บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิจารณ์และอภิปรายผลการทดลอง

อาหารมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญของระบบสืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์กุ้ง (Adiyodi, 1985; Harrison, 1990) นอกจากแม่กุ้งจะมีความสำคัญในด้านการเพาะฟักลูกกุ้ง และคุณภาพของลูกกุ้งแล้ว ยังพบว่าพ่อพันธุ์กุ้งก็มีความสำคัญมากเช่นกัน ปัญหาพ่อพันธุ์กุ้งที่พบในปัจจุบันมีสองประเด็นคือ การขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลเนื่องจากการจับที่มากเกินไป และการติดเชื้อโรคของพ่อแม่พันธุ์ ส่งผ่านไปสู่ลูกกุ้ง (บุญเสริม, 2544) ทำให้คุณภาพของระบบสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์ไม่สมบูรณ์เต็มที่ สเปิร์มมีเปอร์เซ็นต์ผิดปกติสูง ทำให้เกิดผลกระทบต่ออัตราการฟักไข่ ตลอดจนถึงคุณภาพของลูกกุ้ง (สิทธิโชค, 2545) ทางออกหนึ่งคือการนำกุ้งบ่อดินมาทดแทน โดยมีวิธีการเลี้ยงพิเศษเพื่อพัฒนาคุณภาพของกุ้งนั้น โดยมีอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริม คุณภาพของสเปิร์ม จำนวนสเปิร์มของพ่อพันธุ์กุ้ง (Brown *et al*., 1979)

งานวิจัยเกี่ยวกับอาหารเพื่อการพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อกุ้งในปัจจุบันมีน้อยมาก เช่นงานวิจัยของ Samuel *et al.* (1999) ใน *Macrobrachium malcolmsonii* ได้ทดลองนำอาหารธรรมชาติ ได้แก่ หมึก หอย, อาหารธรรมชาติสลับกับอาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งวัยรุ่น และอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว ทดลองให้กุ้งกินเพื่อดูพัฒนาการของระบบสืบพันธุ์เพศผู้ งานวิจัยเกี่ยวกับอาหารพ่อพันธุ์ เฉพาะในกุ้งกุลาดำยังไม่เคยมีมาก่อน การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาครั้งแรกเกี่ยวกับอาหารเพื่อพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ของกุ้งกุลาดำเพศผู้ โดยเน้นที่องค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง และจากผลการทดลองพบความเป็นไปได้ในการสร้างสูตรอาหารเพื่อส่งเสริมพัฒนาการดังกล่าวของพ่อกุ้ง เมื่อสามารถใช้อาหารทดลองทดแทนอาหารธรรมชาติได้อย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์

อาหารธรรมชาติที่ใช้โดยทั่วไป เช่น หอยชนิดต่างๆ หมึก กุ้ง และแม่เพรียง ซึ่งใช้เป็นอาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้งนั้นประกอบด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly unsaturated fatty acid - HUFA) คอเลสเตอรอล (cholesterol) สเตอรอล (sterols) ฟอสโฟไลปิด (phopolipids) กรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acids) (Chamberlain and Lawrence, 1981; Lytle *et al*., 1990) สารอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของกุ้ง โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ในกลุ่ม *n*–3 และ *n*–6 ที่พบมากในแม่เพรียง มีผลส่งเสริมการเจริญพันธุ์ของ *P. vannamei* (Lytle *et al*., 1990; Middleditch *et al*. 1980) อาหารธรรมชาติพ่อแม่พันธุ์กุ้ง ที่ใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยคือ เพรียงเลือดและเพรียงทราย (บุญเสริม, 2544) จากการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ พบปริมาณการสะสม

เพรียงเลือดและเพรียงทราย (บุญเสริม, 2544) จากการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ พบปริมาณการสะสมกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดคล้ายคลึงกัน โดยมีการสะสมของ AA และ EPA มากกว่า DHA แต่เพรียงทรายมีสัดส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิด และ Σ*n*-6 สูงกว่าเพรียงเลือด ในทางกลับกัน Σ*n*-3 และสัดส่วนของ *n*-3/n-6 ในเพรียงเลือดมี มากกว่าเพรียงทราย สอดคล้องกับ Pinon (2000) ที่พบว่า แม่เพรียงชนิด *Nereis virens* มี AA และ EPA สะสมในตัวมากกว่า DHA แต่ผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับ Lytle *et al.* (1990) ที่พบสัดส่วนของ *n*-3/n-6 ในเพรียงทรายมากกว่าในเพรียงเลือด และพบว่าทั้งเพรียงทรายและเพรียงเลือดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงและเปอร์เซ็นต์ EPA+DHA ของกรดไขมัน Σ*n*-3 ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่าในแต่ละแหล่งที่มาของเพรียงนั้นอาจจะมาจากอิทธิพลของอาหารและสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน ทำให้การสะสมกรดไขมันของเพรียงแต่ละชนิดแตกต่างกันด้วย

จากการวัดคุณภาพของระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ ไม่พบความแตกต่างของกุ้งบ่อดินจากกุ้งทะเล แต่มีแนวโน้มว่ากุ้งทะเลมีเปอร์เซ็นต์สเปิร์มผิดปกติมากกว่ากุ้งบ่อดิน การที่กุ้งทะเลมีความผิดปกติของสเปิร์มสูงอาจเนื่องจากในธรรมชาติ กุ้งทะเลได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ สารเคมีจากการทิ้งของเสียลงสู่ทะเล หรือเชื้อโรคซึ่งส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์ของกุ้งทะเล ทำให้สเปิร์มเกิดความผิดปกติสูงกว่ากุ้งบ่อดินที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำมีที่ดีกว่า บุญรัตน์ (2534) ก็ได้สรุปว่า สามารถทดแทนกุ้งกุลาดำจากทะเลด้วยกุ้งบ่อดินได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากไม่พบความแตกต่างของจำนวนสเปิร์มต่อถุงสเปิร์ม เปอร์เซ็นต์สเปิร์มที่ปกติ และปฏิกิริยาของสเปิร์มเมื่อถูกเหนี่ยวนำ (active sperm) ยกเว้นน้ำหนักถุงสเปิร์มของกุ้งทะเลเท่านั้นที่หนักกว่ากุ้งบ่อดิน ข้อดีของกุ้งบ่อดินอีกประการหนึ่งคือ กุ้งบ่อดินสามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์ได้เร็วกว่ากุ้งทะเล

หลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าคุณภาพของระบบสืบพันธุ์เพศของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ยกเว้นอาหารเม็ดทดลองมีเปอร์เซ็นต์สเปิร์มผิดปกติสูงสุด ชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้ง 1 เดือนไม่มีผลต่อ จำนวนสเปิร์มสุทธิ และ จำนวนสเปิร์มที่มีชีวิต จากการศึกษาของบุญรัตน์ (2534) แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพศผู้ในบ่อทดลอง ไม่มีผลต่อคุณภาพของสเปิร์ม และจากการศึกษาของ Leung – Trujillo and Lawrence (1991) ได้ศึกษากุ้งเพศผู้ *P. setiferus* ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์สเปิร์มที่ผิดปกติระหว่าง 2 สัปดาห์แรก แต่พบว่าสเปิร์มจะเกิดความผิดปกติมากขึ้นหลังจากที่เลี้ยงกุ้งเพศผู้ไว้ในบ่อเลี้ยงเป็นระยะเวลานานๆ การศึกษาในกุ้ง *M. malcolmsonii* และ *P. vannamai* พบว่าสามารถทำให้พัฒนาการของระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ได้แก่ สัณฐานวิทยาของถุงสเปิร์ม และสีของถุงสเปิร์มมีคุณภาพที่ดีขึ้น และจำนวนของสเปิร์มเพิ่มมากขึ้นเมื่อให้อาหารประเภทหอย หมึก และอาหารเม็ดสำเร็จรูป

(Alfaro and Lozano, 1993) โดยมีสัดส่วนของอาหารที่ให้เป็น 1: 1: 2 (Samuel *et al.*, 1999) เมื่อทดลองเลี้ยงกุ้งบ่อดินก่อนการทดลองเป็นระยะเวลานาน 1 เดือนพบว่า สามารถทำให้ระบบสืบพันธุ์ดีขึ้นได้ถึงแม้จะเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ หรืออาหารทดลองสลับกับอาหารธรรมชาติก็ตาม สามารถบ่งชี้ได้ว่า ระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งไม่ได้เป็นปัจจัยที่ทำให้ระบบสืบพันธุ์ของกุ้งเสื่อมถอยลงแม้จะผ่านไป 1 เดือนก็ตาม ซึ่งตรงข้ามกับการทดลองของ Leung-Trujillo and Lawrence (1987) พบว่าหลังจากเลี้ยงกุ้ง *P. setiferus* ในบ่อทดลองเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์พบว่า คุณภาพของสเปิร์มลดลง ในด้านของน้ำหนักของถุงสเปิร์ม เปอร์เซ็นต์สเปิร์มที่มีชีวิต ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่ผิดปกติพบว่าเพิ่มมากถึง 68.3 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนสเปิร์มสุทธิจาก 39.74-54.4 ล้านเซลล์ ลดลงถึง 16.7 ล้านเซลล์

ความผิดปกติของสเปิร์มสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น จากอุณหภูมิที่ร้อนหรือเย็นเกิดไป Perez - Velazques (2001) ศึกษาระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อสเปิร์มของกุ้ง *P. vannamei* ขนาด 48 กรัม พบว่าพ่อพันธุ์ที่เลี้ยงในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงนานถึง 42 วันจะพบความผิดปกติของสเปิร์มสูง โดยที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส มีสเปิร์มทั้งหมดอยู่ 18.6 ล้านเซลล์ พบสเปิร์มที่มีความผิดปกติ 36.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส พบสเปิร์มผิดปกติถึง 99.7 เปอร์เซ็นต์ และที่ 32 องศาเซลเซียส ไม่พบสเปิร์มที่ปกติอยู่เลย จากการศึกษาของ Wang *et al.* (1995) พบสเปิร์มที่ไม่สมบูรณ์ของกุ้ง *P. vannamei* จะย้อมไม่ติดสี Trypan blue และสเปิร์มจะไม่มี spike ถ้าถุงสเปิร์มมีสีขาวขุ่นชัดเจนเป็นถุงสเปิร์มที่มีลักษณะที่สมบูรณ์ หากมีลักษณะคล้ำดำจะเป็นถุงสเปิร์มที่ที่ผิดปกติ ซึ่งเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย MRTDS สาเหตุหลักของโรคนี้เกิดจากที่อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่า โรคที่เกิดจากแบคทีเรียในระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้สามารถทำให้สเปิร์มเกิดความผิดปกติได้เช่นเดียวกันกับอุณหภูมิ สิทธิโชค (2545) ทดลองเลี้ยงพ่อพันธุ์กุ้งกุลาดำเพื่อนำไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์กุ้ง พบความผิดปกติของสเปิร์มมีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย โดยถุงสเปิร์มมีลักษณะดำคล้ำ และทำให้สเปิร์มตายและมีความผิดปกติสูง นอกจากนี้คุณภาพของสเปิร์มยังขึ้นอยู่กับขนาดของพ่อพันธุ์กุ้ง พบว่าพ่อพันธุ์กุ้งที่มีขนาดใหญ่จะให้จำนวนสเปิร์มและถุงสเปิร์มมากกว่าพ่อพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก และสเปิร์มที่มาจากพ่อพันธุ์ขนาดเล็กจะไม่ค่อยพบสเปิร์มที่มี spike ซึ่งถือว่าเป็นความผิดปกติอย่างหนึ่งของสเปิร์มกุ้ง (Wang *et al.*, 1995; บุญรัตน์, 2534) นอกจากที่กล่าวมาทั้งหมดแล้ว สเปิร์มที่ผิดปกติโดยส่วนใหญ่จะพบสเปิร์มไม่มี spike สาเหตุอาจมาจากการปั่นและบดถุงสเปิร์มให้สเปิร์มหลุดออกเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพของสเปิร์มภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าถ้าสเปิร์มมีอายุมาก การปั่นหรือบดแรงๆ สามารถทำให้ spike หลุดออกมาได้ง่าย (Primavera, 1985 อ้างตาม Wang *et al.*, 1995) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการเกิดสเปิร์มที่ผิดปกติอาจเกิดจากในกรณีนี้มากกว่ากรณีอื่นๆ เนื่องจากพบว่าในการ

ทดลองสเปิร์มที่ผิดปกติที่พบนั้นเป็นสเปิร์มที่ไม่มี spike เป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่พบว่าถุงสเปิร์มมีลักษณะคล้ำหรือดำซึ่งเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย

ผลการทดลองแสดงถึงความสัมพันธ์ทางตรงของน้ำหนักถุงสเปิร์มกับจำนวนสเปิร์มสุทธิ การดูลักษณะของถุงสเปิร์มจากภายนอกตัวกุ้งสามารถบอกได้ว่า สเปิร์มนั้นสมบูรณ์เต็มที่และพร้อมจะนำไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์กุ้งหรือไม่จากสีขาวขุ่นของถุงสเปิร์มตรงบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 และสามารถหลุดออกมาได้ง่ายเมื่อถูกกระตุ้น หรือบีบเค้นออกมา (Castille and Lawrence, 1989)

การสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงในอวัยวะสืบพันธุ์ของกุ้งทะเลและกุ้งบ่อดินมีความแตกต่างกัน โดยชนิดของกรดไขมันในกุ้งทะเลมี AA และ Σn-6 สะสมสูงสุด ส่วนกุ้งบ่อดินก่อนการทดลองมี DHA และ Σn-3 สูงกว่ากุ้งทะเล อาจเนื่องจากกุ้งทะเลได้รับอาหารธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด n-6 เป็นส่วนใหญ่ แต่อาหารหลักของกุ้งบ่อดินเป็นอาหารเม็ด ที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด n-3 เป็นหลัก ชี้ให้เห็นอิทธิพลจากอาหารต่อการสะสมกรดไขมันในอวัยวะต่างๆของกุ้ง โดยเฉพาะอวัยวะสืบพันธุ์ แต่อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าคุณภาพของระบบสืบพันธุ์กุ้งกุลาดำของกุ้งทั้ง 2 แหล่งไม่แตกต่างกันมากนัก

หลังการเลี้ยงกุ้งบ่อดินด้วยอาหารต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงของกุ้งจากการให้อาหารธรรมชาติ อาหารเม็ดทดลองสลับกับธรรมชาติ และอาหารเม็ดทดลอง เปลี่ยนแปลงไปเป็นคล้ายคลึงกับกุ้งทะเล นั่นคือ มี ระดับของ AA สูง รองลงมาเป็น DHA ตามด้วย EPA กล่าวได้ว่า อาหารธรรมชาติเป็นแหล่งของ AA และอาหารทดลองสูตรที่สร้างขึ้นสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการทำอาหารที่มีคุณค่าของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงใกล้เคียงอาหารธรรมชาติ

AA มีการสะสมในอวัยวะสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ มากกว่าในตับและกล้ามเนื้อ ไม่พบรูปแบบการเคลื่อนย้ายของกรดไขมันจากอวัยวะหนึ่งไปอีกอวัยวะหนึ่ง ชี้ให้เห็นว่า AA เป็นกรดไขมันที่จำเป็นในอวัยวะสืบพันธุ์ของกุ้งโดยเฉพาะกระบวนการสร้างสเปิร์ม จากการศึกษาคุณภาพของระบบสืบพันธุ์ของกุ้งพ่อพันธุ์ คาดว่า AA เป็นกรดไขมันที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพของจำนวนสเปิร์มสุทธิให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จากกุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองสลับกับอาหารธรรมชาติ และในอาหารเม็ดทดลอง มีจำนวนสเปิร์มสุทธิสูงมาก และมีปริมาณมากกว่ากุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง สอดคล้องกับ Lytle *et al.* (1990) ที่กล่าวว่า AA อาจเป็นปัจจัยสำคัญในอาหารกุ้ง เพราะเป็นกรดไขมันตัวหนึ่งที่ตรวจพบในอวัยวะสืบพันธุ์ และยังเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์สาร

โพรสตาแกลนดิน สารโพรสตาแกลนดินนี้อาจมีบทบาทสำคัญในอวัยวะสืบพันธุ์ของกุ้ง โดยเฉพาะกระบวนการเกี่ยวกับการสร้างสเปิร์ม Bentley *et al.*, (1990) พบว่า ปัจจัยที่ทำให้สเปิร์มสมบูรณ์นั้น อาจมาจากการเผาผลาญพลังงานที่เกิด จากกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มีคาร์บอน 20 อะตอม นั่นหมายถึง กรดไขมันชนิด AA จากการศึกษาของ Wade *et al.*, (1994) (อ้างถึงใน Bell *et al.*, 1996) พบว่า ในอวัยวะสืบพันธุ์ของปลาทอง AA จะกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และพบว่าสารโพรสตาแกลนดินที่สร้างจาก AA จะเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในอวัยวะสืบพันธุ์นี้ สอดคล้องกับ Sargent *et al.*. (1999) กล่าวว่า สารตั้งต้นของ ไอโคซานอยด์ ในปลาและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่สำคัญมากที่สุด คือ AA และพบว่า EPA เป็นอนุพันธ์ของ ไอโคซานอยด์ เช่นกัน แต่มีปฏิกิริยาทางชีวภาพ น้อยกว่าอนุพันธ์ที่มาจาก AA. Bell amd Sargent (2003) กล่าวถึงความสำคัญของ AA ในอาหารปลากะพงขาว โดยพบว่าสเปิร์มจากปลากะพงขาวที่มาจากทะเล และจากการเพาะเลี้ยงที่ได้รับอาหารจำพวกปลาเป็ดที่เรียกว่า bogue *(Boops boops)* พบว่าอาหารปลาที่มีปลาเป็ดเป็นองค์ประกอบจะมี AA มากกว่าน้ำมันปลาในอาหาร และมีระดับของ AAในฟอสโฟลิปิดมากกว่าสเปิร์มที่มาจากปลากะพงทะเล ที่ได้รับจากอาหารที่มีน้ำมันจากพืช หรือจากน้ำมันปลาเป็นองค์ประกอบ

การทดลองนี้ไม่พบรูปแบบการเคลื่อนย้ายกรดไขมัน AA จากอวัยวะหนึ่งไปในอวัยวะหนึ่ง แสดงว่าการที่กุ้งสะสม AA ในอวัยวะสืบพันธุ์มาจากอิทธิพลของอาหารเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม การที่มีปริมาณกรดไขมันชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไปนั้น จะส่งผลในด้านลบกับระบบสืบพันธุ์กุ้งได้ด้วยเช่นกัน กุ้งที่ได้รับอาหารทดลองเพียงอย่างเดียว พบเปอร์เซ็นต์สเปิร์มผิดปกติมากและจำนวนสเปิร์มมีชีวิตน้อยกว่าในกลุ่มการทดลองอื่น อาจเป็นไปได้ว่าในอาหารทดลองนั้นมีปริมาณไขมันและกรดไขมันโดยเฉพาะ AA ที่มากเกินไป เมื่อกุ้งรับเข้ามาในร่างกายทำให้เกิดการสะสมในอวัยวะต่างๆในปริมาณมาก โดยเฉพาะในอวัยวะสืบพันธุ์ ส่งผลให้คุณภาพของสเปิร์มในระบบสืบพันธุ์ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้สเปิร์มเกิดความผิดปกติสูง Wouters *et al.* (2001) รายงานว่าองค์ประกอบของไขมันในอาหารพ่อแม่พันธุ์ควรจะอยู่ที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ หรือสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามระดับไขมันในอาหารที่มีมากเกินไปอาจทำให้เกิดผลเสียต่อกุ้งพ่อพันธุ์ได้ เมื่อกุ้งได้รับอาหารที่มีไขมันมากเกินความต้องการเข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดการสะสมและรอการนำพลังงานตรงนั้นไปใช้ ทำให้ร่างกายไม่ต้องการสารอาหารชนิดอื่น เป็นผลให้กุ้งขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายได้ (D' Abramo, 1997) Gonzalez-Felix *et al.* (2002) กล่าวว่าการเพิ่มระดับของ กรดไขมันจำเป็นมากเกินไป ทำให้อัตราการเติบโตของกุ้ง *P. japonicus* ลดลง เช่นเดียวกันการเพิ่มระดับ AA และ n-3 HUFA ที่มากเกินไป ในกุ้ง *P. monodon* (Rees *et al.*,1994; Glencross and Smith, 2001)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า อาหารเม็ดทดลองสลับกับอาหารธรรมชาติ สามารถส่งเสริมคุณภาพของระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ได้ดี อาจมาจากสมดุลของกรดไขมันแต่ละชนิด เป็นปัจจัยสำคัญที่

ทำให้คุณภาพของระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ พัฒนาดีขึ้นจากเดิม Glencross and Smith (2001) กล่าวว่า การเพิ่ม AA ในอาหารให้กุ้งกุลาดำจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อกรดไขมันจำเป็นตัวอื่นๆมีความเหมาะสมด้วย และพบว่า AA อย่างเดียวไม่ได้ช่วยในเรื่องการพัฒนาการเติบโต ซึ่งสาเหตุมาจากการไม่ได้ให้ความสำคัญต่อสมดุลของ *n*-3/*n*-6 ในอาหารของกุ้งกุลาดำ Bessonart *et al.* (1999) พบว่า AA ช่วยให้อัตราการรอดของปลา gilthead seabream ระยะวัยอ่อนสูงขึ้น ถ้าในอาหารนั้นมีสัดส่วนของ DHA/ EPA อยู่สูงด้วย Lytle *et al.* (1990) คาดว่าอาหารที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์กุ้งควรมีสัดส่วนของกรดไขมัน *n*-3 / *n*-6 อยู่สูง

นอกจากนี้พบว่า กุ้งที่นำมาทดลองเป็นกุ้งในวัยเจริญพันธุ์มีขนาดใหญ่ เพื่อนำมาเป็นพ่อพันธุ์ทดแทนกุ้งทะเล จึงไม่จำเป็นที่ต้องนำกรดไขมันไปใช้ในการเติบโตเหมือนกุ้งในระยะวัยรุ่น ดังนั้นการพบกรดไขมันในอวัยวะสืบพันธุ์ จึงน่าจะมีความจำเป็นมากกว่าการดึงกรดไขมันไปใช้ในกล้ามเนื้อเพื่อการเติบโต Glencross and Smith (2001) ศึกษาความต้องการ AA ของกุ้ง *P. monodon* ในระยะวัยรุ่นพบว่า AA อาจไม่มีความสำคัญต่อการส่งเสริมการเติบโตของกุ้งในระยะวัยรุ่นมากนัก แต่อาจจะมีความสำคัญสำหรับกุ้งในระยะเจริญพันธุ์ นอกจากนี้การที่เกิดการสะสมของกรดไขมันในอวัยวะสืบพันธุ์มากกว่าในตับ และกล้ามเนื้อในทุกกลุ่มการทดลองนั้น อาจบ่งบอกถึงการนำกรดไขมันที่จำเป็น ไปใช้ในเรื่องของการสืบพันธุ์ มากกว่าการเติบโตหรือการเก็บสะสมไว้เท่านั้น ดังเช่นในกุ้งแม่พันธุ์ที่พบว่า ไขมันในรังไข่จะมีองค์ประกอบของกรดไขมัน *n-3* HUFAที่ประกอบไปด้วย EPA และ DHA อยู่สูง มากกว่าในตับ (Wouters *et al.*,2001)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย

- พ่อพันธุ์จากธรรมชาติและพ่อพันธุ์จากบ่อดินก่อนการทดลองมีสัดส่วนของกรดไขมัน ทั้ง 3 ชนิดได้แก่ AA EPA และ DHAในอวัยวะสืบพันธุ์ ใกล้เคียงกันคือ 1: 1: 1 แต่มีปริมาณการสะสมกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดในอวัยวะสืบพันธุ์แตกต่างกันกล่าวคือ กุ้งบ่อดินก่อนการทดลองพบปริมาณกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดในอวัยวะสืบพันธุ์มากกว่ากุ้งทะเล (AA EPA และ DHA เป็น 12.44 10.67 และ 14.27 เปอร์เซ็นต์กรดไขมันรวม และ 5.73 6.65 และ 6.28 เปอร์เซ็นต์กรดไขมันรวม ตามลำดับ)
- เพรียงเลือดและเพียงทรายมีปริมาณการสะสมกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดคล้ายคลึงกัน โดยมีปริมาณการสะสม AA และ EPA มากกว่า DHA อย่างเห็นได้ชัด แต่เพรียงทรายมีสัดส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดสูงกว่าเพียงเลือด
- กุ้งบ่อดินก่อนการทดลองและกุ้งทะเล มีคุณภาพของระบบสืบพันธุ์เพศผู้ได้แก่ จำนวนสเปิร์มสุทธิ เปอร์เซ็นต์สเปิร์มที่มีชีวิตและน้ำหนักของถุงสเปิร์มไม่แตกต่างกัน แต่กุ้งบ่อดินก่อนการทดลองมีเปอร์เซ็นต์สเปิร์มผิดปกติน้อยกว่ากุ้งทะล
- หลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าคุณภาพของระบบสืบพันธุ์เพศผู้อันได้แก่ จำนวนสเปิร์มสุทธิ เปอร์เซ็นต์สเปิร์มที่มีชีวิต และน้ำหนักของถุงสเปิร์มของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ยกเว้นอาหารเม็ดทดลองมีเปอร์เซ็นต์สเปิร์มผิดปกติสูงสุด
- กุ้งบ่อดินก่อนการทดลองสามารถนำมาขุนต่อเพื่อให้เป็นพ่อพันธุ์ได้ในบ่อทดลองโดยกุ้งที่กินอาหารธรรมชาติ และ อาหารเม็ดทดลองสลับกับอาหารธรรมชาติ สามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์ให้ดีขึ้นได้ ระบบสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้ในกลุ่มทดลองดังกล่าว มีคุณภาพดีกว่าการให้อาหารเม็ด เพียงอย่างเดียว
- การสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ AA EPA และ DHA รวมทั้งการสะสม Σ *n*-3 Σ *n*-6 Σ *n*-3/ Σ *n*-6 และ HUFA ในอวัยวะสืบพันธุ์ของกุ้งเพศผู้ พบกุ้งทะเลมีปริมาณการสะสม EPA Σ *n*-3 และ Σ *n*-3/ Σ *n*-6 น้อยกว่า แต่มีปริมาณ Σ *n*-6 มากกว่า กุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง โดยที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่ากรดไขมันทั้งหมด
- หลังการทดลองเลี้ยง พบการสะสม AA มากที่สุดในกุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดทดลอง โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกุ้งบ่อดินก่อนการทดลองและกุ้งที่ได้รับอาหารพ่อแม่พันธุ์ตลาด ส่วนค่า EPA มีการสะสม มากที่สุดในกุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง และกุ้งที่ได้รับอาหารพ่อแม่พันธุ์ตลาด ส่วนค่า DHA มีการสะสมมากที่สุดในกุ้งที่ได้รับอาหารพ่อแม่พันธุ์ตลาด โดยแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากลุ่มทดลองอื่น
- หลังการทดลองเลี้ยง พบการสะสม Σ *n*-3 Σ *n*-3/Σ *n*-6 และ HUFA ในอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มากที่สุดในกุ้งที่ได้รับอาหารพ่อแม่พันธุ์ตลาด และกุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง แตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มทดลองที่เหลือ ส่วนค่า Σ *n*-6 พบมากที่สุดในกุ้งที่ได้รับอาหารทดลอง โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับทุกกลุ่มทดลอง

- การสะสม AA EPA และ DHA ในกล้ามเนื้อของกุ้งเพศผู้ พบ EPA และ DHA ในกุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง มากกว่ากุ้งทะเลอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$) แต่การสะสม AA ไม่มีความแตกต่างกัน
- กุ้งที่ได้รับอาหารทดลอง มีการสะสม AA ในกล้ามเนื้อมากสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง ส่วน EPA และ DHA มีมากที่สุดในกุ้งบ่อดินก่อนการทดลอง แตกต่างจากทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ และพบ EPA ในกุ้งที่รับอาหารพ่อแม่พันธุ์ตลาด แตกต่างจากกุ้งที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองและอาหารเม็ดทดลองสลับกับอาหารธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ
- การสะสม AA และ DHA ในตับของกุ้งเพศผู้ ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มการทดลอง ยกเว้น การสะสม EPA พบมากที่สุดใน กุ้งบ่อดินก่อนการทดลองและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกกลุ่มการทดลอง
- กุ้งทะเลและกุ้งบ่อดินก่อนการทดลองมีรูปแบบการเคลื่อนย้ายของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิด ในอวัยวะทั้ง 3 ได้แก่ อวัยวะสืบพันธุ์ ตับ และกล้ามเนื้อคล้ายคลึงกัน พบการสะสม AA มากสุดในอวัยวะสืบพันธุ์ รองลงมาคือ การสะสมในตับและกล้ามเนื้อ ส่วน EPA พบมากที่สุดในกล้ามเนื้อ ในระดับที่ใกล้เคียงกับอวัยวะสืบพันธุ์ และพบในตับน้อยที่สุด ส่วนการสะสม DHA พบมากในอวัยวะสืบพันธุ์ รองลงมาคือ กล้ามเนื้อและตับ
- หลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน พบกุ้งที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง มีรูปแบบการเคลื่อนย้ายของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดในอวัยวะทั้ง 3 คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ พบการสะสม AA, EPA และ DHA มากที่สุดในอวัยวะสืบพันธุ์ รองลงมาคือ กล้ามเนื้อ และมีการสะสมน้อยที่สุดในตับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำแนะนำและข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการเคลื่อนย้ายกรดไขมันจากอวัยวะหนึ่งไปสู่อีกอวัยวะหนึ่งโดยวิธีการฉีดสารกัมมันตภาพรังสีเข้าไปเพื่อดูว่าอาหารที่กุ้งได้รับเข้าไปมีการสะสมหรือนำไปใช้ที่ใดบ้าง
2. ควรมีการศึกษาต่อเรื่องกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของกุ้งเพศผู้ โดยศึกษาจากสัดส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ตัวใหม่อีกครั้ง
3. นำเฉพาะจำนวนเซลล์สเปิร์ม ที่อยู่ในถุงสเปิร์ม มาศึกษาเพื่อหาชนิดและปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเพื่อดูองค์ประกอบเฉพาะในสเปิร์มกุ้ง อาจสามารถบอกถึงความต้องการกรดไขมันที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างสเปิร์ม
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ควรใช้ชุดเดิมตลอดการทดลอง ซึ่งถ้าเปลี่ยนเครื่องมือและอุปกรณ์ใหม่อาจต้องเสียเวลาปรับวิธีการใช้ใหม่ทั้งหมดจะทำให้เสียเวลา และอาจทำให้งานเกิดความผิดพลาดได้
5. ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงกุ้งอาจมีความยากง่ายต่างกัน ดังนั้นควรศึกษาการเลี้ยงให้ดีก่อนทดลองจริง ซึ่งอาจเกิดผลเสียหลายอย่างเมื่อไม่สามารถเลี้ยงกุ้งให้มีชีวิตรอดได้ ทำให้เสียวัตถุดิบที่นำมาทดลอง เสียเวลา และทุนทรัพย์ในการทำการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย