บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาของปลาโมง

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

Order Cypriniformes

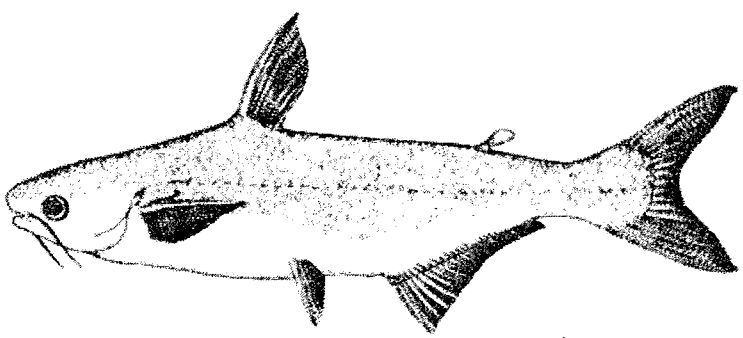
Suborder Siluroidei

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 : Sauvage (1880)

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 โดยธรรมชาติแล้วปลาโมงเป็นปลาที่มีความดกของไข่น้อย คือแม่ปลา 1 กิโลกรัมมีความดกของไข่เฉลี่ย 7,236 ฟอง (วรัณยู และคณะ, 2549) 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

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 การฉีด

ฮอร์โมนสกัด (HCG) อัตรา 2,000 ไอ. ยู. ต่อกิโลกรัม และการฉีดสารสกัดจากต่อมใต้สมองปลาจีน (PG) อัตรา2 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 โดยใช้อาหาร 3 ชนิด คือ โรติเฟอร์น้ำจืด ไรแดง และอาหารเม็ดปลาดุกเล็กโปรตีน 30% พบว่า การให้ไรแดงขนาดเล็กร่วมกับไรแดง และโรติเฟอร์ร่วมกับไรแดง มีผลให้ปลามีอัตราการรอดตายสูงกว่าการให้ไรแดงขนาดเล็กร่วมกับอาหารเม็ด แต่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน

2.4 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

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 และฮีโมโกลบิน (วีรพงศ์, 2536) โดยปกติสัตว์น้ำมีความต้องการโปรตีนมากถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหาร 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 พบว่าขนาดน้ำหนักเฉลี่ย, 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 และมี

พลังงานรวมเท่ากันทุกสูตร 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

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)

แหล่งที่มาของพลังงานในอาหารได้มาจากไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ปลาสามารถย่อยไขมันได้ดี ไขมันจึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุด 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 โดยน้ำมันที่นิยมใช้ในสูตรอาหารปลาได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปลาสลิด น้ำมันตับปลาหมึก หรือน้ำมันตับปลาชนิดต่างๆ การใช้น้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหารปลาไม่ควรใช้เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เพราะอาจทำให้ต้นทุนอาหารสูงขึ้น (วีระพงศ์, 2536) มีการทดลองในสัตว์น้ำหลายชนิดที่แสดงให้เห็นว่า สัตว์น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับโปรตีนและไขมันควบคู่ไปในอาหาร (เทพรัตน์และคณะ, 2546) ซึ่งการศึกษาความต้องการไขมันของปลาทำได้โดยการผลิตอาหาร

ทดสอบ (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

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) กล่าวว่าเลี้ยงปลาโมงในกระชังในอ่างเก็บน้ำขนาด 80 ไร่ ปลาโมงมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 51.56 ± 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 ± 102.44 กรัมต่อตัว

2.5 การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) ทางการประมง

Moore et al. (1996) กล่าวว่าในการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ จะมีจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ พวกแบคทีเรีย และเชื้อราที่ไม่เป็นตัวก่อโรคหรือไม่สามารถสร้างสารพิษหรือสารปฏิชีวนะได้ในระดับที่มีความเข้มข้นสูง จุลินทรีย์เหล่านี้เน้นที่มีคุณประโยชน์ตามคุณสมบัติที่ต้องการ เกรียงศักดิ์ (2535) กล่าวว่า ส่วนใหญ่ประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติค (latic acid bacteria) และยีสต์ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์แสง (photosynthesis bacteria) กลุ่มที่สังเคราะห์ตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixing bacteria) กลุ่มที่ย่อยสลายอินทรีย์(organic matters) เช่น *Bacillus* spp., *Saccharomyces* spp., เชื้อรา ซึ่ง มุกดา (2543) เรียกว่า EM (Effective microorganism) ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย (2542) กล่าวว่าในการเลี้ยงปลาคาร์พ โดยใส่ EM ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตรา 1: 10,000 เท่า (100 ppm) ทุกๆ 7-10 วัน และมีการให้ออกซิเจนตลอดวันแรกที่เติม EM แล้ว น้ำอาจจะเปลี่ยนสีไปเป็นสีน้ำตาลเหลือง แล้วน้ำจะค่อยๆ ปรับตัวเข้าสู่ภาวะปกติภายใน 3-7 วัน พบว่าปลากินอาหารเพิ่มขึ้น รูปร่างเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติ (2541) รายงานว่ามีการใช้ EM ในอัตรา 1: 10,000 (100 ppm) หรือ 1 ลิตรต่อน้ำ 10 ลูกบาศก์เมตร ใส่บ่อทุกๆ 7-10 วัน และผสมในอาหาร ใช้ EM 1: 50-100 ส่วน คลุกกับอาหาร เมื่อเริ่มต้นควรใช้ EM อย่างเจือจางก่อนและ EM จะช่วยให้น้ำไม่เสียไม่จำเป็นต้องถ่ายน้ำบ่อยๆ โดยปริมาณแอมโมเนียและสารพิษอื่นๆจะถูกจุลินทรีย์กำจัดไป สมนึก (2540) รายงานว่ามีการใช้ EM ปรับสภาพ pH ให้เป็นกลาง ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆ ในปลา กุ้ง กบ ได้ และช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้ ในการใส่ EM ในบ่อปลา กุ้งกบ ตะพาบน้ำ จระเข้ ในอัตราส่วน 1 : 10,000 เท่า หรือ 1 ลิตรต่อน้ำในบ่อ 10 ลูกบาศก์เมตร ทุกๆ 7-10 วัน และมีการใช้ EM เพื่อการปศุสัตว์ 1 : 5,000 เท่า ให้สัตว์กินเป็นประจำ มูลสัตว์จะไม่มีกลิ่นเหม็น และใช้ฉีดพ่นและล้างคอกสัตว์เพื่อกำจัดกลิ่นมูลเก่าได้ภายใน 24 ชั่วโมง นอกจากนี้มีการใช้จุลินทรีย์พวกโปรไบโอติก (probiotic) เพื่อใช้ในการผสมอาหารให้สัตว์กินเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นพวกจุลินทรีย์ที่มีคุณประโยชน์(beneficial microorganism) เช่น *Bacillus mesentricus, Lactobacilli* sp.หน้าที่ที่สำคัญคือ เป็นด่านแรกของกลไกการต่อสู้โรคหรือการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ตัวก่อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม(competitive exclusion; CE) ซึ่งจะทำงานโดยจะแทรกอยู่ตามเยื่อบุของอวัยวะกลวงจึงเป็นแผ่นฟิล์ม (micro film) เคลือบป้องกันการเกาะติดของจุลินทรีย์ตัวก่อโรคกับเยื่อบุของตัวอาศัย และจะมีการสร้าง metabolic products คือ การสร้างกรดแลคติค (lactic acid) กรดไขมันระเหิด (volatile fatty acid ; VFA) กรดไขมันนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายจุลินทรีย์ตัวก่อโรค มีการสร้างสาร bacteriocin ส่วน Dicks and Loon (1993) รายงานว่า bacilli สร้าง subtilin, bacitracin ; lactobacilli สร้าง nisin lacticin 48 sakacin-A mesentreocin-5 ; pediococci สร้าง pediocin-A pediocin-PA1 ศุภรัตน์และคณะ (2545) ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* spp. จาก 2 ผลิตภัณฑ์โดยแบคทีเรียเป็นกลุ่มที่สามารถผลิต

เอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน และสายพันธุ์แบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยสลายไขมันและแป้ง แบคทีเรียกลุ่ม lactic acid 4 สายพันธุ์ และ *Bacillus S11* แล้วดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในอาหารกุ้งกุลาดำสำเร็จรูปโดยทดลองในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 20 ลิตร ทุกถังใส่น้ำ 15 ลิตร ให้อากาศตลอดเวลา แบ่งเป็น 6 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่จุลินทรีย์) ชุดที่ 2 ใส่ *Bacillus* spp. ในน้ำโดยตรง ชุดที่ 3 ผสม *Bacillus* spp. ในอาหาร ชุดที่ 4 ผสม Lactic acid bacteria ในอาหาร ชุดที่ 5 ใส่ *Bacillus S11* ในน้ำโดยตรง และชุดที่ 6 ผสม *Bacillus S11* ในอาหารในแต่ละชุดการทดลองใช้อาหารกุ้งปริมาณ 5 กรัมต่อน้ำ 15 ลิตร ชุดที่ใส่จุลินทรีย์ในน้ำโดยตรงใช้จุลินทรีย์เข้มเข้น 107 CFU/ml จำนวน 5 ml ส่วนชุดที่ผสมจุลินทรีย์ในอาหารกุ้งใช้ในอัตรา 107 CFU /กรัม ทดลองเป็นเวลา 7 วัน ณ โรงเพาะฟักศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ พบว่า การย่อยสารอินทรีย์สารถูกย่อยสลายเฉลี่ยร้อยละ 71.6, 66.8, 38.8, 69.9 และ 70.5 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้สรุปว่าการใช้จุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* spp.ในรูปแบบใส่น้ำโดยตรงที่ความเข้มข้น 107 CFU/ml หรือในรูปแบบผสมในอาหารกุ้งความเข้มข้น 107 CFU /กรัม ให้ผลการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม พรชัย (2545) รายงานว่ามีการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus* spp. ในการควบคุม BOD แอมโมเนียและ ไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยใส่ในน้ำโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.25, 0.50, 0.75 ppm. พบว่าตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ที่ระดับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. สามารถควบคุมค่า BOD เท่ากับ 18.83, 13.25, 15.83 และ 7.08 ตามลำดับ และควบคุมระดับแอมโมเนียได้ต่ำกว่าระดับอื่นๆ คือ 1.6, 1.2, 0.2 และ 0.1 ppm. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียวิบริโอ (*Vibrio harveyi* และ *V. parahaemolyticus*) ในทุกระดับความเข้มข้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม Phianphak et al. (1997) พบว่าจุลินทรีย์ *Bacillus* spp. ที่แยกได้จากทางเดินอาหารกุ้งกุลาดำ สามารถผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibiro parahaemalyticus* และ *Vibrio harveyi* ได้และผสมจุลินทรีย์ในอาหารให้กุ้งกินและทดสอบความคุ้มโรค พบว่ากลุ่มที่ได้รับจุลินทรีย์มีอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เสริมจุลินทรีย์ มณีจันทร์และกมลพร (2543) ได้ทดลองการยับยั้งเชื้อก่อโรคที่เกิดในกุ้งกุลาดำบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง (NA) พบว่าแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ เช่น จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* และ *Bacillus licheniformis* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียเรืองแสง *Vibrio harveyi* ที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งกุลาดำหลังจากทดสอบ 72 ชั่วโมง และเมื่อนำเซลล์แบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน พบว่ารูปเซลล์ของเชื้อเล็กกว่าปกติ ซึ่งเป็นความผิดปกติถาวร ที่ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้ ดังนั้น *Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis* จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ดีเพื่อยับยั้งเชื้อเรืองแสงในกุ้ง