บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการทดลอง

อาหารมีอิทธิพลต่อการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ สารอาหารที่มีการวิจัยมาก คือสารอาหารกลุ่มไขมันและกรดไขมัน (Millmena et al., 1986 ; Xu et al., 1994 ; Cahu et al., 1994 ; Cahu et al., 1995 ; Marsden et al., 1997 ; Wouters et al., 2001b) เนื่องจากองค์ประกอบในไข่กุ้ง ส่วนใหญ่เป็นไขมัน (Middleditch et al., 1980; Wouters et al., 2001a; Teshima and Kanazawa, 1983; Millamena et al., 1993 ; Wouters et al., 1999 ; Ravid et al., 1999) สารอาหารอื่นๆนอกจากไขมันที่มีการวิจัยบ้าง ได้แก่ แคโรทีนอยด์ (Merchie et al., 1998; Dall et al., 1995) และ วิตามินชนิดต่างๆ (Alava et al., 1993 cited after Wouters et al., 2001b; Bray et al., 1990)

อาหารธรรมชาติที่ส่งเสริมการเจริญของระบบสืบพันธุ์แม่กุ้งกุลาดำโดยทั่วไปได้แก่ เพรียง หมึก และหอยต่างๆ ซึ่งอาหารเหล่านี้อุดมไปด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) อันได้แก่ AA EPA DHA คอเลสเตอรอล สเตอรอล ฟอสโฟไลปิด และกรดอะมิโน (Chamberlain and Lawrence,1981) ล้วนมีความจำเป็นต่อการเจริญพันธุ์ของกุ้งทะเล (Kanazawa et al.,1977) โดยเฉพาะเพรียงนั้น มีหลักฐานว่าเป็นอาหารสำหรับพ่อแม่กุ้ง ทั้งในโรงเพาะฟักแถบซีกโลกตะวันตก (Kawahigashi, 1998) และแถบเอเชีย (อินเทคค์เวฟ, 2547)

ลักษณะเด่นของแม่เพรียง คือ การที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง และกรดไขมันแต่ละชนิด ก็ยังมีสัดส่วนเฉพาะ การศึกษาครั้งนี้ พบว่าเพรียงทรายและเพรียงเลือดของไทย ประกอบด้วย AA ในปริมาณสูงกว่า EPA และ DHA ประมาณ 5-12 เท่า ในขณะที่เพรียงหลายชนิด ยกเว้น lugworm ในงานวิจัยของ Lytle et al. (1990) จะมี DHA มากกว่า AA 2 เท่า ความสำคัญของแม่เพรียงในทัศนะของ Lytle et al. (1990) อยู่ที่สัดส่วนของ *n*-3 : *n*-6 ว่าควรจะมีสัดส่วนที่สูง จะเห็นได้ว่า แม่เพรียงต่างแหล่งมีชนิดและปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม แม่เพรียงไม่ว่าจะมาจากแหล่งใด ก็ได้รับการยอมรับว่าเป็นอาหารที่ดีที่สุดสำหรับการส่งเสริมความสมบูรณ์พันธุ์ของกุ้ง ดังนั้นความสำคัญของแม่เพรียงอาจไม่ขึ้นอยู่กับเฉพาะชนิดและองค์ประกอบของกรดไขมัน แต่ยังอาจมีปัจจัยอื่นๆอีก เช่น ฮอร์โมน (Lytle et al., 1990) ดังการทดลองของ

Naessens et al. (1997) ที่ทดแทนแม่เพรียงด้วย อาร์ทีเมีย ซึ่งเขา อธิบายเหตุผลว่า เนื่องจากอาร์ทีเมียเป็นแหล่งของฮอร์โมน ที่คล้ายคลึงกับเพรียง

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นงานทดลองแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างอาหารสำหรับแม่พันธุ์กุ้ง ที่กำหนดชนิดและสัดส่วนเฉพาะของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เลียนแบบอาหารธรรมชาติ โดยเฉพาะแม่เพรียง ผลที่ได้ สามารถสร้างสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงสามชนิด (AA : EPA : DHA) ใกล้เคียงกับเพรียงเลือด แต่สูตรอาหารที่สร้าง มี EPA ต่ำกว่าค่าในแม่เพรียง เนื่องจากการเพิ่ม EPA ลงในสูตร จะทำให้ไขมันรวมมีระดับสูงเกินไป อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของอาหารทดลองแม้จะมีค่าสูง ก็ยังน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์ที่มีวางขายอยู่ในตลาดที่ได้นำมาทดลองเปรียบเทียบ

ลักษณะเม็ดอาหารและกระบวนการทำอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้ง ต้องใช้กระบวนการที่แตกต่างจากอาหารกุ้งทั่วไป เช่นวิธีการอัดเม็ดอาหารไม่สามารถใช้เครื่องอัดอาหารชนิดแข็ง เนื่องจากความร้อนสูงในกระบวนการอัดเม็ด จะทำลายคุณค่าอาหารโดยเฉพาะวิตามินและกรดไขมัน เม็ดอาหารต้องมีความยืดหยุ่น และมีความชวนกินเป็นพิเศษ จึงได้ทำเป็นอาหารหมาด การเก็บรักษาอาหารที่ผลิต ก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง จำเป็นต้องเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ อายุของการใช้อาหารไม่เกิน 6 เดือน เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของคุณค่าอาหาร และการถูกออกซิไดซ์ของกรดไขมันในอาหาร การอัดแบบอัดหมาดในการศึกษานี้ ได้อาหารที่มีความคงตัวในน้ำเพียงพอต่อการจับกินโดยกุ้ง และกุ้งแสดงการยอมรับอาหารนี้เป็นอย่างดี

จากการทดลองเลี้ยงแม่กุ้งกุลาดำด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร เป็นเวลา 22 วันพบว่า แม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ สามารถพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ได้ถึงระยะที่ 4 การใช้อาหารเม็ดเพียงอย่างเดียว ไม่ว่าจะเป็นอาหารทดลอง หรืออาหารตลาด ทำให้ไข่และรังไข่แม่กุ้งพัฒนาได้ถึงระยะที่ 2 เป็นอย่างมาก ในปัจจุบัน ยังไม่มีงานวิจัยใดที่รายงานความสำเร็จของการใช้อาหารเม็ด 100 เปอร์เซ็นต์ในการขุนพ่อแม่พันธุ์กุ้ง การใช้อาหารเม็ดทดแทนอาหารธรรมชาติส่วนมาก จะทำให้พัฒนาการของรังไข่ รวมทั้งคุณภาพของไข่ และเปอร์เซ็นต์การฟักน้อยลง (Coutteau et al., 1998) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในกุ้ง *P. monodon* (สกนธ์ แสงประดับ, 2534) *L.stylirostris* โดย (Verstraete et al., 1995) และ *L. vannamei* (Wouters et al., 1999) สามารถกินอาหารเม็ดสูตรที่ทดลองขึ้นได้ 50% ร่วมกับอาหารธรรมชาติ และยังมีคุณสมบัติในการเพิ่มความถี่ในการวางไข่ และ เพิ่มความดกไข่ของกุ้ง

การวัดผลของอาหารต่อการพัฒนาการเจริญของระบบสืบพันธุ์กุ้ง ส่วนใหญ่จะทำการศึกษาผลของอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ความดกของไข่ การวางไข่ และ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ (reproductive performance) (สกนธ์ แสงประดับ, 2534; Verstraete et al., 1995 ; Wouters et

al., 1999 ; Naessens et al., 1997 ; Xu et al., 1994) การวัดค่าวัดเหล่านี้เป็นการวัดโดยอ้อม ซึ่งหากแม่กุ้งไม่สามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์ถึงระยะที่ 4 จะไม่สามารถวัดผลดังกล่าวได้ และ ค่า reproductive performance ยังอยู่ใต้อิทธิพลของปัจจัยหลายอย่างร่วมกันไม่เฉพาะเพียงปัจจัยด้านอาหาร เช่น อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ ความเข้มแสง การจัดการเลี้ยง การติดเชื้อโรค รวมถึงประสิทธิภาพในการผสมของไข่และสเปิร์ม การใช้ความเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อไข่และรังไข่เป็นตัวตรวจวัดในการทดลองครั้งนี้ เป็นการวัดโดยตรงในการตรวจวัดความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่กุ้ง เนื่องจากเป็นดัชนีที่ไม่มีอิทธิพลของปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่นเดียวกับ Medina et al. (1996) ที่ใช้วิธีการทางเนื้อเยื่อ มาตรวจวัดพัฒนาการของไข่และรังไข่ ระหว่างความแตกต่างของแม่กุ้งธรรมชาติและแม่กุ้งบ่อดิน

นอกจากการศึกษาโดยตรง ถึงพัฒนาการของไข่ในรังไข่โดยวิธีการทางเนื้อเยื่อ การวัดค่า GSI ก็สามารถนำมาใช้ในตรวจวัดพัฒนาการของรังไข่ได้อย่างถูกต้อง จากผลการทดลอง พบว่าค่า GSI แปรผันตรงต่อการพัฒนาของรังไข่ แต่ค่า HI ไม่มีความสัมพันธ์กับการพัฒนารังไข่เลย สอดคล้องกับผลการทดลองใน *P. japonicus* (Teshima and Kanazawa, 1983), *P. monodon* (Millamena et al., 1993), *P. kerathurus* (Medina et al., 1996) และใน *L.vannamei* (Wouters et al., 2001a)

ในรังไข่หนึ่งๆประกอบด้วยไข่หลายระยะ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของไข่แต่ละระยะ เปลี่ยนแปลงไปตามพัฒนาการของความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ รังไข่อ่อนจะมีเปอร์เซ็นต์ไข่ในระยะ previtellogenic สูง เมื่อไข่มีการพัฒนามากขึ้น เปอร์เซ็นต์ของไข่ระยะ vitellogenic จะเพิ่มมากขึ้น จนเมื่อรังไข่มีความสมบูรณ์เพศเต็มที่ จะพบเปอร์เซ็นต์ของไข่ในระยะ cortical rod สูงกว่าไข่ระยะอื่นๆ ทั้งอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ ประสบความสำเร็จในการทำให้แม่กุ้งเจริญพันธุ์ เพราะให้เปอร์เซ็นต์ไข่ระยะ cortical rod สูงเทียบเท่ากัน Medina et al. (1996) อธิบายว่า cortical rod มีความสำคัญในการพัฒนาไข่ โดยเกี่ยวข้องกับการสร้างวุ้นหุ้มรอบฟองไข่ เพื่อเตรียมสำหรับการวางไข่

ไขมันที่พบในรังไข่ ส่วนใหญ่มาจากอาหารที่กุ้งกินเข้าไป โดยจะมีการสะสมในตับก่อนจากนั้นส่งผ่านมายังรังไข่ ไขมันจะสะสมมากขึ้นเมื่อรังไข่มีการพัฒนา ยกเว้นในกล้ามเนื้อ โดยปริมาณไขมันในรังไข่จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อกุ้งวางไข่ (Teshima and Kanazawa, 1983 ; Millamena et al., 1993)

ชนิดของกรดไขมันที่สะสมในรังไข่ มีความจำเพาะ ส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันกลุ่ม PUFA คือ 16:0, 16:1n, 18:1n-9, 20:4*n*-6, 20:5*n*-3 และ 22:6*n*-3 (Teshima and Kanazawa, 1983; Wouters et al., 2001a) กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ คือ 20:4*n*-6, 20:5*n*-3

และ 22:6*n*-3 (Millamena et al., 1993) เนื่องจากกุ้งไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันกลุ่มนี้ หรือสังเคราะห์ได้น้อยมาก (Kanazawa et al., 1979a ; Xu et al., 1994) กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง 3 ชนิดนี้มีบทบาทเฉพาะกับการเจริญของระบบสืบพันธุ์กุ้ง โดย EPA หน้าที่เกี่ยวกับความดกของไข่ DHA มีบทบาทเกี่ยวกับระยะเริ่มต้นของขบวนการสร้างตัวอ่อน (embryogenesis) อัตรารอด และการฟักไข่ (Xu et al., 1994) และ AA มีหน้าที่เกี่ยวกับการฟักไข่ รวมทั้งเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนโพสตาแกลนดิน ซึ่งควบคุมการเจริญเติบโตและหน้าที่ในระบบสืบพันธุ์ (Cahu et al., 1995)

การสะสมของ HUFA 3 ชนิดนี้มีหลายรูปแบบ เช่น ในรังไข่ที่เจริญเต็มที่จะพบ DHA ในปริมาณที่มากกว่า EPA และ AA เช่นใน *P. japonicus* (Teshima and Kanazawa, 1983) หรือ EPA มากกว่า DHA และ AA เช่นใน *L .vannamei* (Wouters et al., 2001a), *P. setiferus* (Middledith et al.,1980) *Pleoticus muelleri* (Jeckel et al.; 1989) หรือ AA มากกว่า EPA และ DHA ใน *P. monodon* จากการทดลองของ Millamena et al. (1993) รวมทั้งยังรายงานถึงการเปลี่ยนแปลงการสะสมกรดไขมันสูงตามพัฒนาการของรังไข่ของกุ้ง *P. monodon* กล่าวคือ ที่ไข่อ่อนจะสะสม EPA > AA > DHA ไข่ระยะที่ 2 ถึง 4 จะมีการสะสม AA > EPA > DHA

การทดลองนี้ พบว่าแม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติมีรูปแบบการสะสมของกรดไขมันในรังไข่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือที่รังไข่ทุกระยะมีการสะสมของ DHA มากกว่า EPA และ AA ปริมาณของ HUFA ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มลดลงตามระยะการพัฒนาของรังไข่ ยกเว้นแต่ระดับของ DHA ในกลุ่มควบคุมที่คงที่ หากวิเคราะห์จากชนิดและปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มีอยู่ในรังไข่ที่เจริญเต็มที่ DHAจะมีความสำคัญมากที่สุด ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการค้นพบของ Teshima et al. (1988) ในกุ้ง *P. japonicus* , Levine and Sulkin (1984) ในกุ้ง *Eurypanopeus depressus* , Lytle et al. (1990) ในกุ้ง *P. vannamai* , Naessens et al. (1997) ในกุ้ง *P. monodon* และ Wehrtmann and Graeve (1998) ในกุ้ง *P. schmitti* โดยในอาหารควรมีระดับของ DHA ตั้งแต่ 7- 20%ของกรดไขมันรวม (Teshima and Kanazawa et al., 1983 ; Naessens et al., 1997 ; Wehrtmann and Graeve, 1998 ; Wouters et al., 2001a ; และการทดลองครั้งนี้)

อย่างไรก็ตาม การมี DHA ในระดับที่สูง อาจไม่ใช่เป็นเพียงปัจจัยเดียวที่ควรคำนึงถึง จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่า สัดส่วนของกรดไขมัน *n*3 : *n*6 ก็เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาขั้นสุดท้ายของรังไข่และไข่ เมื่อเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างอาหารที่สามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์ถึงระยะที่ 4 กับอาหารที่ทำให้รังไข่กุ้งพัฒนาได้เพียงระยะที่ 2 พบว่า สัดส่วนของกรดไขมัน *n*3 : *n*6 ในรังไข่ของแม่กุ้งกลุ่มแรก จะมีสัดส่วนมากกว่า *n*3 : *n*6 ของอาหารที่ทำให้รังไข่พัฒนาช้า (*n*3 : *n*6 เท่ากับ 3 และ 1 ตามลำดับ) สอดคล้องกับการทดลองใน *L. vannamei*

(Wouters et al., 2001a) Lytle et al. (1990) พบว่าสัดส่วนของ *n*3 : *n*6 มีผลต่อการพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ของกุ้ง กล่าวคือ หากสัดส่วนของ *n*3 : *n*6 มีสูง จะทำให้กุ้งมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ดีขึ้น

การสะสมของกรดไขมันและไขมันในตับ จะมีความสำคัญโดยจะถูกส่งผ่านไปยังรังไข่และไข่ตามลำดับ (Millamena, 1993) โดยจากการศึกษาของ Wouters et al. (2001b) พบการสะสมของ AA, EPA และ DHA ในตับและกล้ามเนื้อ ปริมาณมาก โดย Middleditch et al. (1980) พบปริมาณของ DHA มากกว่า EPA และ AA ในตับ และกล้ามเนื้อของ *P. setiferus* กรดไขมันชนิด AA, EPA และDHA ที่สะสมในกล้ามเนื้อ มีปริมาณค่อนข้างคงที่ไม่แตกต่างกันมากในทุกระยะความสมบูรณ์พันธุ์ ตรงกับการศึกษาในกล้ามเนื้อของแม่กุ้งที่ได้รับอาหารทดลองชนิดต่างๆ ทั้ง 4 สูตร ดังนั้นกรดไขมันที่พบในกล้ามเนื้ออาจไม่มีอิทธิพลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของกุ้งกุลาดำ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า อาหารทดลองสามารถนำมาทดแทนอาหารธรรมชาติได้ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยสาเหตุที่ทำให้อาหารทดลองและอาหารตลาดสามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์ได้ช้า หรือไม่พัฒนาอาจเนื่องมาจากปริมาณไขมันในอาหาร จากการวิจัยของ Millamena et al. (1986) Benzie (1997) และ Naessens et al.(1997) โดยพบว่า ความต้องการไขมันจะมีสูงในแม่กุ้งที่กำลังพัฒนาระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากมีการสะสมไขมันในปริมาณมากในรังไข่ (D'Abramo, 1990) โดยอาหารที่ให้แม่พันธุ์กุ้งควรมีระดับไขมันประมาณ 10 – 11 เปอร์เซ็นต์ (Bray et al., 1990 ; Marsden et al.,1997) ซึ่งมีปริมาณไขมันมากเกิน ส่งผลทำให้อัตราการย่อยอาหารลดลง ทำให้กุ้งได้รับพลังงานเพียงพอเมื่อได้รับอาหารเพียงเล็กน้อย (Aranyakanada and Lawrence, 1994) และอาจทำให้กุ้งได้รับสารอาหารไม่พอเพียง (D'Abramo, 1997) ซึ่งอาจมีผลต่อกระบวนการพัฒนาระบบสืบพันธุ์

แม้ความต้องการโปรตีนของแม่พันธุ์กุ้งจะสำคัญในด้านการเจริญเติบโตมากกว่า แต่รายงานของ Harrison (1990) พบว่า อาหารที่ใช้ทดลองสำหรับแม่พันธุ์กุ้งควรอยู่ในระดับประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยอ้างถึงความสำคัญของการสังเคราะห์ egg yolk protein, Hormone peptide และ enzymes รวมถึงเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง haemolymph lipoprotiens (e.g. vitellogenin) ovarian lipoproteins (e.g. vitellin) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (Lubzens et al., 1995 cited after Wouters et al., 2001b) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในรังไข่ของ *P. indicus* พบว่ามีระดับโปรตีนในรังไข่เพิ่มขึ้น (Read and Caulton, 1980)

สาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากฮอร์โมน โดยในการศึกษาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารธรรมชาติพบ ecdysone hormone ซึ่งจะมีผลทำให้การพัฒนาของรังไข่สูงขึ้นในสัตว์ตระกูลครัสเตเซียน (Laufer et al.,1998) รวมทั้งความดกและอัตราการฟักของไข่เพิ่มสูงขึ้น

ใน *L. vannamei* และ ใน *P. monodon* (Hall et al., 1999) โดยจะพบ reproductive hormone ในอาร์ทีเมียในระยะสมบูรณ์เพศ (Naessens et al., 1997) methyl farnesoate hormone ในเพรียงเลือด (Laufer et al.,1998) ในหมึก และหอยก็มีฮอร์โมนที่กระตุ้นการพัฒนาของ secondary vitellogenesis ที่อุดมไปด้วยคลอเรสเตอรอล และประกอบด้วย sexual steroids ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น vitellogenesis ในกุ้ง (Mendoza et al., 1997 ; Kanazawa, 1989 cited after Wouters et al., 2001b) ซึ่งฮอร์โมนที่พบในอาหารธรรมชาติอาจมีผลทำให้แม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติหรือมีอาหารธรรมชาติผสม มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ดีขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย

1. อาหารธรรมชาติของพ่อแม่พันธุ์กุ้งพบว่า หมึกมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด รองลงมาคือ เพรียงทราย หอยนางรม และเพรียงเลือด ในส่วนของปริมาณไขมัน พบว่า เพรียงทรายมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ หอยนางรม เพรียงเลือด และหมึก
2. ในแม่กุ้งกุลาดำธรรมชาติ กล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่มีการสะสมของ กรดไขมันในกลุ่ม *n*3 และ *n*6 มากที่สุด รองลงมาคือ รังไข่ และตับ ในส่วนของปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิดพบว่า ในกล้ามเนื้อ ตับ และรังไข่ พบ DHA มากที่สุด รองลงมาคือ EPA และ AA
3. หมึกมีการสะสม *n*3 มากที่สุดรองลงมาคือ เพรียงทราย เพรียงเลือด และหอยนางรม แต่เมื่อดูการสะสม *n*6 พบว่าเพรียงเลือด มีการสะสมมากที่สุด รองลงมาคือ เพรียงทราย หมึก และหอยนางรม และเมื่อดูสัดส่วนของ *n*3 : *n*6 พบว่า หมึกมีสัดส่วน *n*3 : *n*6 มากที่สุด รองลงมาคือ หอยนางรม เพรียงทราย และเพรียงเลือด
4. เพรียงเลือด และเพรียงทราย มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด AA สูงสุด รองลงมาคือ EPA และ DHA แต่ในหมึก จะมี DHA สูงสุด รองลงมาคือ EPA และ AA ส่วนในหอยนางรม พบ ปริมาณกรดไขมันชนิด EPA สูงสุด รองลงมาคือ DHA และ AA
5. เมื่อดูอัตราส่วนของกรดไขมันชนิด AA : EPA : DHA ในอาหารธรรมชาติ พบว่า หมึก มีอัตราส่วนเท่ากับ 1 : 1.6 : 2.4 หอยนางรม มีค่าเท่ากับ 1 : 3 : 1.4 เพรียงเลือด มีค่าเท่ากับ 5.8 : 5.6 : 1 และเพรียงทรายเท่ากับ 12 : 7 : 1
6. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง คือ โปรตีน เท่ากับ 46.82 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน เท่ากับ 14.08 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดไขมันในกลุ่ม *n*3 และ *n*6 เท่ากับ 10.3 และ 25.43 เปอร์เซ็นต์กรดไขมันสุทธิ ตามลำดับ โดยอัตราส่วน *n*3 : *n*6 เท่ากับ 0.41 ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด AA เท่ากับ 25.43 EPA เท่ากับ 5.00 และ DHA เท่ากับ 5.30 เปอร์เซ็นต์กรดไขมันสุทธิคิดเป็นสัดส่วนของ AA : EPA : DHA เท่ากับ 5 : 1 : 1
7. จากการศึกษาทดลองเลี้ยงแม่กุ้งกุลาดำ ด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร พบว่า แม่กุ้งที่ได้รับอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ มีอัตราการรอดตายสูงสุด รองลงมาคือ อาหารทดลอง อาหารธรรมชาติ และอาหารตลาด
8. การศึกษาความสมบูรณ์พันธุ์ ได้แก่ ค่า GSI และ HI พบว่า แม่กุ้งที่ได้รับอาหารชนิดต่างๆ มีค่า GSI สูงขึ้น แต่ค่า HI คงที่ เมื่อไข่และรังไข่แม่กุ้งมีการพัฒนา

9. แม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ สามารถพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ได้ถึงระยะที่ 4 แม่กุ้งที่ได้รับอาหารทดลอง สามารถพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ได้ถึงระยะที่ 2 และ แม่กุ้งที่ได้รับอาหารตลาด สามารถพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์ได้ถึงระยะที่ 1
10. แม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ มีค่าเปอร์เซ็นต์ของไข่ในระยะ previtellogenic เท่ากับ 32.65 และ 38.19 ระยะ vitellogenic เท่ากับ 11.29 และ 0.19 และระยะ Cortical rod เท่ากับ 70.03 และ 75.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
11. องค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง 3 ชนิด ในรังไข่ ตับ และกล้ามเนื้อ ของแม่กุ้งเฉพาะกลุ่มที่รังไข่พัฒนาถึงระยะสุดท้าย (แม่กุ้งที่ได้รับอาหารธรรมชาติ และอาหารทดลองผสมอาหารธรรมชาติ) มีการสะสม DHA > EPA > AA

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บตัวอย่างอาหารธรรมชาติทุกฤดู และต่างสถานที่ เพื่อเปรียบเทียบกัน
2. ควรมีการเก็บตัวอย่างแม่กุ้งกุลาดำที่สมบูรณ์พันธุ์ที่ระยะต่างๆ
3. ควรมีการศึกษาการนำไปใช้ของกรดไขมันโดยใช้สารกัมมันตรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย