เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2558; 13(2): 93-101

บทความปริทัศน์

ภูมิคุ้มกันจากแม่ปลา

ชนกันต์ จิตมนัส

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ เนื่องจากสัตว์น้ำเกิดใหม่ไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันได้เอง ภูมิคุ้มกันจากแม่ปลาจึงมีความสำคัญในการป้องกันตัวอ่อน แม่ปลาจะส่งผ่านทั้งภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและจำเพาะไปสู่ลูก ซึ่งภูมิคุ้มกันนี้ประกอบด้วยแอนติบอดี คอมพลีเมนต์ ไลโซไซม์ สารยับยั้งเอนไซม์โปรตีเอส (protease inhibitors) เลคติน (lectin) และเซรีนโปรติเอส (serine proteases) ความสามารถในการส่งผ่านภูมิคุ้มกันไปยังลูกปลาขึ้นอยู่กับอายุแม่ปลา อาหารที่แม่ปลาได้รับและสภาพสมบูรณ์ความแข็งแรงของแม่ปลา การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล อุณหภูมิ คุณภาพน้ำ ความหนาแน่นและความเครียด ล้วนมีผลต่อภูมิคุ้มกันของแม่ปลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลแม่ปลาอย่างดีทั้งก่อนและระหว่างการเพาะพันธุ์เพื่อให้ได้ลูกพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพสูง อย่างไรก็ตามแอนติบอดีที่ได้รับจากแม่ปลาจะถูกใช้หมดไปพร้อมกับการยุบของถุงไข่แดง **เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2558; 13(2): 93-101**

คำสำคัญ: ภูมิคุ้มกัน พ่อแม่พันธุ์ปลา ลูกปลา

ผู้รับผิดชอบบทความ: ชนกันต์ จิตมนัส คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 โทร 053-873470 E-mail address: chanagun1@hotmail.com วันที่ได้รับบทความ 4 มิถุนายน 2558

บทนำ

แม่ปลาสายพันธุ์ดีและแข็งแรงจะให้ลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพ โตเร็ว อย่างไรก็ตามสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นคุณภาพน้ำ อาหารและฮอร์โมนล้วนมีความสำคัญในการช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อให้ส่งผ่านไปยังลูกพันธุ์ เนื่องจากลูกปลายังไม่สามารถสร้างแอนติบอดีได้ด้วยตัวเอง ในขณะที่การพัฒนาการของตัวอ่อนปลาเกิดขึ้นภายนอกร่างกายและพัฒนาการของระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำวัยอ่อนเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ไข่และตัวอ่อนปลาต้องสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ที่หลากหลาย (Swain et al., 2002; Magnadottir et al., 1985) จึงเป็นเหตุให้สัตว์น้ำวัยอ่อนตายจำนวนมาก (Brown, Evelyn & Iwama, 1997) ดังนั้นภูมิคุ้มกันจากแม่จึงมีความสำคัญมากสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน บทความนี้จะกล่าวถึงความสำคัญของภูมิคุ้มกันของแม่ปลาและการส่งผ่านไปยังลูกปลา รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อการส่งผ่านภูมิคุ้มกันไปยังลูกปลา

ภูมิคุ้มกันของแม่ปลา

ระบบภูมิคุ้มกันปลาเป็นแบบง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนเหมือนสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง เช่น มนุษย์ กระต่ายหรือหนู (Swain & Nayak, 2009) อวัยวะของปลาที่ทำหน้าที่สร้างภูมิคุ้มกัน ได้แก่ ต่อมไทมัส ไตส่วนหน้าและม้าม (Press & Evensen, 1999; Mulero et al., 2007) โดยอวัยวะเหล่านี้จะเริ่มพัฒนาหลังไข่ได้รับการปฏิสนธิ (Romano et al., 1999; Petrie-Hanson & Ainsworth, 2001) แต่ลำดับการพัฒนาการจะแตกต่างกันระหว่างปลาน้ำจืด น้ำกร่อยและปลาทะเล (Chantanachookhin, Seikai & Tanaka, 1991; Zhong & Huang, 1995) ไทมัสเป็นอวัยวะแรกที่มีการพัฒนา ตามด้วยไตและม้าม โดยปลาจะมีพัฒนา

แตกต่างกันตามชนิด โดยต่อมไทมัสจะปรากฏให้เห็นตั้งแต่ 0 – 30 วันหลังการฟักเป็นตัว (Bowden, Cook & Rombout, 2005) นอกจากนี้อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของอวัยวะดังกล่าวเหล่านี้อีกด้วย

ระบบภูมิคุ้มกันของปลามีทั้งแบบไม่จำเพาะและจำเพาะ โดยแต่ละระบบประกอบด้วยระบบการทำงานโดยเซลล์และสารน้ำ ระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะหรือภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดมีความสำคัญมากในการป้องกันการติดเชื้อของปลา กลไกของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ ได้แก่ ผิวหนัง เซลล์เนื้อเยื่อบริเวณผิว เหงือก ชั้นของเมือก เซลล์ที่มีลักษณะพิเศษ เช่น มาโครฟาจ (macrophage) แกรนูโลไซต์ (granulocyte) และเซลล์พิฆาตตามธรรมชาติ (natural killer cell) (Aoki et al., 2008) นอกจากนี้ยังมีสารน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น ไลโซไซม์ (lysozyme) สารที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาจับกลุ่มหรือแอ็กกลูตินิน (agglutinin) สารที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาการตกตะกอน (precipitin) เอนไซม์ในการย่อยสลายแบคทีเรีย (antibacterial lytic enzymes) ทรานส์เฟอร์ริน (transferrin) (Yousif et al., 1995) คอมพลีเมนต์และอินเตอร์เฟอรอน (interferon) (Alexander & Ingram, 1992; Ewart, Johnson & Ross, 2001)

ปลามีการตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะเช่นกัน โดยดูได้จากแอนติบอดี หรือ อิมมิวโนโกลบูลิน (immunoglobulin) ตัวรับบนผิวทีเซลล์ (T-cell Receptors) ไซโตไคน์ (cytokines) และบริเวณที่เป็นที่ตั้งของกลุ่มของยีนซึ่งเป็นตัวกำหนดและควบคุมลักษณะของแอนติเจนบนผิวเซลล์ (major histocompatibility complex molecules) (Tort, Balasch & Mackenzie, 2003) การตอบสนองด้านเซลล์จะมีลักษณะคล้ายกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กล่าวคือ จะเกิดขึ้นโดยการช่วยเหลือของเซลล์มาโครฟาจและเดนดริติคเซลล์ (Dendritic cell) เพื่อที่จะนำเสนอแอนติเจนต่อทีเซลล์ ระบบภูมิคุ้มกันหลักกลุ่มสารน้ำในสัตว์มีกระดูกสันหลังคือ อิมมูโนโกบูลิน (Immunoglobulin, Ig) เดิมมีความเชื่อว่า ปลากระดูกแข็งมีแอนติบอดีชนิดเดียวคือ IgM แต่จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด ปัจจุบันมีรายงานการพบแอนติบอดี IgD และ IgZ ในปลาบางชนิด (Wang et al., 2015)

การถ่ายทอดภูมิคุ้มกันจากแม่

การส่งผ่านภูมิคุ้มกันจากแม่ไปยังลูกไม่ได้มีเฉพาะในสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น กุ้งซึ่งไม่มีแอนติบอดีก็สามารถส่งผ่านภูมิคุ้มกันไปยังรุ่นลูกได้เช่นกัน (Huang & Song, 1999) ซึ่งตรงข้ามกับคำกล่าวของ Musthaq and Kwang (2015) ซึ่งรายงานว่า ไม่มีหลักฐานชัดเจนที่ยืนยันว่ามีการส่งผ่านภูมิคุ้มกันจากแม่กุ้งไปยังลูกกุ้ง ปลากระดูกแข็งมีการส่งผ่านภูมิคุ้มกันทั้งแบบจำเพาะและไม่จำเพาะสู่รุ่นลูก (Huttenhuis et al., 2006) แม่ปลานิลซึ่งอมไข่ไว้ในปากจะสามารถส่งภูมิคุ้มกันผ่านเมือกในช่องปาก (Sin, Ling & Lam, 1994)

ปลาหลายชนิด เช่น ปลาไน (*Cyprinus carpio*) ปลายี่สก (*Labeo rohita*) ปลาข้างเดียว (*Pleuronectes platessa*) ปลานิล (*Oreochromis aureus*) ปลากะพงแดง (*Sparus aurata*) ปลากะพงขาว (*Dicentrarchus labrax*) และปลาเทร้าต์ (*Oncorhynchus mykiss*) สามารถส่งผ่านแอนติบอดีจากแม่ไปยังไข่และตัวอ่อน (Hayman & Lobb, 1993; Yousif, Albrightl, & Evelyn, 1995) ดังนั้นการให้วัคซีนแก่แม่ปลาสามารถป้องกันการติดเชื้อในลูกปลาได้ (Swain et al., 2006; Oshima et al., 1996) เนื่องจากงานวิจัยของ Swain et al. (2006) ชี้ให้เห็นว่า การให้วัคซีนป้องกันโรคติดเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* 1 เดือนก่อนเพาะพันธุ์ สามารถทำให้อัตรารอดจากการติดเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวของลูกปลาคาร์พอินเดียสูงขึ้น

ระบบคอมพลีเมนต์มีบทบาทสำคัญต่อภูมิคุ้มกันแต่กำเนิด (innate immunity) เป็นระบบภูมิคุ้มกันที่ประกอบด้วยกลุ่มของโปรตีนประมาณ 35 ชนิดในน้ำเลือด ซึ่งเมื่อถูกกระตุ้นจะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่และแตกตัวเป็นชิ้นส่วน มีผลในการทำลายเซลล์เชื้อโรคและเกี่ยวข้องกับการอักเสบของเนื้อเยื่อเมื่อมีการบุกรุกของเชื้อโรค ภูมิคุ้มกันนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะและเกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนตัวของเม็ดเลือดขาวไปยังสิ่งแปลกปลอม (chemotaxis) การช่วยจับเชื้อโรคเพื่อให้เกิดฟาโกไซโตซิส (opsonization) โดยมีแอนติบอดีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การจับกินและทำลายสิ่งแปลกปลอมหรือฟาโกไซโตซิส (phagocytosis) และการย่อยสลายเชื้อโรค (Lovoll et al., 2006) มีรายงานว่าส่วนประกอบของคอมพลีเมนต์ ไม่ว่าจะเป็น C3, C4, C5, C7, factor B และ D สามารถส่งผ่านไปยังลูกปลาเทร้าต์ (*O. mykiss*) ปลาไน ปลาม้าลาย (*Danio rerio*) และ ปลาหมาป่า (spotted wolfish, *Anarhichas minor* Olafsen) (Lovoll et al., 2006; Ellingsen et al.,

2005) การให้วัคซีนแม่ปลาทำให้มีการเพิ่มขึ้นของคอมพลีเมนต์ C3 ทั้งในแม่ปลาและลูกปลาม้าลาย ทำให้เพิ่มความสามารถในการต้านทานการติดเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* (Wang et al., 2009)

เลคติน (lection) เป็นสารกลุ่มโปรตีนที่ละลายน้ำได้ เป็นส่วนหนึ่งของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ โดยจะจับกับผิวของเชื้อโรคทำให้เกิดการกระตุ้นคอมพลีเมนต์และการจับกินสิ่งแปลกปลอม มีรายงานการส่งผ่านโปรตีนเลคตินไปยังลูกปลา (Swain & Nayak, 2009) มีการตรวจพบโปรตีนเลคตินในไข่ปลาเทร้าต์ (*Salmo trutta*) ปลาลิ่น (*Hypophthalmichthys molitrix*) ปลาแซลมอน (*Oncorhynchus kisutch*) (Yousif et al., 1995, Yousif, Albright & Evelyn, 1994, Tateno et al., 1998)

ไลโซไซม์ (Lysozyme) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันเชื้อโรค ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำจัดแบคทีเรียที่สำคัญของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ เอนไซม์นี้เป็นคล้ายสัญญาณเตือนถึงภาวะการติดเชื้อหรือการเกิดสภาวะเครียด (Demers & Bayne, 1997) มีการตรวจพบไลโซไซม์ในตัวอ่อนปลาหลายชนิด เช่น ปลาแซลมอน ปลากะพงขาวและปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ซึ่งคาดว่า เป็นการส่งผ่านจากแม่ปลาสู่ลูกปลา (Yousif et al., 1995; Takemura, 1996)

ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งผ่านระบบภูมิคุ้มกันจากแม่สู่ลูก

สิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นความเครียดจากการขนส่ง การเคลื่อนย้ายปลา การเลี้ยงหรือกักขังในที่มีความหนาแน่นมากและมลพิษทางน้ำจะส่งผลร้ายต่อสุขภาพและภูมิคุ้มกันพ่อแม่พันธุ์ (Ortuno et al., 2001) ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพของลูกพันธุ์ อย่างไรก็ตามการจัดการพ่อแม่พันธุ์ที่ดี จะต้องพิจารณาถึงอายุ สายพันธุ์ คุณภาพน้ำและอาหารที่ให้

ฤดูกาลมีผลต่อพฤติกรรม การกินอาหาร เมตาบอลิสม การสืบพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกัน (Sumpter, 1997; Herrero et al., 2005) อุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อเมตาบอลิสมและการเจริญเติบโต (Person et al., 2004) ภูมิคุ้มกันปลาหลายชนิดลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำลดต่ำลง (Bly & Clem, 1991) ส่งผลให้ปลาติดเชื้อโรคได้ง่าย (Bowden et al., 2007) ระดับของโปรตีนในซีรั่มปลาสูงขึ้นในฤดูร้อน (Ghafoori et al., 2014) ปริมาณเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาวจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Akmirza & Tepecik, 2007)

ฮอร์โมนเพศปลาเพิ่มสูงขึ้นระหว่างฤดูสืบพันธุ์วางไข่ ซึ่งจะส่งผลต่อภูมิคุ้มกัน (Harris & Bird, 2000) การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนเอสตราไดออล 17 เบต้า (estradiol-17b) ฮอร์โมนคีโตเทสโทสเตอโรน (11-ketotestosterone) และ ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) ระหว่างฤดูปลาวางไข่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดที่สร้างแอนติบอดีและปริมาณแอนติบอดีในปลาเทร้าต์ ปลาแซลมอน ปลาทอง (Slater, Fitzpatrick & Schreck, 1995; Suzuki et al., 1997) นอกจากนี้ฮอร์โมนคีโตเทสโทสเตอโรนและฮอร์โมนเอสตราไดออล 17 เบต้า ทำให้มีการสะสมของไซโตไคน์อินเตอร์ลิวคิน-1เบต้า ในเซลล์เม็ดเลือดขาว (Chaves-Pozo et al., 2005) และควบคุมการผลิตซุปเปอร์ออกไซด์แอนไอออนในกระบวนการ respiratory burst activity ของปลาทราย (Chaves-Pozo et al., 2005) ฮอร์โมนสเตอรอยด์ เช่น โปรเจตสเตอรอน เอสโตรเจนและเทสโทสเตอโรนในปลาไน จะกดการทำงานของการจับกินสิ่งแปลกปลอม superoxide anion และ nitric oxide (Yamaguchi, Watanuki & Sakai, 2001; Watanuki, Yamaguchi & Sakai, 2002) เอสโตรเจนในปลาทองจะกดการทำงานของการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว ยับยั้งการทำงานของการเคลื่อนตัวเข้าสู่สิ่งแปลกปลอม (chemotaxis) และการจับกินสิ่งแปลกปลอม (Wang & Belosevic, 1994) แต่กลับพบว่า มันกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดขาวในปลาเรนโบว์เทราท์ คอร์ติซอลที่ผลิตขึ้นในฤดูวางไข่จะกดการทำงานของภูมิคุ้มกันปลา (Wang & Belosevic, 1994) ระดับคอร์ติซอลที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นแอนติบอดี IgM ในน้ำเลือดปลาแซลมอนลดลง (Maule et al., 1996) และปริมาณเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดของปลาแดบ (dab, *Limanda limanda*) (Pulsford et al., 1994) ลดน้อยลง การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนเพศจะกดการทำงานของเซลล์ที่ผลิตแอนติบอดี ทำให้ปลาเรนโบว์เทราท์มีภูมิคุ้มกันลดลง (Hou, Suzuki & Aida, 1999) อย่างไรก็ตามมีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างฮอร์โมนเพศกับระดับแอนติบอดี IgM ในปลาไน การพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ปลาจะเพิ่มสูงขึ้นพร้อม ๆ กับฮอร์โมนเพศในฤดูผสมพันธุ์วางไข่ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นและมีผลทำให้ปริมาณแอนติบอดีสูงขึ้นเช่นกัน (Suzuki et al., 1997)

ระดับคอร์ติซอลของปลาที่ดำรงชีวิตอยู่ในทะเล แต่จะกลับมาวางไข่ในน้ำจืด (anadromous fish) เพิ่มขึ้นระหว่างการอพยพย้ายถิ่นและระยะที่มีความสมบูรณ์เพศ (Yamaguchi et al., 2001) พบว่า ปลาแซลมอนชินุก (*O. tshawytscha*) มีภูมิคุ้มกันต่ำลงในระยะเวลาดังกล่าวข้างต้น (Maule et al., 1996) ระหว่างที่ปลามีการพัฒนาน้ำเชื้อและไข่ซึ่งมีกลุ่มฮอร์โมนคอร์ติโคสเตียรอยด์สูงขึ้น จะเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ไม่ว่าจะเป็นโรคติดเชื้อรา ปรสิตภายนอกและโรคจากแบคทีเรียฟูรังคูโลซีส (furunculosis) (Gadan et al., 2012) ทำให้สัตว์น้ำบางชนิดตายหลังจากมีการวางไข่ (Suzuki et al., 1997; Lin et al., 2012)

Zhang *et al.* (2013) กล่าวว่า ปลาที่ได้สัมผัสกับเชื้อโรคในช่วงการสร้างไข่แดง (vitellogenesis) จะมีความสามารถในการสร้างแอนติบอดีและถ่ายทอดไปยังลูกปลา ทำให้ลูกปลามีความต้านทานต่อเชื้อโรค การให้วัคซีนแก่แม่ปลาจะช่วยในการส่งผ่านภูมิคุ้มกันไปยังรุ่นลูก ทำให้ลูกปลามีอัตรารอดสูงขึ้น (Swain et al., 2006; Wang et al., 2009; Hanif, Bakopoulos & Dimitriadis, 2004)

อาหารมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ ภูมิคุ้มกันและสุขภาพของสัตว์น้ำ อาหารพ่อแม่พันธุ์เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการผลิตไข่ น้ำเชื้อและลูกพันธุ์ที่แข็งแรง (Williams, 1994; Watanabe, 1985) การให้อาหารในปริมาณที่ไม่เพียงพอหรือการให้อาหารที่มีสารอาหารไม่ครบถ้วนระหว่างการเลี้ยงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของแม่พันธุ์และลูกปลา (Bromage et al., 1992)

วิตามินซีและอีมีผลต่อความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์ การสร้างไข่ การปฏิสนธิและอัตราการฟักเป็นตัวของปลานิล ปลาไนและปลาทอง (Izquierdo, Fernandez-Palacios, & Tacon, 2001; El-Gamal et al., 2007) แม่ปลาที่ได้รับอาหารผสมวิตามินซีจะทำให้ลูกปลามีระดับของไลโซไซม์สูงขึ้นด้วย (Cecchini et al., 2000) ความสมดุลย์ที่เหมาะสมของสารอาหาร กรดอะมิโน กรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids, PUFA) วิตามิน แร่ธาตุที่จำเป็นแม้ว่าร่างกายต้องการปริมาณน้อย (trace elements) และโคแฟคเตอร์ของเอนไซม์ (enzyme co-factors) มีความสำคัญต่อพัฒนาการ การเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกัน อาหารช่วยเสริมสร้างแอนติบอดี ไลโซไซม์ คอมพลีเมนต์ การสร้างเม็ดเลือดขาวและไซโตไคน์ หากปลาได้รับสารอาหารไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอจะทำให้เกิดผลเสียต่อพัฒนาการของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน ปริมาณความต้องการของสารอาหารในการทำให้ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้อย่างปกติ จะน้อยกว่าความต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบสืบพันธุ์ อย่างไรก็ตามหากปลาได้รับสารอาหารไม่เพียงพอจะมีผลเสียต่อภูมิคุ้มกัน ทำให้ปลาติดเชื้อได้ง่ายและตายในที่สุด

การขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นนำไปสู่การใช้โปรตีนที่ไม่มีประสิทธิภาพ การเจริญเติบโตชะงัก ประสิทธิภาพการย่อยอาหารต่ำ ภูมิคุ้มกันโรคต่ำลง ปลาเรนโบว์เทราท์ที่ขาดโปรตีนจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของไลโซไซม์ลดลง (Kiron et al., 1995) ความสมดุลย์ของอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน (Fracalossi & Lovell, 1994) ปลาที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็นจะลดความสามารถของเซลล์มาโครฟาจในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Kiron et al., 1995) อย่างไรก็ตามผลของอาหารผสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (n-3 PUFA) ต่อภูมิคุ้มกันปลายังให้ผลแตกต่างกัน เช่น รายงานของ Erdal et al. (1991) พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสม n-3 PUFA มีประสิทธิภาพการจับกินสิ่งแปลกปลอม ปริมาณแอนติบอดีและความสามารถในการต้านทานโรคต่ำลง ในขณะที่ Kiron et al. (1995) รายงานว่าปลาที่ได้รับ PUFA มีความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรียและการเพิ่มปริมาณ n-3 PUFA ไม่ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคลดลงแต่อย่างใด สารอาหารปริมาณน้อย เช่น วิตามิน สังกะสี ธาตุเหล็ก ทองแดง ซีลีเนียม เป็นสิ่งจำเป็นในการทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ สำหรับเอนไซม์ที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ (metalloenzymes) ซึ่งมีความสำคัญต่อพัฒนาการของรังไข่ ปริมาณไข่และอัตราฟัก หากปลาขาดธาตุอาหารเหล่านี้จะทำให้การพัฒนาการของรูปร่างผิดปกติ การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตต่ำลง อัตราแลกเนื้อสูง ความต้านทานโรคลดลงและความสามารถในการสืบพันธุ์ลดน้อยลง (Yang et al., 2008) วิตามินซีและอี แมงกานิสและซีลีเนี่ยมช่วยรักษาการทำงานของเซลล์ที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกันเป็นไปอย่างปกติ (Verlhac & Gabaudan, 1994; Verlhac et al., 1998) อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องศึกษาถึงกลไกของสารอาหารต่อการป้องกันโรคสัตว์น้ำ

สรุป

สิ่งสำคัญของการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ คือ การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่โตเร็ว แข็งแรงและปลอดโรค ซึ่งจะมีผลต่ออัตรารอดและคุณภาพลูกพันธุ์ มีหลักฐานชี้ชัดว่า ภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำสามารถถ่ายทอดจากแม่สู่ลูกได้ ดังนั้นจึงควรมีการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อให้ลูกพันธุ์ที่แข็งแรงและโตเร็ว ควรมีการเสริมภูมิคุ้มกันหรือให้วัคซีนแก่พ่อแม่พันธุ์ เพื่อให้มีการถ่ายทอดภูมิคุ้มกันไปสู่ลูกปลา การตรวจสอบภูมิคุ้มกันปลาก่อนนำมาเพาะพันธุ์เป็นสิ่งที่จำเป็น และต้องจัดการดูแลพ่อแม่พันธุ์ให้มีความแข็งแรงตลอดระยะเวลาการสร้างไข่และผสมพันธุ์ เพื่อให้แม่ปลาสามารถถ่ายทอดภูมิคุ้มกันสู่ลูกได้ งานวิจัยเพิ่มเติมควรจะมีการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดภูมิคุ้มกันของปลาแต่ละชนิด

References

Akmirza, A., & Tepecik, RE. (2007). Seasonal variation in some haematological parametersin naturally infected and uninfected roach (*Rutilus rutilus*) with *Cryptobia tincae*. *Journal of Applied Biological Sciences*, 1(3), 61–5.

Alexander, JB., & Ingram, GA. (1992). Noncellular nonspecific defence mechanisms of Fish. *Annual Review of Fish Diseases*, 2, 249–279.

Aoki, T., Takano, T., Santos, MD., Kondo, H., & Hirono, I. (2008). Molecular innate immunity in teleost fish: review and future perspectives. In: Tsukamoto K, Kawamura T, Takeuchi T, Beard Jr TD, Kaiser MJ, editors, Fisheries for global welfare and environment, 5th World Fisheries Congress. p. 263–276.

Bly, JE., & Clem, LW. (1991). Temperature-mediated processes in teleost immunity: in vitro immunosuppression induced by in vivo low temperature in channel catfish. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 28, 365–377.

Bowden, TJ., Thompson, KD., Morgan, AL., Gratacap, RML., & Nikoskelainen, S. (2007). Seasonal variation and the immune response: a fish perspective. *Fish and Shellfish Immunology*, 22(6), 695–706.

Bowden, TJ., Cook, P., & Rombout, JHWM. (2005). Development and function of the thymus in teleosts. *Fish and Shellfish Immunology*, 19(5): 413–427.

Bromage, NR., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Springate, J., & Duston, J. (1992). Brood stock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100, 141–166.

Brown, LL., Evelyn, TPT., & Iwama, GK. (1997). Specific protective activity demonstrated in eggs of brood stock salmon injected with rabbit antibodies raised against a fish pathogen. *Diseases of Aquatic Organisms*, 31, 95–101.

Cecchini, S., Terova, G., Caricato, G., & Sarogli, M. (2000). Lysozyme activity in embryos and larvae of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), spawned by broodstocks fed with vitamin C enriched diets. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 20(3), 120 – 125.

Chantanachookhin, C., Seikai, T.; & Tanaka, M. (1991). Comparative study of the ontogeny of the lymphoid organs in three species of marine fish. *Aquaculture*, 99(1–2): 143–155.

Chaves-Pozo, E., Munoz, P., Lopez-Munoz, A., Pelegrin, P., Garcia Ayala, A., & Mulero, V. (2005). Early innate immune response and redistribution of inflammatory cells in the bony fish gilthead seabream experimentally infected with *Vibrio anguillarum*. *Cell Tissue Research*, 320(1), 61–68.

Chaves-Pozo, E., Mulero, V., Meseguer, J., & Garcia Ayala, A. (2005). Professional phagocytic granulocytes of the bony fish gilthead seabream display functional adaptation to testicular microenvironment. *Journal of Leukocyte Biology*, 78(2), 345–351.

Demers, NE., & Bayne, CJ. (1997). The immediate effects of stress on hormones and plasma lysozyme in rainbow trout. *Developmental and Comparative Immunology*, 21(3), 63–73.

El-Gamal, AHE., El-Greisy, ZA., & El-Ebiary, EISH. (2007). Synergistic effects of vitamins C and E and selenium on the reproductive performances of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of Aquaculture Research*, 3(7), 564–573.

Ellingsen, T., Strand, C., Monsen, E., Bogwald, J., & Dalmo, RA. (2005). The ontogeny of complement component C3in the spotted wolffish (*Anarhichas minor Olafsen*). *Fish and Shellfish Immunology*, 18, 351–358.

Erdal, JI., Evensen, O., Kaurstad, OK., Lillehaug, A., Solbakken, R., & Thorud K. (1991). Relationship between diet and immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) feeding various levels of ascorbic acid and omega-3 fatty acids. *Aquaculture*, 98, 363–379.

Ewart, KV., Johnson, SC., & Ross, NW. (2001). Lectins of the innate immune system and their relevance to fish health. ICES, *Journal of Marine Science*, 58, 380–385.

Fracalossi, DM., & Lovell, RT. (1994). Dietary lipid sources influence responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to challenge with the pathogen *Edwardsiella ictaluri*. *Aquaculture*, 119, 287–298.

Gadan, K., Marjara, I., Singh., Sundh, H., Sundell, K., & Evensen, Ø. (2012). Slow release cortisol implants result in impaired innate immune responses and higher infection prevalence following experimental challenge with infectious pancreatic necrosis virus in Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Fish & Shellfish Immunology*, 32, 637-644.

Ghafoori, Z., Heidari, B., Farzadfar, F., & Aghamaali, M. (2014). Variations of serum and mucus lysozyme activity and total protein content in the male and female Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky 1901) during reproductive period. *Fish & Shellfish Immunology*, 37, 139-146.

Hanif, A., Bakopoulos, V., & Dimitriadis, G.J. (2004). Maternal transfer of humoral specific and non-specific immune parameters to sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Fish & Shellfish Immunology*, 17, 411–435.

Harris, J., & Bird, DJ. (2000). Modulation of the fish immune system by hormones. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 77, 163–176.

Hayman, JR., & Lobb, CJ. (1993). Immunoglobulin in the eggs of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Developmental and Comparative Immunology*, 17, 241–248.

Herrero, MJ., Pascual, M., Madrid, JA., & Sanchez-Vazquez, FJ. (2005). Demand-feeding rhythms and feeding-entrainment of locomotor activity rhythms in tench (*Tinca tinca*). *Physiological Behavior*, 84, 595–605.

Hou, YY., Suzuki, Y., & Aida, K. (1999). Effects of steroid hormones on immunoglobulin M (IgM) in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss. Fish Physiology and Biochemistry*, 20, 155–162.

Huang, C., & Song, Y. (1999). Maternal transmission of immunity to white-spot syndrome associated virus (WSSV) in shrimp (*Penaeus monodon*). *Developmental and Comparative Immunology*, 23, 545–552.

Huttenhuis, HBT., Grou, CPO., Taverne-Thiele, AJ., Taverne, N., & Rombout, JHWM. (2006). Carp (*Cyprinus carpio* L.) innate immune factors are present before hatching. *Fish and Shellfish Immunology*, 20(4), 586–596.

Izquierdo, MS., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, AGJ. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performances of fish. *Aquaculture*, 197, 25–42.

Kiron, V., Fukuda, H., Okamoto, N., & Takeuchi, T. (1995). Protein nutrition and defence mechanisms in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 111, 351–359.

Lin, Shin-Jen., Hsia, Hui-Lan., Liu, Wang-Jing., Huang, Jiun-Yan., Liu, Kuan-Fu., Chen, Wei-Yu., ... Wang, Han Ching. (2012). Spawning stress triggers WSSV replication in brooders via the activation of shrimp STAT. *Developmental & Comparative Immunology*, 38(1), 128-135.

Lovoll, M., Kilvik, T., Boshra, H., Bogwald, J., Sunyer, JO., & Dalmo, RA. (2006). Maternal transfer of complement components C3-1, C3-3, C3-4, C4, C5, C7, Bf, and Df to offspring in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Immunogenetics*, 58, 168–179.

Magnadottir, B., Lange, S., Steinarsson, A., & Gudmundsdottir, S. (1985). The ontogenic development of innate immune parameters of cod (*Gadus morhua* L.). *Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 80, 697–706.

Maule, AG., Schrock, R., Slater, C., Fitzpatrick, MS., & Schreck, CB. (1996). Immune and endocrine responses of adult Chinook salmon during freshwater immigration and sexual maturation. *Fish and Shellfish Immunology*, 6, 221–223.

Mulero, I., Garcı´a-Ayala, A., Meseguer, J., & Mulero, V. (2007). Maternal transfer of immunity and ontogeny of autologous immunocompetence of fish: a mini review. *Aquaculture*, 268, 244–250.

Musthaq, S Syed., & Kwang, J. (2015). Evolution of specific immunity in shrimp – A vaccination perspective against white spot syndrome virus. Developmental & Comparative Immunology, 48, 342 – 353.

Ortuno, J., Esteban, MA., & Messeguer, J. (2001). Effects of short-term crowding stress on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune response. *Fish and Shellfish Immunology*, 11, 187–197.

Oshima, S., Hata, J., Segawa, C., & Yamashita, S. (1996). Mother to fry, successful transfer of immunity against infectious haematopoietic necrosis virus infection in rainbow trout. *Journal of General Virology*, 77, 2441–2445.

Person-Le Ruyet, J., Mahe, K., Le Bayon, N., & Le Delliu, H. (2004). Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax. Aquaculture*, 237, 269–280.

Petrie-Hanson, L., & Ainsworth, AJ. (2001). Ontogeny of channel catfish lymphoid organs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 81(1–2), 113–117.

Press, CMcL., & Evensen, O. (1999). The morphology of the immune system in teleost Fishes. *Fish and Shellfish Immunology*, 9, 309–318.

Pulsford, AL., Lemaire-Gony, S., Tomlinson, M., Collingwood, N., & Glynn, PJ. (1994). Effects of acute stress on the immune system of the dab, *Limanda limanda*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 109, 129–139.

Romano, N., Taverne-Thiele, AJ., Fanelli, M., Baldassini, MR., Abelli, L., & Mastrolia, L.(1999). Ontogeny of the thymus in a teleost fish, *Cyprinus carpio* L.: Developing thymocytes in the epithelial microenvironment. *Developmental and Comparative Immunology*, 23, 123–137.

Schreck, CB. (1996). Immunomodulation: endogenous factors. In: Iwama G, Nakanishi T, editors. The fish immune system: organism, pathogen and environment. New York: Academic Press, p. 311–37.

Sin, YM., Ling, KH., & Lam, TJ. (1994). Passive transfer of protective immunity against ichthyophthiriasis from vaccinated mother to fry in tilapias, *Oreochromis aureus*. *Aquaculture,* 120, 229–237.

Slater, CH., Fitzpatrick, MS, & Schreck, CB. (1995). Characterization of an androgen Receptor in salmonid lymphocytes: possible link to androgen-induced immunosuppression. *General and Comparative Endocrinology*, 100, 218–225.

Sumpter, JP. (1997). Environmental control of fish reproduction: a different Perspective. *Fish Physiology and Biochemistry*, 17, 25–31.

Suzuki, Y., Otaka, T., Sato, S., Hou, YY., & Aida, K. (1997). Reproduction related Immunoglobulin changes in rainbow trout. *Fish Physiology and Biochemistry*, 17, 415–421.

Swain, P., Dash, S., Bal, J., Routray, P., Sahoo, PK., & Saurabh, S. (2006). Passive transfer of maternal antibodies and their existence in eggs, larvae and fry of Indian major carp, *Labeo rohita*. *Fish and Shellfish Immunology*, 20, 519–522.

Swain, P., Nayak, SK., Sahu, A., Mohapatra, BC., & Meher, PK. (2002). Bath immunization of spawn, fry and fingerlings of Indian major carps using a particulate bacterial antigen. *Fish and Shellfish Immunology*, 13, 133 – 140.

Swain, P., & Nayak, S.K. (2009). Role of maternally derived immunity in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 27, 89 – 99.

Takemura, A. (1996). Immunohistochemical localization of lysozyme in the prelarvae tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 6, 75–77.

Tateno, H., Saneyoshi, A., Ogawa, T., Muramoto, K., Kamiya, H., & Saneyoshi, M. (1998). Isolation and characterization of rhamnose-binding lectins from eggs of steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) homologous to low density lipoprotein receptor superfamily. *Journal of Biological Chemistry*, 273(30), 19190–19197.

Tort, L., Balasch, JC., & Mackenzie, S. (2003). Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Immunologıa*, 22(3), 277–286.

Verlhac, V., & Gabaudan, J. (1994). Influence of vitamin C on the immune system of salmonids. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, 21–36.

Verlhac, V., Obach, A., Gabaudan, J., Schuep, W., & Hole, R. (1998). Immunomodulation by dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 8, 409–424.

Wang, R., & Belosevic, M. (1994). Estradiol increases susceptibility of goldfish to Trypanosoma Danilewskyi. *Developmental and Comparative Immunology*, 18(5), 377–387.

Wang, Z., Wu, Y., Hu, Q., & Li, Y. (2015). Differences on the biological function of three Ig isotypes in zebrafish: A gene expression profile. Fish & Shellfish Immunology, 44, 283 – 286.

Watanabe, T. (1985). Importance of the study of brood stock nutrition for further development of aquaculture. In: Cowey CB, Mackie AM, Bell JG, editors. Nutrition and feeding in fish. London: Academic Press. p. 395–414.

Watanuki, H., Yamaguchi, T., & Sakai, M. (2002). Suppression in function of phagocytic cells in common carp *Cyprinus carpio* L. injected with estradiol, progesterone or 11-ketotestosterone, *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C: Toxicology and Pharmacology*, 132(4), 407–413.

Williams, TD. (1994). Intraspecific variation in egg size and egg composition: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, 68, 35–59.

Yamaguchi, T., Watanuki, H., & Sakai, M. (2001). Effects of estradiol, progesterone and testosterone on the function of carp, *Cyprinus carpio*, phagocytes in vitro. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C Toxicology and Pharmacology*, 129(1), 49–55.

Yang, Q., Zhou, X., Jiang, J., & Liu, Y. (2008). Effect of dietary vitamin A deficiency on growth performance, feed utilization and immune responses of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture Research*, 39(8), 902–906.

Yousif, AN., Albrightl, LJ., & Evelyn, TPT. (1995). Immunological evidence for the presence of an IgM-like immunoglobulin in the eggs of coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 23, 109–114.

Yousif, AN., Albright, LJ., & Evelyn, TPT. (1994). Purification and characterization of a galactose-specific lectin from the eggs of coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, and its interaction with bacterial fish pathogens. *Diseases of Aquatic Organisms*, 20(2), 127–136.

Zhang, S, Wang, Z, & Wang H. (2013). Maternal immunity in fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 39(1-2), 72 – 78. doi: 10.1016/j.dci.2012.02.009.

Zhong, MC., & Huang, Z. (1995). Ontogeny of lymphomyeloid organs in catfish (*Silurus asotus* L.). *Journal of Fisheries of China*, 19(3): 258–262.

Chiang Mai Veterinary Journal 2015; 13(2): 93-101

Review article

Passive Immunity from Broodstock Fish

Chanagun Chitmanat

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University

Abstract Newly born fish are not able to generate their own immunity. Maternally derived immunity, therefore, is very important to protect their offspring. Both innate and specific immunities are transferred to offspring fish, naïve fish. These immunities include antibody, complement, lysozyme, protease inhibitors, lectin, and serine proteases. Nutrition, health, and age of broodfish affect the ability for immunity transfer. In addition, seasonal change, temperature, water quality, stocking density, and stress all possibly involve in broodfish immunity. Therefore, it is necessary to take a good care of broodfish before and during breeding in order to produce high quality fry. However, antibody derived from dam completely disappears thereafter yolk absorption. **Chiang Mai Vet J 2015; 13(2): 93-101**

Key Words: Immunity, Brood fish, fry

Corresponding author: Chanagun Chitmanat, Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai. Tel: 053-873470 E-mail address: chanagun1@hotmail.com