

## บทที่ 4

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า แหล่งของไขมันและสัดส่วนของน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลา ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ คชนี้ต่อตัว อัตราการกินอาหาร การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลานิลแดงแปลงเพศ โดยพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่มีแหล่งของไขมันและสัดส่วนน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาที่แตกต่างกัน(อาหารสูตรที่ 2-10)ให้ผลการเจริญเติบโตดีโดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้นสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง สอดคล้องกับ Takeuchi *et al.*, 1983a ; Viola *et al.*, (1988) และที่มีรายงานในปลาหินหมา (starry flounder, *Platichthys stellatus*) (Lee *et al.*, 2003) ปลาเทอร์โบต (turbot, *Psetta maxima*) (Regost *et al.*, 2003) ซึ่งรายงานว่าแหล่งของไขมันต่างกันให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ หมายเหตุ (2544) พบว่า ปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมกรดไขมันลิโนลิอิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารซึ่งเติมกรดลิโนลิอิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับกรด กรดลิโนลิอิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ และในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้น้ำมันปลาเป็นแหล่งของกรดลิโนลิอิก ใช้น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งของกรดลิโนลิอิก ซึ่งผลการทดลองพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของน้ำมันปลา น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันที่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ส่วน ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (ไม่เติมน้ำมัน) มีการเจริญเติบโตต่ำ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสิ้นสุดการ ทดลองในสัปดาห์ที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่ได้รับอาหารที่มีน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วน ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับที่มีรายงานในปลาอื่นๆ เช่น ปลาทดลอง (หมายเหตุ, 2544) ปลาตุ๊กตากล ผสม (วิมล และพิศมัย, 2538) ปลาไน (*Cyprinus carpio*) (Watanabe *et al.*, 1975a; 1975b) ปลาเรน โบว์เทร่าท์ (Watanabe *et al.*, 1974) ปลาไวก์พีช (Thongrod *et al.*, 1989; Watanabe *et al.*, 1989) ปลาเรดชิปริม (Yone and Fujii, 1975; Fujii and Yone, 1976; Takeuchi *et al.*, 1990) ปลายามาเมะ (Thongrod *et al.*, 1990) ปลาการ์ฟ (*C. catla*) (Mukhopadhyay and Rout, 1996) ปลาสุรุบิม (surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*) (Martino *et al.*, 2002) โดยปกติปลาจะใช้ไขมันเป็นแหล่ง พลังงานที่สำคัญ และใช้โปรตีนสำหรับการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่แต่เมื่อปลาได้รับอาหารไม่เสริม ไขมันทำให้อาหารมีพลังงานต่ำไม่เพียงพอกับความต้องการของปลา ปลาจึงต้องใช้โปรตีนเป็น แหล่งพลังงานทดแทน จึงเป็นเหตุให้ปลาที่มีการเจริญเติบโตต่ำ (Mukhopadhyay and Rout, 1996) และมีรายงานว่าปลาที่ได้รับอาหารขาดกรดไขมันมักจะแสดงอาการขาดกรดไขมันจำเป็น โดยจะมี

อัตราการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูง แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก อากาศซ็อก และครีบกร่อน ซึ่งต่างกับที่มีรายงานในปลาเรนโบว์เทราท์ (Watanabe *et al.*, 1974) หรือครีบหลังและครีบบางหน้าเปื่อย หรือขากรรไกรล่างกร่อนดังที่มีรายงานในปลาเทอร์บอด (Sargent *et al.*, 1989) การเสริมน้ำมันปลา น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันพืช และน้ำมันปลาในสัดส่วนที่ต่างกัน (สูตรที่ 2-10) ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดีขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ คำนี้นับต่อตัว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายให้ผลไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับที่มีรายงานในปลากดเหลือง (มายมูเนาะ, 2544) ซึ่งรายงานว่าปลากดเหลืองที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัว 0.5 เปอร์เซ็นต์ผสมกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว 0.5 เปอร์เซ็นต์ให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศจึงสามารถใช้ไขมันพืชผสมกับน้ำมันปลา น้ำมันปลาเพียงอย่างเดียว น้ำมันข้าวโพดเพียงอย่างเดียว หรือน้ำมันถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวได้ โดยไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารในการผลิตปลา 1 กิโลกรัม พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีน้ำมันพืชเป็นส่วนผสมมีราคาถูกลงตามปริมาณน้ำมันพืชที่เพิ่มสูงขึ้นในสูตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสูตรที่มีน้ำมันถั่วเหลืองผสมอยู่ 6 เปอร์เซ็นต์ มีราคาต่ำสุด ดังนั้นการใช้ไขมันถั่วเหลืองในสูตรอาหารจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศถูกลง ในขณะที่ Kanazawa *et al.*, (1980) รายงานว่ากรดไขมันอิ่มตัว (โอเมก้า6) มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (*T.zillii*) มากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว (โอเมก้า3) และกรดโอโคซะเพนตะอีโนอิก (โอเมก้า3,HUFA) และปลาชนิดนี้ต้องการกรดไขมันอิ่มตัวประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ Takeuchi *et al.*, (1983a) รายงานว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นกรดไขมันจำเป็นในปลานิล (*T. niloticus*) และต่อมา Takeuchi *et al.*, (1983b) ได้ทดลองใช้น้ำมันหลายชนิดในการเลี้ยงปลานิล (*T. niloticus*) พบว่าแหล่งไขมันที่ดีที่สุดคือน้ำมันข้าวโพด และน้ำมันถั่วเหลือง เนื่องจากน้ำมันทั้ง 2 ชนิดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นในปลานิลสูง นอกจากนี้มีรายงานว่าปลาเรดชิพริ่ม (*Pagrus auratus*) สามารถใช้น้ำมันพืชทดแทนน้ำมันปลาได้โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต (Glencross *et al.*, 2003a; 2003b; Izquierdo *et al.*, 2003) และ Regost *et al.*, (2003) รายงานว่าปลาเทอร์บอดสามารถใช้น้ำมันพืชทดแทนน้ำมันปลาได้แต่จะทำให้การเจริญเติบโตลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปลาที่กินน้ำมันปลา แต่อย่างไรก็ตามแหล่งไขมันไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร การใช้ประโยชน์โปรตีน องค์ประกอบทางเคมีในร่างกาย และไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในปลา หากใช้น้ำมันพืชทดแทนน้ำมันปลาในช่วงเวลา 8 สัปดาห์

นอกจากนี้ในการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (ไม่เติมน้ำมัน) มีค่า คำนี้นับต่อตัวสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่าง ๆ กัน สอดคล้องกับที่มีรายงานในปลากดเหลือง (มายมูเนาะ, 2544) ในปลาใน (*C. carpio*) (Fontagne

*et al.*, 2000) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสะสมของไขมันจำนวนมากในเซลล์ตับ เซลล์ตับมีขนาดใหญ่ สอดคล้องกับที่มีรายงานในปลาเกล็ดสีสดซีบรีม (gilthead seabream, *Sparus aurata*) (Montero *et al.*, 2003) ปลาเรนโบว์เทราท์ (Watanabe *et al.*, 1974; Takeuchi and Watanabe, 1977b) (Caballero *et al.*, 2003) รายงานว่าพบการสะสมของเม็ดไขมันขนาดใหญ่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ ทำให้เกิดการขยายตัวของช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับกลไกการทำงานของเซลล์ที่ผิดปกติส่งผลให้ปลาเกิดการเจริญเติบโตต่ำกว่าปกติเนื่องจากภาวะไม่สมดุลทางโภชนาการ และตับปลามีสีซีด ซึ่งเป็นอาการของปลาที่ขาดกรดไขมันจำเป็น สอดคล้องกับที่มีรายงานในปลาฮามาเมะ (Thongrod *et al.*, 1990) ปลาเรดซีบรีม (Takeuchi *et al.*, 1990) และปลากลุ่มปลาซัลมอน (Henderson and Tocher, 1987) ปลาคดเหลือง (อายุ 2544) Montero *et al.*, (2000) พบว่าการใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารปลาเกล็ดสีสดซีบรีม เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 101 วัน จะไม่มีผลต่อสุขภาพของปลา แต่ถ้าใช้เวลาในการเลี้ยงนานขึ้นเป็น 2 เท่า จะส่งผลให้ภูมิคุ้มกันโรครและความสามารถในการต้านทานต่อความเครียดของปลาลดลง

การศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อวิทยาตับปลา พบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่ไม่เติมไขมันพบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับรุนแรง พยาธิสภาพของเซลล์ตับ ที่ตรวจพบคือ เซลล์ตับมีรูปร่างผิดปกติ พบช่องว่าง (vacuole) ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ภายในตับจำนวนมากจนดันนิวเคลียสไปชิดขอบเซลล์ นิวเคลียสของเซลล์บางเซลล์ฝ่อหรือมีขนาดเล็กลงซึ่งเป็นลักษณะของเซลล์ที่ตาย ซึ่งสอดคล้องกับที่มีรายงานในปลาชนิดอื่นที่ขาดกรดไขมันจำเป็นได้แก่ ปลาเรนโบว์เทราท์ (Watanabe *et al.*, 1974) ปลาไวท์ฟิช (Watanabe *et al.*, 1989) นอกจากนี้พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับมีลักษณะเหมือนกับปลาที่ขาดวิตามินซีได้แก่ ปลานิล (Soliman *et al.*, 1986a; 1986b; Phromkunthong, 1994) ปลาเกล็ดสีสดซีบรีม (Alexis *et al.*, 1997) ปลากะพงขาว (sea bass, *Lates calcarifer*) (Phromkunthong *et al.*, 1997) ปลาคดเหลือง (สุกญา, 2541; ปรีดา, 2542) ช่องว่างที่ตรวจพบในเซลล์ตับจำนวนมาก ถึงแม้ไม่สามารถระบุได้ว่าช่องว่างเหล่านี้คือไขมันเนื่องจากในกระบวนการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาไขมันที่มีในเนื้อเยื่อจะถูกชะล้างออกโดยแอลกอฮอล์ทั้งหมด แต่จากการศึกษาทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของ Phromkunthong *et al.*, (1995) ทำให้ทราบว่าช่องว่างจำนวนมากที่พบในเซลล์ตับเป็นไขมัน ส่วนปลาที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของน้ำพืชต่อน้ำมันปลาต่างกันพบพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับปกติ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางโภชนาการของปลาที่ได้รับอาหารไม่เติมไขมัน พบว่ามีปริมาณเถ้าสูง ส่วนโปรตีนและไขมันมีค่าต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่าง ๆ สอดคล้องกับที่มีรายงานในปลาเรนโบว์เทราท์ (Watanabe *et al.*, 1974 ; Takeuchi and Watanabe, 1977b) ปลาไวท์ฟิช (Watanabe *et al.*, 1989) ปลาเรดซีบรีม (Takeuchi *et al.*, 1990) ซึ่งรายงานว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดกรดไขมันและขาดกรดไขมันจำเป็นมีองค์

ประกอบไขมันที่สะสมในตับปลาที่มีปริมาณสูง ความชื้นสูง แต่ระดับโปรตีนและไขมันในทุกๆ ส่วนของร่างกายมีค่าต่ำ ตรงข้ามกับที่มีรายงานในปลาคาร์พ (*C. carpio*) (Watanabe *et al.*, 1975a, 1975b) ซึ่งรายงานว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ขาดกรดไขมันหรือขาดกรดไขมันจำเป็นมีแนวโน้มการเพิ่มปริมาณไขมัน ส่วนระดับโปรตีนในตับปลามีแนวโน้มลดลง Williams *et al.*, (2003) รายงานว่าการเจริญทางด้านเนื้อเยื่อของปลาจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพหากปลาได้รับอาหารที่ประกอบด้วยอาหารที่มีโปรตีนและไขมันเป็นแหล่งพลังงานในระดับที่เหมาะสม โดยพบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับไขมันต่ำมีการสะสมของสารพวกไนโตรเจนและการเจริญทางด้านกล้ามเนื้อต่ำ แต่เมื่ออาหารมีระดับไขมันเพิ่มขึ้นปลาสามารถใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถประหยัดโปรตีนในอาหารลงได้ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนที่แตกต่างกันพบการสะสมของไขมันในตับปลาสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เติมน้ำมันและอาหารที่เติมน้ำมันปลาเพียงอย่างเดียว Kanazawa *et al.*, (1980) พบว่าปลานิล (*T. zillii*) สามารถเปลี่ยนกรดไขมันลิโนลิอิกให้เป็นกรดอะราชิโดนิกได้ และ Isik *et al.*, (1999) พบว่าปลานิล (*T. zillii*) สามารถสังเคราะห์กรดโคโคซะเฮกซะอีโนอิกจากกรดลิโนลิอิกและกรดอะราชิโดนิกจากกรดลิโนลิอิกได้ แต่ Robin *et al.* (2003) กล่าวว่าเป็นเรื่องยากที่จะคาดเดาได้ว่าจะมีกรดไขมันชนิดใดสะสมในตับปลาบ้างทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัยที่เข้ามามีส่วนควบคุมการสะสมของกรดไขมันในตับปลา เช่น ปฏิกริยาการเผาผลาญไขมันในไมโทคอนเดรีย ( $\beta$ -oxidation) ปฏิกริยาเอนไซม์ (lipogenic activity) กระบวนการเพิ่มความยาวโซ่คาร์บอนและการเพิ่มจำนวนพันธะคู่ (fatty acid elongation and desaturation processes) ถึงเวดล้อม ขนาดของปลาและอายุของปลาเป็นต้น และในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์กรดไขมันที่เกิดขึ้นภายหลังจากปลาได้รับอาหารทดลอง ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุได้ว่ากรดไขมันที่เพิ่มขึ้นเป็นชนิดใดหรือกลุ่มใด

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของแหล่งไขมันต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและองค์ประกอบของกรดไขมันในปลานิลแดงแปลงเพศสามารถสรุปได้ดังนี้

1. พฤติกรรมและการกินอาหารของปลานิลแดงเพศที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตร ไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่างกันในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบความผิดปกติของรูปร่างและลักษณะภายนอก
2. การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่ไม่เติมน้ำมันในอาหาร ต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่เติมน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่างกันในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาต่างกัน
3. การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับปลา พบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1 สูตรที่ 1 มีความผิดปกติเกิดขึ้น โดยเซลล์ตับมีรูปร่างผิดปกติ ขอบเขตของเซลล์ไม่ชัดเจน เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม พบช่องว่างภายในเซลล์จำนวนมาก พบนิวเคลียสไปอยู่ที่ขอบเซลล์ นิวเคลียสบางเซลล์ฝ่อหรือมีขนาดเล็กลง ย้อมติดสีเข้ม ซึ่งเป็นลักษณะของเซลล์ที่ตาย ส่วนปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมน้ำมันพืชต่อน้ำมันปลาในสัดส่วนต่างกัน (สูตร 2 - 10) มีพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับปกติ
4. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตปลานิลแดงแปลงเพศ 1 กิโลกรัมจะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของน้ำมันพืชในสูตรอาหารและปลาที่ได้รับอาหารที่ 10 ที่ประกอบด้วยน้ำมันถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์มีราคาถูกที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2541. คู่มือการเพาะเลี้ยงปลานิลเพศผู้ สายพันธุ์จิตรลดา 2. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองเศรษฐกิจการประมง. 2544. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2541. เอกสารฉบับที่ 6/2544 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.