2536) เป็นปลาที่พบได้ ในประเทศไทย, กัมพูชา (Roberts and Vidthayanon, 1991), ลาว (Roberts, 1993) และเวียดนาม (Sokheng *et al.*, 1999) บริเวณลุ่มแม่น้ำโขง (Rainboth, 1996) ปลาโมงมีขนาดความยาวสูงสุดถึง 120 เซนติเมตร (Baird *et al.*, 1999) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 รูปร่างลักษณะของปลาโมง

ที่มา : ชวลิต (2536)

วิวัฒน์และชัยศิริ (2538) และ ชวลิต (2544) ได้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของปลาโมงไว้ดังนี้ รูปร่างแบนข้างเล็กน้อย มีลักษณะป้อม ลำตัวตอนล่างค่อนข้างกลม มีความยาวมาตรฐานมากกว่าความลึกลำตัวประมาณ 3.4 - 5.2 เท่า ส่วนหัว (Head shape) หัวกลมมน (Rounded head) หนวด (Barbel) ประกอบด้วยหนวดที่ขากรรไกรบน (Maxillary barbel) 1 คู่ และที่ใต้คาง (Mental barbel) อีก 1 คู่ ปากมีตำแหน่งอยู่ใต้ (Subterminal) คือริมฝีปากบนยื่นล้ำริมฝีปากล่างเล็กน้อย เมื่อปิดปาก และมีปากที่แคบ ฟัน (Teeth) มีตำแหน่งที่ขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (Mandible teeth หรือ Dentary teeth) ฟันบนเพดานปาก มีลักษณะเป็นแผ่นโค้งต่อกันเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว และมีฟันบริเวณช่องคอ (Pharynggeal teeth) ลักษณะของฟันเป็นฟันแบบคล้ายหนาม (Villiform) อยู่กันเป็นแผ่น (Band) จมูก (Nostrils) มีรูจมูก 2 รู ตา (Eyes) มีตำแหน่งอยู่ด้านข้างของส่วนหัว และเยื้องไปทางด้านหน้าเหนือตำแหน่งของมุมปากเล็กน้อย ส่วนของลำตัว (Trunk) ส่วนบนของลำตัวจะมีสีดำปนเทาส่วนท้องมีสีขาวอมเหลือง ปลาวัยอ่อนมีสีเทาเหลือบเหลืองหรือเขียวอ่อน ข้างลำตัวมีแถบคล้ำ ปลาตัวเต็มวัยมีสีเทาอมน้ำตาลอ่อน หรือฟ้าอ่อน ท้องสีจาง สันท้องกลม เส้นข้างลำตัว (Lateral line) มี 1 คู่ มีลักษณะเป็นเส้นตรงอยู่สูงจากระดับกึ่งกลางลำตัวเล็กน้อย ครีบหูหรือครีบอก (Pectoral fins) เป็นครีบคู่ประกอบด้วยก้านครีบแข็ง (Spine) เป็นหยักฟันเลื่อยปลายแหลม 1 ก้าน และมีครีบอ่อน (Segmented fin ray) จำนวน 10-11 ก้าน ครีบท้อง (Pelvic fins) เป็นครีบคู่ไม่มีก้านครีบแข็งประกอบด้วยก้านครีบอ่อน 7-8 ก้าน ครีบหลัง (Dorsal fin) เป็นครีบเดี่ยวประกอบด้วยก้านครีบแข็งหยักเป็นฟันเลื่อยมีปลายแหลม 1 ก้าน ก้านครีบอ่อนจำนวน 6-7 ก้าน ครีบก้น (Anal fin)เป็นครีบเดี่ยว อยู่ส่วนท้ายถัดจากรูก้นประกอบด้วย ก้านครีบอ่อน จำนวน 26 – 29 ก้าน ครีบไขมัน (Adipose fin) เป็นครีบเดี่ยวไม่มีก้านครีบและมีขนาดเล็ก ครีบหาง (Caudal fin) มีลักษณะแบนแบบเว้าตื้น (Lunate) และครีบหางอันบน (Upper lope) จะมีสีคล้ำกว่าครีบหางอันล่าง (Lower lobe) มีจำนวนซี่กรองอาหาร (Gill raker) บนกระดูกเหงือกอันแรก (First gill arch) จำนวน 36-46 ซี่ ซึ่งมากกว่าปลาชนิดอื่น (ยกเว้น *Pangasius macronema* ที่มีเท่ากัน) นอกจากนี้ลักษณะฟันบนเพดานปาก (Vomero – palatine teeth) อยู่กันเป็นแผ่นๆ (Tooth band) โค้งต่อกันเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว (Crescentic band) และมีกระเพาะลม 2 ตอนส่วนปลายของกระเพาะลมสิ้นสุด ณ ตำแหน่งครีบก้นตอนต้น (Tyson, 1991) วิวัฒน์และชัยศิริ (2538) รายงานถึงลักษณะเด่นของปลาโมงที่แสดงถึงความแตกต่าง จากปลาชนิดอื่นในตระกูลเดียวกันนั้น นอกจากส่วนหัวที่กลมมนกว่า และกระเพาะลม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอนแล้ว เมื่อลองสัมผัสดูจะพบว่าปลาโมงมีเมือกที่เหนียวเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลาโมงมีต่อมสร้างเมือก (Mucous gland) ซึ่งจะขับเมือกออกมาบริเวณรูโคนครีบหู จำนวน 3 รู

ปลาโมงเป็นปลากินเนื้อ มีนิสัยการกินอาหารตามผิวดิน ตะกละ กินอาหารที่เน่าเปื่อย และมีกลิ่นแรง ในธรรมชาติปลาโมงจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำสูง พบการกระจายพันธุ์ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยพบมากในแม่น้ำโขง

แม่น้ำสาขา และแม่น้ำเจ้าพระยา สำหรับในแม่น้ำโขงนั้นจะพบปลาชนิดนี้ในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน ของทุกปีเท่านั้น (Berra, 1981; Tyson, 1991; วิวัฒน์และชัยศิริ, 2538)

เนื้อปลาโมงมีสีขาว รสชาติดี จึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ จึงทำให้ปลามีราคาแพง กล่าวคือ ถ้าปลาโมงมีขนาดอยู่ในช่วง 0.7 - 1 กิโลกรัม จะได้ราคากิโลกรัมละ 50 บาท และถ้าขนาด 1.5 - 2 กิโลกรัม ราคาจะสูงถึงกิโลกรัมละ 150 บาท เป็นต้น (Prasertwattana *et al.*, 2003) ปัจจุบันมีการเลี้ยงในประเทศเวียดนามบริเวณแถบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง โดยการรวบรวมพันธุ์จากธรรมชาติ และเวียดนามมีกำลังการผลิตปลาโมงประมาณปีละ 27,000 ตัน สามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และประเทศแถบยุโรป (Hung *et al.*, 2002)

ในประเทศไทยเริ่มมีการเลี้ยงปลาโมงในแถบจังหวัดนครพนมและหนองคาย ซึ่งพันธุ์ปลาที่เลี้ยงจะใช้วิธีรวบรวมจากแหล่งน้ำในธรรมชาติ ซึ่งจะผสมพันธุ์และวางไข่ประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายนของทุกปี (Cacot *et al.*, 2002) และลูกปลาที่รวบรวมได้จะรวบรวมในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม นำมาเลี้ยงในกระชังอวนในแม่น้ำโขง โดยให้อาหารเม็ดลอยน้ำ

จะเห็นว่าพันธุ์ปลาที่ใช้เลี้ยงได้มาจากการรวบรวมพันธุ์ในธรรมชาติ ในสภาพธรรมชาติปลาโมงในแม่น้ำโขงจัดเป็นปลาน้ำจืดที่หายาก ขณะนี้สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดนครพนมได้ประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์ปลาโมงด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ (Prasertwattana *et al.*, 2003) แต่ปัญหาที่แท้จริงในการเพาะขยายพันธุ์ปลาโมงนั้นคือ แม่ปลาโมงให้ไข่น้อย และอัตราการรอดตายของลูกปลาอยู่ในระดับที่ต่ำ ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดในการผสมข้ามพันธุ์ขึ้น โดยใช้แม่ปลาสวายซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกับปลาโมงคือสกุล *Pangasius* (Roberts and Vidthayanon, 1991) และลูกปลาลูกผสมที่ได้มีลักษณะภายนอกเหมือนปลาโมงมาก และในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงลูกปลาโมงจึงมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาถึงผลของการใช้วัตถุดิบโปรตีนบางชนิดทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาโมง (*Pangasius bocourti*)

อาหารปลามีความสำคัญมากที่เป็นตัวบ่งชี้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลา การใช้วัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นทดแทนแหล่งโปรตีนของปลาป่นนับว่ามีความสำคัญเพราะช่วยลดต้นทุนการผลิต เขมชาติ (2538) รายงานว่า การใช้ใบมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวันเหมาะสมที่สุด สำหรับการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารของปลานิล นอกจากนี้การใช้กากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพด สามารถใช้ในอาหารสำหรับปลากะพงขาวได้ไม่เกิน 17 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (โดยแทนที่ปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์) เมื่ออาหารนั้นมีปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบในสูตรอาหาร (จูอะดีและมะลิ, 2538) การผสมผสานระหว่าง กากถั่วเหลือง โปรตีนข้าวโพดและเนื้อป่นให้มีรูปแบบของกรดอะมิโนใกล้เคียงกับปลาป่นจะสามารถใช้แทน ที่ปลาป่นได้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสำหรับปลาเรนโบว์เทร้า (จูอะดีและทาเคชิ,.2536) นอกจากนี้ วิมลและคณะ (2536) รายงานว่าสำหรับอาหารปลาดุกที่มีโปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน

430 กิโลแคลอรี่/100 ก. สามารถมีคาร์โบไฮเดรตจากปลายข้าวในอาหารได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้องมีไขมันไม่ต่ำกว่า 4.4

2.2 การเพาะพันธุ์ปลาโมง

ปลาโมงสามารถเพาะพันธุ์ได้หลายวิธีด้วยกัน Tuan (1999) ได้ทดลองเพาะพันธุ์ปลาโมง โดยการฉีดฮอร์โมนสกัด (HCG) แต่พบว่าต้องใช้ฮอร์โมนในปริมาณสูงจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยม ชัยศิริและวิวัฒน์ (2538) ได้ทำการทดลองเพาะพันธุ์ปลาโมง โดยการใช้สารสกัดจากต่อมใต้สมองปลาโมง (pituitary gland extract, PG) เพียงอย่างเดียว พบว่าสามารถทำให้ปลาตกไข่จนนำมารีดผสมเทียมได้ดีที่สุด โดยมีอัตราการฟักเฉลี่ย 83.65±10.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการฉีดด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserilin acetate (BUS) ร่วมกับสารสกัดจากต่อมใต้สมอง มีอัตราการฟักเฉลี่ย 58.65±3.76 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ เจริญและสมบัติ (2547) ได้ศึกษาผลของฮอร์โมนและต่อมใต้สมองต่อการตกไข่ของปลาโมงในช่วงเดือน มีนาคม - เมษายน โดยการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserilin acetate (BUS) อัตรา 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ domperidone (DOM) อัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การฉีดฮอร์โมนสกัด (HCG) อัตรา 2,000 ไอ. ยู. ต่อกิโลกรัม และการฉีดสารสกัดจากต่อมใต้สมองปลาจีน (PG) อัตรา 2 โดส โดยฉีดแม่พันธุ์ปลาเพียงครั้งเดียว ส่วนพ่อพันธุ์ฉีดด้วยฮอร์โมนสังเคราะห์ (BUS) อัตรา 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ DOM อัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า แม่พันธุ์ปลาโมงตกไข่ทุกตัว มีอัตราการปฏิสนธิ, อัตราฟัก และอัตราการรอด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแนะนำว่า ควรใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ BUS อัตรา 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ DOM อัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีต้นทุนต่ำที่สุด

2.3 การอนุบาลลูกปลา

สำหรับการอนุบาลลูกปลาโมงนั้น ชัยศิริและวิวัฒน์ (2538) รายงานว่าการอนุบาลลูกปลาโมงในถังไฟเบอร์กลาสที่มีน้ำไหลเวียนตลอดจะทำให้ลูกปลาโมงมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูงกว่าลูกปลาโมงที่อนุบาลในตู้กระจก นอกจากนี้ Hung *et al.* (2002) ได้ทดลองอนุบาลลูกปลาโมงด้วย *Artemia nauplii,* ไรแดง (*Moina* sp.) และ หนอนแดง (*Tubifex*) โดยเริ่มให้อาหารหลังจากฟักออกเป็นตัวประมาณ 48 ชั่วโมง เมื่อถุงไข่แดงยุบ พบว่า ลูกปลาโมงมีอัตราการรอด 91-93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันในอาหารทั้ง 3 ชนิด ส่วนลูกปลาโมงที่เลี้ยงด้วย *Artemia nauplii* และ *Tubifex* พบว่าลูกปลาโมงมีอัตราการเจริญเติบโต 35-36 เปอร์เซ็นต์ ต่อวัน ส่วนลูกปลาโมงที่เลี้ยงด้วยไรแดงจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้า ในขณะที่ สมนึกและคณะ (2537) ได้รายงานการอนุบาลลูกปลาสายยู (*Pangasius conchophilus*) อายุ 2 วัน หลังจากที่ถุงอาหารที่สะสมเริ่มยุบและเริ่มหากินอาหาร อนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสขนาดบรรจุ 1,000 ลิตร โดยใส่น้ำ 500 ลิตร อัตราการปล่อย 100 ตัวต่อถัง ระยะเวลา 1 เดือน โดย

ใช้อาหาร 3 ชนิด คือ โรติเฟอร์น้ำจืด ไรแดง และอาหารเม็ดปลาดุกเล็กโปรตีน 30% พบว่า การให้ไรแดงขนาดเล็กร่วมกับไรแดง และโรติเฟอร์ร่วมกับไรแดง มีผลให้ปลามีอัตราการรอดตายสูงกว่าการให้ไรแดงขนาดเล็กร่วมกับอาหารเม็ด แต่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน

2.4 ความต้องการโปรตีนของปลา

ปลาแต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารต่างๆ ที่แตกต่างกัน สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาจะประกอบด้วยสารอาหารที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งมี 6 ประเภทคือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่และน้ำ โดยทั่วไปถือว่าโปรตีนเป็นสารอาหารหลักที่สำคัญและมีราคาแพงที่สุด (จูอะดีและคณะ, 2545 ; เวียง, 2542) โดยโปรตีนจะเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของร่างกายแทบทุกระบบ มีหน้าที่ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ด้วยการสร้างเซลล์ใหม่แทนที่เซลล์เก่า ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ทำให้ขนาดหรือน้ำหนักเพิ่มขึ้น เป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกายและเป็นส่วนประกอบของสารที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน สารต้านทานโรค และเฮโมโกบิน (วีรพงศ์, 2536) โดยปกติสัตว์น้ำมีความต้องการโปรตีนมากถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหาร (Lovell, 1989) และแหล่งโปรตีนที่สำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำหรืออาหารสัตว์ทุกชนิดคือปลาป่น เนื่องจากมีโปรตีนประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนครบถ้วนทุกชนิด มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสปริมาณมาก และยังมีกลิ่นที่ดีช่วยกระตุ้นในการกินอาหารได้มากขึ้น (วีรพงศ์, 2536) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำคือ ขนาดของสัตว์น้ำ อุณหภูมิ จำนวนอาหารที่ให้ จำนวนพลังงานในอาหารที่ไม่ใช่โปรตีน คุณภาพของโปรตีน และการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารธรรมชาติ (นำชัย, 2544) ความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตมีผลโดยตรงต่อการเลี้ยงปลา ดังนั้นจึงมีการศึกษาทดลองอย่างแพร่หลายในปลาหลายชนิด เพื่อหาระดับโปรตีนที่เหมาะสม ซึ่งเป็นระดับโปรตีนต่ำสุดในอาหารปลาที่ทำให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด การศึกษาดังกล่าวจำเป็นต้องผลิตอาหารทดสอบ ที่มีโปรตีนระดับต่างๆ กันแล้วนำไปให้ปลากินระยะเวลาหนึ่ง (ประมาณ 2-3 เดือน) แล้วจึงประเมินระดับโปรตีนที่เหมาะสมได้จากอัตราการเจริญเติบโตของปลา (วีระพงศ์, 2536)

ศุภรัตน์และสมเกียรติ (2544) ได้ศึกษาความต้องการโปรตีนของปลาเทโพขนาดเล็ก มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.51±0.15 กรัม ด้วยอาหารโปรตีน 5 ระดับ คือ 20, 25, 30, 35 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละระดับมีพลังงานที่ย่อยได้ประมาณ 320 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร มีปริมาตรน้ำ 700 ลิตร จำนวนถังละ 25 ตัว ให้ปลากินอาหารวันละ 2 ครั้ง จนอิ่ม เลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่มีโปรตีน 30-35 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาเทโพขนาดเล็ก ส่วน สมเกียรติและคณะ (2539) ได้ศึกษาความต้องการโปรตีนในอาหารปลาเทโพ ด้วยอาหารที่มีโปรตีน 30, 34, 38, 42, และ 46 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ย่อยได้ระหว่าง 330-344 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม เลี้ยงปลาเทโพขนาดน้ำหนัก 40 กรัม ในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร ระดับน้ำ 70

เซ็นติเมตร ให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เปลี่ยนถ่ายน้ำ ¼ ถัง ทุกวัน เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย, อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการรอดตาย, อัตราการแลกเนื้อ, ประสิทธิภาพของอาหาร และประสิทธิภาพของโปรตีน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาสูงกว่าปลากลุ่มอื่น และปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 30 และ 34 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมไขมันในตัวปลาสูงกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนระดับโปรตีนที่เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงปลาเทโพคือ 30 เปอร์เซ็นต์ สุริยาและคณะ (2547) ได้ศึกษาความต้องการโปรตีนในอาหารของปลาสายยูวัยรุ่น ด้วยอาหารที่มีโปรตีน 25, 30, 35, และ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานรวมเท่ากันทุกสูตร คือ 445 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม เลี้ยงในตู้กระจกปิดทึบด้านข้าง ขนาด 18×36×18 นิ้ว จุน้ำปริมาตร 180 ลิตร ปล่อยปลาจำนวน 10 ตัวต่อตู้ ให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาสายยูขนาด 24-55 กรัม ควรมีระดับโปรตีน 35% และมีพลังงานรวมในอาหาร 445 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม

2.5 ความต้องการพลังงานของปลา

พลังงานเป็นผลจากการที่สารอาหารพวกโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ถูกเผาผลาญและมีการปล่อยพลังงานออกมาเพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต เช่น การหายใจ การว่ายน้ำ การสืบพันธุ์ อีกทั้งเพื่อการเจริญเติบโตในการสร้าง หนัง อวัยวะต่างๆ เอนไซม์ ฮอร์โมน (วิมล, 2537) นอกจากนี้พลังงานยังเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการใช้โปรตีนของร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารและการเจริญเติบโตดีขึ้น (McGoogan and Gatlin, 2000) ปลาต้องการพลังงานเพื่อดำรงชีวิตและเจริญเติบโต ถ้าในอาหารมีพลังงานไม่เพียงพอปลาจะใช้โปรตีนมาเป็นพลังงานทดแทนและถ้าในอาหารมีพลังงานสูงเกินไปจะทำให้ปลากินอาหารน้อยลง เนื่องจากปลากินอาหารเพียงเล็กน้อยก็ได้รับพลังงานเพียงพอ ทำให้ได้รับโปรตีนไม่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย ส่งผลให้ปลาโตช้า และอาหารที่มีพลังงานสูงยังทำให้เกิดการสะสมไขมันในตัวปลา ซึ่งอายุการเก็บปลาจะสั้นลง เพราะปลาจะหืนได้เร็ว นอกจากนี้พลังงานที่เกินความต้องการจะถูกนำไปสะสมไว้ใช้ในร่างกายในรูปของไขมันและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งถ้าเก็บสะสมไว้มากจนเกินไปจะเกิดอันตรายต่อปลาได้ (เวียง, 2542; วิมล, 2536) ปลาแต่ละชนิดมีความต้องการพลังงานเพื่อดำรงชีวิตและเจริญเติบโตในปริมาณไม่เท่ากันสำหรับอาหารปลาโดยทั่วไปควรมีอัตราส่วนพลังงานและโปรตีนประมาณ 8-10 กิโลแคลอรีต่อกรัมโปรตีน (วิมล, 2536)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานของปลาคือ อุณหภูมิ ขนาดของปลา โดยปลาขนาดเล็กต้องการพลังงานมากกว่าปลาขนาดใหญ่ กิจกรรมต่างๆที่ทำให้ปลาต้องเคลื่อนที่หรือสูญเสียพลังงาน การไหลของน้ำ อาหารและปริมาณอาหารที่ให้ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น การอยู่รวมกัน ความหนาแน่น การสะสมของเสีย และการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำเป็นต้น แหล่งที่มาของพลังงานในอาหารได้มาจากไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ปลาสามารถย่อยไขมันได้ดี ไขมันจึงเป็นแหล่งพลังงานที่

สำคัญที่สุด โดยให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตประมาณ 2 เท่า (วิมล, 2536) ซึ่งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต จะให้พลังงาน 5.65, 9.45 และ 4.10 กิโลแคลอรีต่อกรัม (วีระพงศ์, 2536) ความต้องการไขมันของปลาจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของปลา อายุของปลา การทำงานของร่างกาย วิธีการให้อาหาร ปริมาณแสง สภาพแวดล้อม คุณสมบัติของน้ำ องค์ประกอบของอาหารและชนิดของปลา (Halver, 1972) โดยระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารปลาส่วนมากควรอยู่ในช่วง 10-15% ของน้ำหนักตัว เพราะระดับไขมันดังกล่าวจะทำให้ปลาใช้โปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Cowey and Sargent, 1979) ไขมันที่เป็นประโยชน์ต่อปลามากที่สุดคือ ไขมันที่มีกรดไขมันที่จำเป็นอยู่ด้วยคือ กรดไลโนเลอิค หรือ arachidonic มีมากใน น้ำมันปลา และน้ำมันตับปลา (อำนวย, 2525) โดยน้ำมันที่นิยมใช้ในสูตรอาหารปลาได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปลาสลิด น้ำมันตับปลาหมึก หรือน้ำมันตับปลาชนิดต่างๆ การใช้น้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหารปลาไม่ควรใช้เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เพราะอาจทำให้ต้นทุนอาหารสูงขึ้น (วีระพงศ์, 2536) มีการทดลองในสัตว์น้ำหลายชนิดที่แสดงให้เห็นว่า สัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับโปรตีนและไขมันควบคู่ไปในอาหาร (เทพรัตน์และคณะ, 2546) ซึ่งการศึกษาความต้องการไขมันของปลาทำได้โดยการผลิตอาหารทดสอบ (test diet) โดยให้ระดับไขมันต่างๆ กันแล้วนำไปให้ปลากินระยะเวลาหนึ่ง (ประมาณ 2-3 เดือน) แล้วจึงประเมินระดับไขมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา (วีระพงศ์, 2536) ขณะที่ ณรงค์ศักดิ์และคณะ (2544) รายงานว่าปลาเทโพขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 87.5±5.5 ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ย่อยได้ต่างกัน 4 ระดับ คือ 250, 300, 350 และ 400 กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม มีอัตราแลกเนื้อและอัตราการรอดที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ประสิทธิภาพของโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น ปริมาณการกินอาหารและปริมาณการกินโปรตีนลดลงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีพลังงานสูง องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา มีปริมาณโปรตีน เถ้า และความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม มีผลทำให้การเจริญเติบโตและคุณภาพของเนื้อปลาดีที่สุด และเหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาเทโพขนาดน้ำหนัก 87-190 กรัม

2.6 การเลี้ยงปลาโมง

ข้อมูลการเลี้ยงปลาโมงในปัจจุบันมีน้อยมาก ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม อีกหลายด้าน เช่น ด้านสูตรอาหาร อัตราการให้อาหารความถี่ในการ ให้อาหาร การลดต้นทุนการผลิต เป็นต้น เกษตรกรเลี้ยงปลาโมงในกระชังในแม่น้ำโขง ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีน 25-30 เปอร์เซ็นต์ ให้ปลากินอาหารจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เวลา เช้าและเวลาเย็น โดยเริ่มต้นเลี้ยงปลาโมงตั้งแต่ขนาด 3 นิ้ว ที่ความหนาแน่น 100 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เลี้ยงเป็นเวลานาน 7 เดือน-1 ปี ได้ปลาน้ำหนัก 700-1,200 กรัม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อประมาณ 1.6 การเลี้ยงวิธีนี้พบบริเวณ อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสกลนคร ทำการทดลองเลี้ยงปลาโมงในกระชังในแม่น้ำโขง ที่ความหนาแน่น 50-200 ตัวต่อลูกบาศก์ เมตรให้อาหารเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่ม วันละ 1 ครั้ง เวลาบ่าย โดยเริ่มต้นเลี้ยง ตั้งแต่ขนาด 68-74 กรัม เป็นเวลานาน 7 เดือนได้น้ำหนัก ปลา 467-516 กรัม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ระหว่าง 1.7-2.1 ต้นทุนการผลิต 39- 47 บาทต่อกิโลกรัม สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดเชียงรายทำ การทดลองเลี้ยงปลาโมงในกระชัง ในอ่างเก็บน้ำขนาด 80 ไร่ ลึก 3 เมตร ที่ความหนาแน่น 25-45 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ให้อาหารเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 น. และ 15.00 น. โดยเริ่มต้นเลี้ยงตั้งแต่ขนาด 51 กรัม เป็นเวลา 12 เดือน ได้น้ำหนักปลา 944-1,060 กรัม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ระหว่าง 2.27-2.59 ต้นทุนการผลิต 51-60 บาทต่อกิโลกรัม

ศิราณีและธีระชัย (2548) รายงานว่า การเจริญเติบโตของปลาโมงที่เลี้ยงในกระชังในแม่น้ำโขง โดยปลาโมงมีน้ำหนักเริ่มต้น 68 – 74 กรัม เลี้ยงเป็นเวลา 7 เดือน ที่อัตราความหนาแน่น 50, 100, 150 และ 200 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าปลามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่ 0.88 – 0.97 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และมีน้ำหนักเพิ่มต่อวันที่ 1.85 – 2.12 กรัมต่อวัน และการรายงานของ คฑาวุธและคณะ (2548) กล่าวว่า เลี้ยงปลาโมงในกระชังในอ่างเก็บน้ำขนาด 80 ไร่ ปลาโมงมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 51.56 $\pm$ 3.97 กรัม เลี้ยงเป็นเวลา 12 เดือนที่ความหนาแน่น 25, 35 และ 45 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าปลาโมงมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่ 0.80 – 0.83 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน น้ำหนักเพิ่มต่อวันที่ 2.45 – 2.76 กรัมต่อวัน ในขณะที่ สุริยันและนัยนา (2551) ทำการทดลองเลี้ยงปลาโมงในบ่อดิน ด้วยอัตราการปล่อย 2 ระดับ คือ 3 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อดินขนาด 200 ตารางเมตร ใช้อาหารสำเร็จรูปโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ปลากินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง พบว่าอัตราการปล่อยที่เหมาะสมคือ 3 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งใช้เวลาในการเลี้ยง 1 ปี ได้น้ำหนักเฉลี่ย 464.56 $\pm$ 102.44 กรัมต่อตัว

2.7 การใช้วัตถุดิบโปรตีนบางชนิดทดแทนปลาป่น

มีรายงานการใช้โปรตีนจากพืชหลายชนิดทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหารสัตว์โดยเฉพาะ ถั่วเหลืองป่น และกากถั่วเหลือง นิยมใช้กันมาก ถั่วเหลืองป่นเป็นที่รู้จักกันดีในคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารสัตว์ มีความสมดุลของกรดอะมิโน (Chou *et al.*, 2004) และเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย Zhang *et al.* (2008) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรตีนจากพืชทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารใช้เลี้ยงปลาจวดเหลือง (Large yellow Croaker) พบว่าสามารถใช้ ถั่วเหลืองป่น, เนื้อและกระดูกป่น, ถั่วป่น และ เมล็ดเรพ ป่น ผสมกันในอัตราส่วน 4:3:2:1 โดยน้ำหนัก สามารถใช้ทดแทนปลาป่นได้ในอัตราถึง 26% โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลาจวดเหลืองลดลง ส่วนในรายงานของ Robinson and Li (2007) กล่าวว่า สามารถใช้เมล็ดฝ้ายป่นทดแทนถั่วเหลืองป่นใช้ในการเลี้ยงปลากดหลวงได้ แต่ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากกว่า 30% ในสูตรอาหาร ในขณะที่ อัตราและคณะ (2546) ใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน

ทดแทนปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดง พบว่าสามารถใช้ทดแทนได้มากถึง 30% โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลากะรังดอกแดงแตกต่างจากสูตรควบคุม นอกจากนี้ Fernandes *et al.* (2004) รายงานว่า มีการใช้โปรตีนจากพืชทดแทนปลาป่นได้ถึง 66% ในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิล Webster *et al.* (2000) พบว่าการใช้กากถั่วเหลืองและผลพลอยได้จากสัตว์ปีกป่นทดแทนปลาป่นในปริมาณ 30% จะทำให้การเจริญเติบโตของปลาซันไชน์เบสลดลง ทั้งนี้ยังมีรายงานการใช้ผลพลอยได้จากสัตว์ปีกป่นทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร ซึ่งได้มีการทดลองในปลาเบสหลายชนิด พบว่าสามารถใช้ทดแทนปลาป่นได้ในปริมาณที่จำกัดในการเลี้ยงปลาแต่ละชนิด (Gaylord *et al.*, 2004; Gaylord and Rawles, 2005; Rawles *et al.*, 2006) แต่ Saoud *et al* (2007) ใช้ผลพลอยได้จากสัตว์ปีกป่นในสูตรอาหารในการเลี้ยงปลาเครย์ฟิช ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม และ Muzinic *et al.* (2006) รายงานว่าไก่งวงป่นและผลพลอยได้จากไก่งวงป่นสามารถใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารได้เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีน 66.6% นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Gomes *et al.* (1995) ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืชหลายชนิดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหาร สามารถใช้ทดแทนได้มากถึง 66% ในการผลิตอาหารเลี้ยงปลาเรนโบว์เทร้าท์ Ma *et al.* (1996) ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองป่นเป็นวัตถุดิบโปรตีนในอาหารสัตว์ปีก แต่พบว่ากากถั่วเหลืองป่นมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าถั่วเหลืองป่น นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้วัตถุดิบทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาอีกหลายชนิด เช่น ใช้ถั่วเหลืองป่นทดแทนปลาป่นในอาหารปลา Cobia (Zhou *et al.*, 2005) ใช้โปรตีนจากพืชและสัตว์ทดแทนปลาป่นในอาหารปลาปลาหางเหลือง และ ปลาทรายแดง (Aoki *et al.*, 2000) ใช้ผลพลอยได้จากสัตว์ป่นในสูตรอาหารปลากะรังจุดส้ม (Millamena, 2002) ใช้เมล็ดเรพป่น (rapeseed or canola meal) ในสูตรอาหารปลาคาร์ปในบ่อดิน (Abbas *et al.*, 2008) ใช้ผลพลอยได้จากสัตว์ปีกป่นในสูตรอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (Davis and Arnold, 2000) ใช้เนื้อและกระดูกป่น และ ผลพลอยได้จากสัตว์ปีกป่นในสูตรอาหารกุ้งแม่น้ำ (เทนากะเอบิ) (Yang *et al.*, 2004) ใช้หัวกุ้งป่นในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลาดุกเทศ (Nwanna *et al.*, 2004) ใช้โปรตีนจากพืชทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลาทราย (Bobadilla *et al.*, 2005) ทั้งนี้ปริมาณการใช้และอัตราการใช้วัตถุดิบโปรตีนทดแทนปลาป่นในการเลี้ยงปลาแต่ละชนิดก็แตกต่างกันไป