บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุกรมวิธานและชีววิทยาของกุ้งกุลาดำ

1. อนุกรมวิธาน Putchakan (1991 citing Frabricius, 1978) จัดลำดับของกุ้งกุลาดำไว้ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Order Decapod

Suborder Natantia

Family Penaeidae

Subfamily Penaeinae

Genus Penaeus

Spicies monodon

Scientific name Penaeus monodon

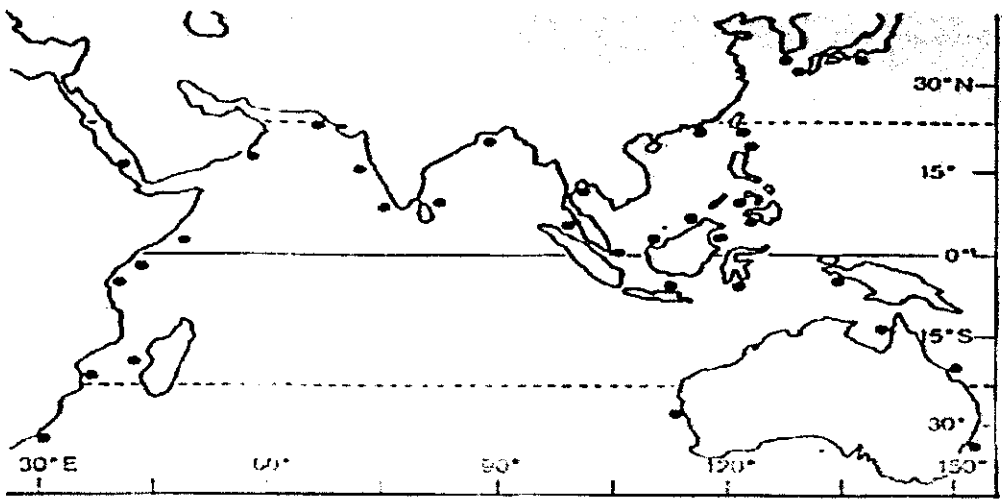
Common name Supo, Giant tiger prawn, Jumbo tiger prawn, Leader, Blue tiger or panda

2. ชีววิทยาของกุ้ง

2.1 ลักษณะทางกายภาพ กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ โดยมีความยาวประมาณ 18-25 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มวัย เปลือกหัวเกลี้ยงไม่มีขน มีกรีที่โค้งยาว ฟันกรีด้านบนมี 7-8 ซี่ ส่วนด้านล่างมี 3 ซี่ ช่องข้างกรีทั้งสองด้านแคบและยาวไม่ถึงฟันกรีซี่สุดท้าย มีสันข้างตับ (Hepatic crest) ยาวขนานกับลำตัว ลำตัวมีสีน้ำตาลเข้มสลับกับสีขาวพาดขวาง ขาเดินและขาว่ายน้ำมีสีน้ำตาล ส่วนก้ามที่ขาเดินและขนที่ขาว่ายน้ำมีสีแดง

2.2 ลักษณะนิสัย กุ้งกุลาดำตัวเต็มวัยชอบอาศัยพื้นดินโคลนปนทรายในทะเลลึกส่วนวัยอ่อนเป็นแพลงก์ตอนว่ายน้ำได้อย่างอิสระ เมื่อเข้าสู่ระยะวัยรุ่นจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ชายฝั่งเพื่อเลี้ยงตัวและเดินทางกลับสู่ทะเลเมื่อโตเต็มวัยเพื่อผสมพันธุ์ มีความทนทานสูงสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี โตเร็ว ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอุณหภูมิและความเค็มในช่วงกว้าง

2.3 ถิ่นอาศัย กุ้งกุลาดำ มีการกระจายอย่างกว้างขวางในน่านน้ำแถบอินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย อินเดียและไทย โดยมีการกระจายที่ละติจูด 30 องศา ถึง 155 องศาตะวันออกและที่ละติจูด 35 องศาเหนือ ถึง 35 องศาใต้ (ภาพที่ 1)

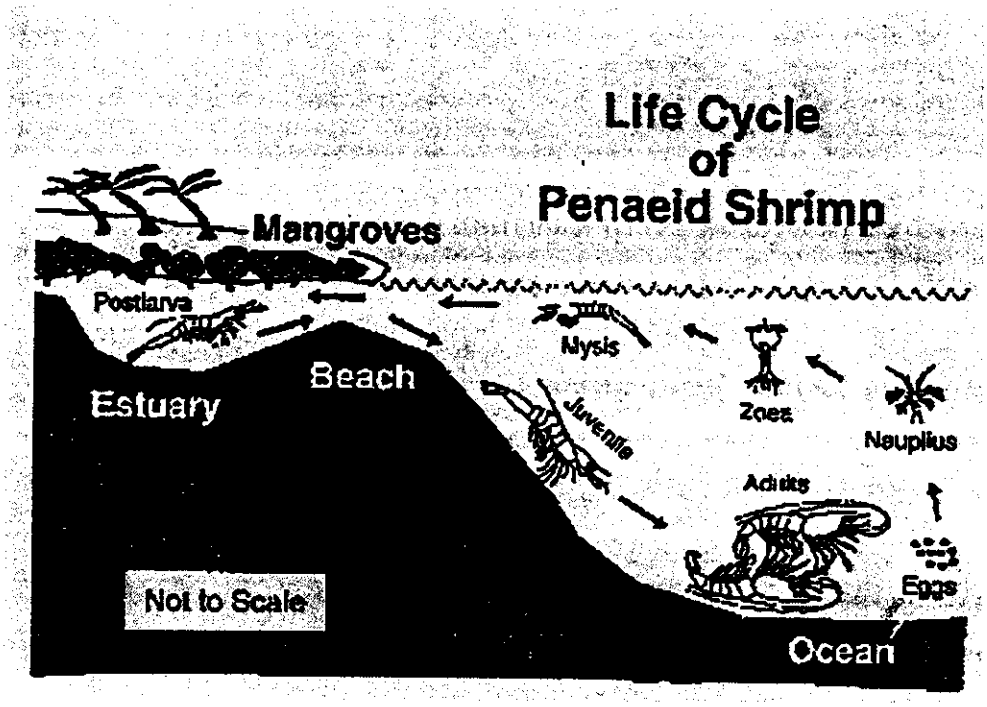


ภาพที่ 1 การแพร่กระจายของกุ้งกลาดำ (*Peneaus monodon*) (Putchakan, 1991 citing Motoh, 1985)

2.4 วงจรชีวิต กุ้งกุลาดำมีอายุประมาณ 18-24 เดือน วางไข่ในทะเลลึกที่ระดับน้ำประมาณ 20-40 เมตร ใกล้กับพื้นดิน หลังจากนั้นตัวอ่อนจะค่อย ๆ เคลื่อนเข้าหาชายฝั่งบริเวณป่าชายเลน หลังจากมีอายุมากขึ้นและขนาดใหญ่ขึ้น กุ้งกุลาดำจะค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปในทะเลลึก เพื่อหาโอกาสผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป (ภาพที่ 2)

2.5 การกินอาหาร กุ้งกุลาดำสามารถหาอาหารโดยการรับรู้จากการถูกกระตุ้นผ่านทางศูนย์รับรู้ทางเคมี (Chemoreceptive Setae) ที่อยู่บน Antennule กุ้งอาศัยการคีบจับและฉีกอาหารให้มีขนาดเล็กลงแล้วจึงกัดกินอาหารผ่านไปยังหลอดอาหารซึ่งมีเมือกหล่อลื่น ที่ขับออกมาจากต่อมที่ผนังหลอดอาหาร ทำให้การส่งผ่านอาหารเข้าไปสู่กระเพาะอาหารสะดวกขึ้น การย่อยอาหารจะยังไม่เกิดขึ้นจนกว่าอาหารจะเข้าสู่กระเพาะอาหารส่วนหน้า ในบริเวณนี้จะมีส่วนที่คล้าย ๆ ฟัน ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ (Gastric Mill) ทำหน้าที่บดอาหารให้มีขนาดเล็กลง หลังจากนั้นอาหารจะผ่านการคัดกรองด้วยส่วนที่คล้าย ๆ ขนหรือซี่หวี ซึ่งจะทำหน้าที่กันอาหารที่มีขนาดใหญ่ปล่อยให้อาหารที่มีขนาดเล็กมากเท่านั้นผ่านสู่กระเพาะอาหารส่วนท้ายที่เรียก ไพโลริก (Pyrolic Stomach) ซึ่งทำการกรอง เลือกเฉพาะอาหารที่มีขนาดเล็กมากอีกครั้งหนึ่งก่อนที่เข้าไปตับ

และตับอ่อน เพื่อทำการย่อยขั้นสุดท้ายและนำอาหารที่ย่อยแล้วดูดซึมไปใช้ในร่างกายต่อไป (กรมประมง, 2542)



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ (*Peneaus monodon*) (Russett, 2001 citing Rosenberry, 1999)

2.6 การลอกคราบ กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์ที่จำเป็นต้องการลอกคราบ เพื่อการเจริญเติบโตและอยู่รอด หากเกิดปัญหาในการลอกคราบขึ้นจะทำให้กุ้งหยุดการเจริญเติบและตายในที่สุด การลอกคราบของกุ้งแต่ละครั้งขึ้นอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทส่วนกลางและฮอร์โมนที่ Y-organ เป็นผู้สร้าง ซึ่งกุ้งจะลอกคราบเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

2.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการลอกคราบ

2.6.1.1 อายุ กุ้งที่มีอายุมากขนาดใหญ่จะใช้เวลาในการลอกคราบนานขึ้น

2.6.1.2 อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งของสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบและขบวนการควบคุมการลอกคราบไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะเป็นตัวเร่งให้มีการลอกคราบ ถ้าอุณหภูมิต่ำการลอกคราบจะช้าลง ซึ่งโดยปกติแล้วอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลต่อการเผาผลาญอาหารและก่อให้เกิดการเครียดต่อสัตว์ทุกชนิด (ประจวบ หลำอุบล, 2537)

2.6.1.3 ฤดูกาล มีต่ออุณหภูมิน้ำ เพราะอุณหภูมิของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ

2.6.1.4 ความเค็ม ในสภาวะความเค็มสูงหรือต่ำกว่าความเข้มข้นของเลือดภายในตัวกุ้ง กุ้งต้องใช้พลังงานในการปรับสมดุลเกลือและน้ำมาก ในสภาวะนี้ทำให้กุ้งโตช้ากว่าสภาวะปกติ (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542)

2.6.1.5 อาหารและแร่ธาตุ กุ้งสามารถดูดซึมเกลือแร่จากน้ำและอาหารเข้ามาใช้ในร่างกาย โดยผ่านทางเหงือกและผนังเซลล์ของลำไส้ (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) ในการลอกคราบ นอกจากจะมีการดึงแร่ธาตุจากเปลือกเก่าแล้ว ยังต้องมีการสะสมแร่ธาตุโดยการดูดซึมจากน้ำภายนอกเข้าไปทางเหงือก และสะสมอาหาร พลังงาน โดยการกินอาหารเข้าไปอีกด้วย อาหารถือว่าเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ โดยก่อนการลอกคราบครั้งถัดไป กุ้งจะกินอาหารน้อยลงมีการดึงพลังงานที่ตับอ่อนคือ ไกลโคเจนและกรดไขมัน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่สำคัญในเมททาบอลิซึมของกุ้ง ประจวบ หลำอุบล (2537) กล่าวไว้ว่าระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) เป็นตัวกระตุ้นการลอกคราบขึ้นอยู่กับความสามารถในการสะสมอาหารของตับอ่อนที่ต้องให้พร้อมก่อนที่จะส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง คุณค่าของอาหารจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง

บทบาทและการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย

กุ้งกุลาดำ *(Penaeus monodon)* เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีการนำมาเพาะเลี้ยงมากที่สุดในโลกเมื่อเทียบกับกุ้งชนิดอื่น ๆ โดยมีการเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มและประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิต (Yap, 2000 citing FAO Aquaculture Statistic, 1997) (ตารางที่ 1) และเป็นผู้ในนำการ ส่งกุ้งเป็นสินค้าออกในสภาพสดแช่แข็งและแปรรูปไปขายในประเทศ ต่าง ๆ เช่นสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และยุโรป ทำรายได้เข้าประเทศ ในปี พ.ศ.2542 มีมูลค่ามากกว่า 80,000 ล้านบาท มีผลผลิตรวมประมาณ 204,522 เมตรตริกตันจัดเป็นอันหนึ่งของประเทศในฝั่งตะวันออกโดยผลิตได้ 31% ของผลผลิตรวม 642,750 เมตรตริกตัน หรือประมาณ 24.56% ของโลก ในปี 1999 ในพื้นที่ 500,000 ไร่ (80,000 เฮกเตอร์) ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 400 กิโลกรัม มีโรงเพาะฟักมากกว่า 1,000 แห่งจำนวนฟาร์มที่เลี้ยงกุ้งสู่ตลาด ประมาณ 20,000 ฟาร์ม ส่วนมากเลี้ยงแบบพัฒนาบริเวณชายฝั่งของประเทศไทย และบริเวณที่ใกล้แม่น้ำหรือคลองชลประทาน (ประจวบ หลำอุบล, 2537 อ้างอิงจาก World Shimp Farming, 1999)

การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มขึ้นที่จังหวัดชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน ช่วงแรกจะทำการเลี้ยงด้วยระบบธรรมชาติโดยการสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติกักเก็บไว้ในพื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อให้ลูกกุ้งที่ติดมากับน้ำเจริญเติบโต โดยไม่ต้องให้อาหารและออกซิเจน รอประมาณ 3-4 เดือน เมื่อลูกกุ้งโตได้ขนาดจึงทำการจับขาย การเลี้ยงกุ้งมีการพัฒนา

เรื่อยมาจนในปี พ.ศ.2515 กรมประมงสามารถผลิตลูกกุ้งในโรงเพาะฟักได้สำเร็จ และระบบการเลี้ยงเปลี่ยนมาเป็นระบบกึ่งพัฒนา (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) โดยเริ่มแรกใน ปี พ.ศ. 2516 มีจำนวนการเลี้ยงกุ้งเพียง 1,462 ฟาร์ม พื้นที่การเลี้ยง 71,687 ไร่ มูลค่าการผลิต 35.3 ล้านบาท (กองเศรษฐกิจประมง, 2543) และมีการพัฒนาขยายพื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้งในระบบฟาร์มเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2520-2530 มีพื้นที่การเลี้ยงอยู่แถบชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปริมาณการเลี้ยงเพิ่มขึ้นประกอบกับการขาดระบบจัดการที่ดี ทำให้เกษตรกรประสบปัญหา เช่นโรคระบาด และมลภาวะ เกษตรกรจึงแก้ไขปัญหาโดยการเปลี่ยนพื้นที่การเลี้ยง เช่น ในปี พ.ศ.2531-2535 เริ่มมีการแพร่ขยายพื้นที่ทางภาคใต้และฝั่งทะเลอันดามันในช่วงปี พ.ศ.2536-2540 มีการพัฒนาการเลี้ยงโดยมีการเลี้ยงกุ้งระบบปิดและเริ่มหันไปเลี้ยงกุ้งที่ระบบความเค็มต่ำ โดยขยายพื้นที่ในการเลี้ยงเขตน้ำจืดที่น้ำทะเลท่วมถึงเขตลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้มีพื้นที่การเลี้ยงรวมทั้งประเทศ 550,460 ไร่ ผลผลิตของกุ้งกุลาดำความเค็มต่ำในปี พ.ศ.2541 มีมูลค่า 4,645 ล้านบาท มีปริมาณ 21,085 ตัน จากผลผลิตทั้งประเทศ 252,731 ตัน มีมูลค่า 58,960 ล้านบาทคิดเป็น 8.34% ของพื้นที่การเลี้ยงทั้งประเทศ (กองเศรษฐกิจประมง, 2543) การเลี้ยงกุ้งความเค็มต่ำเป็นความหวังของเกษตรกรและมีแนวโน้มของการขยายพื้นที่ในการเลี้ยงมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ต้องออกกฎกระทรวงกำหนดพื้นที่ทุกจังหวัดทั่วประเทศเป็นเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม มาตรา 43 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ยกเว้นพื้นที่จังหวัดชายทะเล หรือพื้นที่จังหวัดที่มีน้ำทะเลท่วมถึง (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2514) เพื่อป้องกันการขยายตัวมากเกินไปและเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้

ตารางที่ 1 สายพันธุ์กุ้งที่มีการนำมาเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่ในฟาร์ม (Russett, 2001 citing Rosenberry, 1999)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ผลผลิตของโลก (%)
Giant tiger	*P.monodon*	56
Western white	*P.vanamei*	16
Asian white	*P.merguiensis or P.indicus*	17
Chinese white	*P.chinesis or P.orientalis*	6
Western blue	*P.stylirostris*	4
Japanese kuruma	*P.japonicus*	<1

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระบบความเค็มต่ำ

กุ้งกุลาดำ เป็นกุ้งทะเล สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเค็มกว้างคือ 10-35 ส่วนในพันส่วน แต่กุ้งกุลาดำมีกลไกในการควบคุมเกลือแร่และน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง ทำให้สามารถควบคุมปริมาณเกลือในร่างกายให้สมดุลได้ แม้จะอยู่ในน้ำที่มีความเค็มสูงหรือต่ำกว่าปกติ แต่การเจริญเติบโตของกุ้งจะช้าลง เพราะต้องใช้พลังงานอย่างมากในการรักษาสมดุลเกลือแร่ในเลือด (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งในระบบความเค็มต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงวิธีการเลี้ยง เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นซึ่งวิธีที่ใช้ใกล้เคียงกับการเลี้ยงกุ้งในพื้นที่น้ำเค็มจะแตกต่างกันบ้างในบางขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการปรับสภาพลูกกุ้งให้เข้ากับน้ำความเค็มต่ำที่ระดับ 0-1 ส่วนในพันส่วน ซึ่งถือว่าเป็นสภาพน้ำจืด ปริมาณแร่ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำจะมีปริมาณน้อยกว่าในน้ำเค็ม ส่งผลให้กุ้งต้องใช้พลังงานในการปรับสมดุลของแร่ธาตุและในน้ำในร่างกาย (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) จึงมักพบปัญหากุ้งที่เลี้ยงน้ำหนักตัวต่ำ เปลือกบาง การเจริญเติบโตช้า (ปาริยา สุขสวัสดิพร, 2543) นอกจากนี้ ชลอ ลิ้มสุวรรณ (2543) กล่าวไว้ว่าในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระบบความเค็มต่ำกว่า 8 ส่วนในพันส่วน ส่งผลให้เปลือกกุ้งที่ลอกคราบแข็งตัวช้า เกิดปัญหากินกันเอง เนื่องจากเปลือกเก่าที่ถูกสลัดออกมาเป็นเพียงไคตินบาง ๆ เท่านั้น ไม่มีแร่ธาตุและสารประกอบอย่างอื่น ๆ เหลืออยู่เลย เปลือกที่ลอกมีลักษณะบางและกรอบ ในระยะที่มีการสลัดเปลือกออกจะเป็นช่วงวิกฤตของกุ้ง เมื่อเปลือกใหม่ยังไม่สมบูรณ์ มีลักษณะอ่อนนุ่ม ในระยะนี้กุ้งจะอยู่ในสภาพอ่อนแอ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาเปลือกให้แข็งโดยเร็ว ในสภาพการเลี้ยงแบบพัฒนามีการปล่อยกุ้งอย่างหนาแน่น ถ้าสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสม ประกอบกับเปลือกกุ้งแข็งตัวช้า โอกาสที่จะถูกกุ้งที่ยังไม่ลอกคราบเข้ามากินจึงมีสูง

สารอาหารที่สำคัญ

1. โปรตีน เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในเนื้อเยื่อกุ้งในรูปน้ำหนักแห้ง 60-70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนโดยทั่วไปประกอบด้วยคาร์บอน 50-55 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 21.5-23.5 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 15.5-18 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 6.5-7.5 เปอร์เซ็นต์ กำมะถัน 0.5-2 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0-1.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานทุกระบบในร่างกาย โดยโปรตีนมีหน้าที่ดังนี้คือ ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย โดยสร้างเซลล์ใหม่แทนที่เซลล์เก่า ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกายทำให้มีขนาดหรือน้ำหนักเพิ่มขึ้น เป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกายและเป็นส่วนประกอบของสารที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน สารต้านทานโรค และเฮโมโกบินเป็นต้น (วีรพงศ์ วุฒิพันธ์ชัย, 2536)

2. ไขมัน เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับโปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ไขมันเป็นสารประกอบหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ (Cell Membrane) ที่ทำหน้าที่ปกป้องเซลล์ และควบคุมการเข้าออกของสารเคมีที่ผ่านเข้าเซลล์ อันได้แก่สารอาหารที่จำเป็นต่อเซลล์ เกลือแร่ วิตามิน ฮอร์โมน ซึ่งไขมันเป็นสารอินทรีย์ประกอบด้วยน้ำมัน กรดไขมัน ฟอสโฟลิปิด สเตอริต เป็นต้น (วินัย ดะห์ลัน, 2539)

2.1 กรดไขมัน กรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์ที่มีโฮโดรคาร์บอนสายยาว มาเกาะอยู่ปลายข้างหนึ่งเป็นหมู่คาร์บอกซิล (COOH) และอีกข้างหนึ่งเป็นหมู่เมธิล (CH_3) กรดไขมันส่วนใหญ่ไม่พบเป็นรูปอิสระตามธรรมชาติ แต่มี Esterification กับสารประกอบ ลิพิดอื่น ๆ ซึ่งกรดไขมันสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ใหญ่ ๆ คือ

2.1.1 กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) เป็นกรดไขมันที่โซ่คาร์บอนสั้นและไม่มีพันธะคู่ จึงทำให้มีจุดหลอมเหลวสูง (มากกว่า 60 องศาเซลเซียส) ดังนั้นกรดไขมันชนิดนี้จึงแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง และกรดอะซิติก (acetic acid, CH_3 COOH) จะเป็นต้นกำเนิดของกรดไขมันอิ่มตัวโดยขบวนการ Elongation คือการเพิ่มจำนวนคาร์บอนเข้าไปครั้งละ 2 อะตอม น้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่มากจะอยู่ในสภาพที่เป็นไข และมีสภาพที่แข็งตัวเมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำหรือในฤดูหนาว เช่น น้ำมันหมู, น้ำมันวัว เป็นต้น กรดไขมันอิ่มตัวที่พบเป็นองค์ประกอบในน้ำมันทั่วไป เช่น Myristic Acid (14: 0), Palmitic Acid (16: 0)

2.1.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) เป็นกรดไขมันที่มีโซ่คาร์บอนยาว (18-22 คาร์บอน) และมีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุลตั้งแต่ 1-6 คู่ กรดไขมันกลุ่มนี้มีจุดหลอมเหลวต่ำ อนึ่งจุดหลอมเหลวของกรดไขมันแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนอะตอมจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลและตำแหน่งของพันธะคู่ โดยทั่วไปกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและบางชนิดยังเป็นของเหลวที่จุดเยือกแข็ง เช่นกรดลิโนเลนิค (18: 3n-3) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่ –10 องศาเซลเซียสในขณะที่กรด Eicosapentaenoic Acid, EPA (20: 5n-3) มีโซ่คาร์บอนในโมเลกุลยาวถึง 20 โมเลกุล มีพันธะคู่ 5 คู่ จึงทำให้กรดไขมันชนิดนี้มีจุดหลอมเหลวต่ำคือ –54.4 องศาเซลเซียส เป็นต้น กรดไขมันไม่อิ่มตัวพบเป็นองค์ประกอบอยู่มากในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์น้ำ กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.2.1 Monounsaturated Fatty Acid คือกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ เพียงคู่เดียว เช่น 16: 1n-7, 20:1n-9 เป็นต้น กรดไขมันเหล่านี้สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้จากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว

2.1.2.2 Polyunsaturated Fatty Acid คือกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป เช่น 18: 2n-6, 18: 3n-6, 20: 4n-6, 20: 5n-3 และ 22: 6-3 เป็นต้น กรดไขมันในกลุ่มนี้ที่มี

จำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 และจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป จะเรียกว่า Highly Unsaturated Fatty Acid (HUFA) (สุพิศ ทองรอด, 2535)

2.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่พบเป็นส่วนประกอบใหญ่ในสัตว์น้ำ

2.3.1 ครอบครัวกรดโอเลอิค (Oleic Acid Family) หรือเรียกว่ากลุ่มโอเมก้า 9 (n-9) กรดไขมันตัวแรกในครอบครัวนี้ จะเป็นต้นกำเนิดของตัวอื่น ๆ ต่อไป คือ กรดโอเลอิค (18: 1n-9) โดยทั่วไปจะพบมากในพวกสัตว์บก น้ำมันหมู น้ำมันวัว เป็นต้น กรดไขมันที่พบมากในกลุ่มนี้ได้แก่ 18: 1n-9, 20: 2n-9 และ 20: 3n-9 โดยเฉพาะ 20: 3n-9 ถือเป็นกรดไขมันที่ผิดปกติ ซึ่งจะพบเป็นองค์ประกอบอยู่ในฟอสโฟลิปิดของปลาน้ำจืดที่ขาดกรดไขมันจำเป็น

2.3.2 ครอบครัวกรดลิโนเลอิค (Linoleic Acid Family) หรือเรียกว่ากลุ่มโอเมก้า 6 (n-6) เป็นกรดไขมันต้นกำเนิดของตัวอื่น ๆ ในกลุ่มนี้คือ ลิโนเลอิก (18: 2n-6) ซึ่งพบเป็นองค์ประกอบอยู่มากในน้ำมันพืชทั่ว ๆ ไป และในสัตว์บก

2.3.3 ครอบครัวกรดลิโนเลนิค (Linolenic Acid Famliy) หรือกลุ่มโอเมก้า 3 (n-3) กรดไขมันต้นกำเนิดอื่น ๆ ในกลุ่มนี้ คือ กรดลิโนเลนิค (18: 3n-3) พบมากในวัชพืชน้ำ สาหร่ายน้ำจืด น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันจากเมล็ดต้นแฟลกซ์ (ไม่มีในประเทศไทย) ซึ่งมีชื่อเรียกทางการค้าว่า น้ำมันลินสีด (Linseed Oil) กรดลิโนเลนิคจะถูกใช้สังเคราะห์กรดอีพีเอ และดีเอชเอ ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ n-3 HUFA ซึ่งพบมากในสัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสัตว์ทะเล น้ำมันที่ได้จากสัตว์ทะเล เรียกว่า "Marine Oil" ได้แก่ น้ำมันปลา น้ำมันตับปลา น้ำมันตับปลาหมึก น้ำมันตับปลาดอด เป็นต้น กรดไขมันต้นกำเนิดของแต่ละครอบครัวจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์กรดไขมันที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ซึ่งจะมีจำนวนคาร์บอนที่สูงขึ้น (โดยขบวนการ Elongation) และมีความไม่อิ่มตัวสูงขึ้น คือมีจำนวนพันธะคู่มากขึ้น (โดยขบวนการ Desaturation) ทั้งนี้กรดไขมันต้นกำเนิดจะสามารถสังเคราะห์กรดไขมันเฉพาะภายในครอบครัวเท่านั้น (ภาพที่ 2) (สุพิศ ทองรอด, 2535)

2.3 ฟอสโฟลิปิด ฟอสโฟลิปิดเป็นกลุ่มสารประกอบที่มีลักษณะคล้ายไตรกลีเซอไรด์ คือ มีกรดไขมัน 2 ตัวเกาะอยู่ แต่กรดไขมันตัวที่สามของอีกปลายข้างหนึ่งจะถูกแทนที่ด้วยหมู่ฟอสเฟตหรือหมู่ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โคลีน (Choline) ซึ่งจะเรียก ฟอลโฟลิปิดตัวนี้ว่า ฟอสฟาดิดิวโคลีน (Phosphatidylcholine) หรือที่รู้จักกันในนามเลซิติน (Lecithin) การที่ฟอสโฟลิปิดมีกรดไขมัน 2 ตัวนี้มาเกาะทำให้ละลายได้ในไขมันเป็นอย่างดี ส่วนหมู่ฟอสเฟตหรือหมู่ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จะช่วยทำให้ฟอสโฟลิปิดละลายน้ำได้ดีลักษณะเช่นนี้เรียกว่า แอมฟีพาติก (Amphiphatic) ด้วยคุณสมบัติเช่นนี้เอง ฟอสโฟลิปิดจึงเป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์เมนแบรน (Membrane) (เรืองลักขณา จามิกรณ์, 2534) ฟอสโฟลิปิด (Phospholipid)

เป็นสารอาหารจำเป็นที่ร่างกายกุ้งต้องการ (Coutteau, Geurden, Comara, Bergot & Sorgeloos, 1997) โดยเฉพาะบทบาทของฟอสโฟลิปิดเป็นลิปิดที่ไม่มีขั้ว (Polar Lipid) ที่มีองค์ประกอบของกรดไขมัน มีส่วนสำคัญในกระบวนการย่อย (Digestion) การดูดซึม (Absorption) การนำไขมัน (Lipid) และคลอเรสเตอรอล (Cholesterol) ไปใช้ได้ดีขึ้น

3. แร่ธาตุ เป็นสารอนินทรีย์ที่ร่างกายต้องการ เพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีพหรือกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายให้เป็นปกติ แร่ธาตุเหล่านี้มี 22 ชนิด และอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้คือ แร่ธาตุหลัก และแร่ธาตุรอง กุ้งหรือสัตว์ทั่วไปต้องการแร่ธาตุ เพื่อนำมาใช้ในวัตถุประสงค์ต่างกัน ตั้งแต่เป็นเป็นองค์ประกอบของร่างกาย ช่วยรักษาสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย ช่วยการทำงานของระบบหายใจ และช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์และฮอร์โมน

3.1 แคลเซียมคือ แร่ธาตุหลักที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างภายนอกในเปลือกของกุ้งกุลาดำ โดยมีแมกนีเซียมและเกลือฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบย่อย (Vijayan & Diwan, 1996) และสะสมในเฮพพาโตแพนเครียสในรูปของเกลือแคลเซียมฟอสเฟต ($CaPO_4$) ซึ่งเป็นแคลเซียมส่วนใหญ่ที่ใช้ในการสร้างเปลือก แต่แคลเซียมที่มีในเนื้อเยื่อจะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึม

3.2 ฟอสฟอรัส นอกจากเป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างภายนอกแล้ว ฟอสฟอรัสที่มีในเนื้อเยื่อ จะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมกุ้ง คือ เป็นองค์ประกอบของฟอสฟอลิปิดที่ทำให้เยื่อเซลล์คงตัวเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ที่จำเป็นในร่างกาย เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ หรือเป็นบัฟเฟอร์ภายในเซลล์ ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของกรดด่างทำให้มีสภาพเป็นกลาง รวมทั้งเป็นองค์ประกอบของเอทีพีซึ่งมีหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต

ความต้องการสารอาหารของกุ้ง

1. ความต้องการโปรตีนของกุ้ง กุ้งมีความต้องการโปรตีนเพื่อดำรงชีพ การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ จากการศึกษาพบว่า กุ้งมีความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าเพื่อการดำรงชีพ หรือการสืบพันธุ์ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตมีผลโดยตรงต่อการเลี้ยงกุ้งทำให้มีการศึกษาทดลอง เพื่อหาระดับโปรตีนที่เหมาะสม ในรูปเปอร์เซ็นต์ในอาหารมากกว่ากรัมโปรตีนในอาหาร ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กุ้งกุลาดำที่ทดลองใช้โปรตีนในระดับ 17.52 เปอร์เซ็นต์, 28.14 เปอร์เซ็นต์, 39.93 เปอร์เซ็นต์ และ 50.07 เปอร์เซ็นต์ นำมาเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำหนักเฉลี่ย 0.332 กรัม อัตราปล่อย 50 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยง 16 สัปดาห์ ให้อาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 2 ครั้ง ผลปรากฏว่าโปรตีน 39.93 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด (วีรพงศ์ วุฒิพันธ์ชัย, 2536)

อาหารสำเร็จภาพที่ใช้เลี้ยงกุ้งที่มีคุณภาพ ควรมีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ ปริมาณโปรตีนในอาหารมักมีเปอร์เซ็นต์ต่างกัน ซึ่งคุณค่าทางอาหารขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก คือ โปรตีนจากปลาป่น กุ้งต้องการโปรตีนในระดับ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเค็มและน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง ปริมาณอาหารและพลังงานในอาหาร รวมทั้งความต้องการโปรตีนกุ้งในแต่ละวัยแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เช่น แม่กุ้งต้องการโปรตีนสูงกว่าปกติ คือ 50-55 เปอร์เซ็นต์ บรรจง เทียนส่งรัศมี (2542) กล่าวว่า โปรตีนอาหารสำเร็จรูปควรซึ่งอยู่ในช่วง 36-45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 2 ความต้องการโปรตีนของกุ้งในแต่ละวัย (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542)

ขนาดของกุ้ง (กรัม)	ระดับโปรตีนในอาหาร(%)
0.01-1	45
1.1-5.0	40
5.1-15.0	38
15.1-40.0	36

2. ความต้องการไขมันของกุ้ง กุ้งมีความต้องการไขมันเพื่อเป็นแหล่งพลังงานกำเนิดกิจกรรมต่าง ๆ เป็นสารประกอบของกล้ามเนื้อ ตัวนำวิตามินที่ละลายได้ดีในไขมัน และสารสีไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายด้วย ไขมันจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกุ้งและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายด้วย ระดับของไขมันที่มีในอาหารที่เลี้ยงกุ้งขนาดต่าง ๆ ซึ่งทางด้านโภชนาการอาหารกุ้งได้ให้ความสำคัญกับไขมันน้อยกว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ การศึกษาความต้องการระดับของไขมันที่มีในอาหารเลี้ยงกุ้งขนาดต่าง ๆ พบว่า กุ้งขนาด 0.01-1.5 กรัม ควรมีระดับของไขมันในอาหาร 6.7-7.5 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งขนาด 5.1-40 กรัม ควรมีระดับไขมันในอาหาร 6-6.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับไขมันในอาหารสำเร็จรูปของกุ้งควรอยู่ในช่วง 5-6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และกุ้งโตเต็มวัยอยู่ในช่วง 1.5-6.5 เปอร์เซ็นต์ (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542)

3. ความต้องการกรดไขมันของกุ้ง กรดไขมันซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดจะถูกดูดซึมผ่านท่ออาหาร เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในร่างกายโดยปฏิกิริยาชีวเคมี เช่น นำไปผลิตฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ หรือเอนไซม์บางชนิด และนำไปสะสมในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อทำหน้าที่ได้ตามปกติ เช่น บริเวณเรตินา เส้นประสาท ตับอ่อนและกล้ามเนื้อ รวมทั้งการเผาผลาญให้เกิดพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีพหรือการเจริญเติบโต โดยกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดไขมันแบ่งได้ดังนี้

3.1 การสลายกรดไขมันหรือการเผาผลาญกรดไขมัน เป็นกระบวนการนำกรดไขมันมาออกซิไดส์เพื่อให้ได้พลังงานออกมา เช่น การออกซิเดชั่นกรดไขมันในช่วงที่กุ้งกินอาหารน้อย ทำให้เกิดสาร Acetyl Group ที่ใช้ในการสร้างไคตินที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกกุ้ง

3.2 การสังเคราะห์กรดไขมัน เป็นการนำอะซิติลโคเอนไซม์เอ ที่ได้จากการสลายกรดไขมันหรือการสลายกลูโคส มาใช้ในการสร้างหรือสังเคราะห์กรดไขมัน เพื่อเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเซลล์ของกุ้ง การสังเคราะห์ดังกล่าวเกิดขึ้นในไซโทรพลาซึมและจำเป็นต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งในการนำเอาคาร์บอนมาต่อกันที่ละ 2 อะตอม (Elongation) หรือการสร้างพันธะคู่ (Desaturation) ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในกุ้งแต่ละชนิด มีผลทำให้องค์ประกอบกรดไขมันที่พบในเนื้อเยื่อกุ้งมีความแตกต่างกัน กรดไขมันที่สังเคราะห์ขึ้นจะนำไปสะสมเก็บไว้ในอวัยวะต่าง ๆ เช่น ตับอ่อน กล้ามเนื้อ นอกจากนี้สามารถนำกรดไขมันมาใช้เป็นพลังงานสำรองและใช้เป็นพลังงานในการลอกคาบ

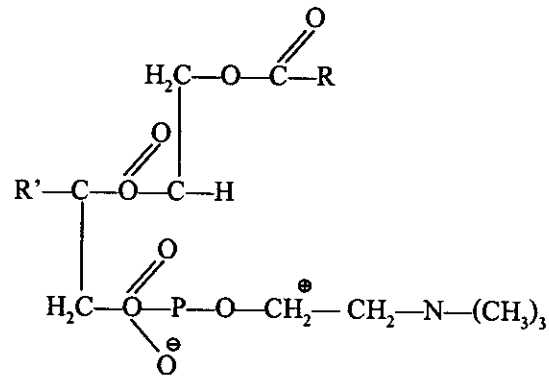
มะลิ บุณยรัตนผลิน (2531) กล่าวว่า กรดไขมัน n-3 และ n-6 เป็นกรดไขมันจำเป็น เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันทั้ง 2 กลุ่มนี้ภายในร่างกาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผสมกรดไขมันดังกล่าวลงไปในอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มปริมาณกรดไขมันจำเป็นในรูปของลิพิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันปลา นำมันตับปลาคอด เพื่อหาระดับความต้องการที่เหมาะสมในอาหารกุ้งในวัยตั้งแต่กุ้งในระยะเพาะฟัก – ตัวโตเต็มวัย

Kanazawa, Teshima & Sakamoto (1985) พบว่า ปริมาณอีพีเอ และดีเอชเอ 1 เปอร์เซ็นต์ของในอาหารเป็นระดับที่เหมาะสม ที่ใช้เลี้ยงกุ้งโตเต็มวัย *P. japonicus*

Suwanich et al. (1996) ได้ศึกษาปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว และอัตราส่วนอีพีเอต่อดีเอชเอ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ (*Penaens monodon)* พบว่า อาหารที่มีการเสริมกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด โดยมีอัตราส่วนอีพีเอต่อดีเอชเอ เท่ากับ 1: 2 เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ ซึ่งระดับกรดไขมันในอาหารสำเร็จรูปควร มีกรดไขมันโอเมก้า-3 ฯฟาเท่ากับ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ (มะลิ บุณยรัตนผลิน, 2531)

4. ความต้องการฟอสโฟลิปิด ฟอสโฟลิปิดเป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์เมนแบรน (Membrane) (เรืองลักขณา จามิกรณ์, 2534) ฟอสโฟลิปิด เป็นสารอาหารจำเป็นที่ร่างกายกุ้งต้องการ (Coutteau, Geurden, Comara, Bergot & Sorgeloos, 1997) แหล่งของฟอสฟอลิปิด เช่น เลซิติน มีปริมาณของกรดลิโนลีอิค (18: 2n-6) สูง (ภาพที่ 4 และตารางที่ 3) กรดไขมันกลุ่มนี้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยขบวนการ เพิ่มจำนวนคาร์บอนให้สูงขึ้น

และขบวนการ เพิ่มจำนวนพันธะคู่ให้มากขึ้น (ภาพที่ 3) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย (สุพิศ ทองรอด, 2535; Coutteau, Kontara & Sorgeloos, 2000; Chen & Jenn, 1993)



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างเลซิติน (Lecithin) (ประดิษฐ์ มีสุข, ม.ป.ป.)

5. ความต้องการแร่ธาตุของกุ้ง อนินทรีย์หรือแร่ธาตุ แร่ธาตุที่กุ้งต้องการมี 20 ชนิด และปริมาณแร่ธาตุ ความต้องการของสารอาหารปริมาณน้อยแต่จำเป็น ไม่สามารถทดสอบได้ในเวลาอันสั้น อาจต้องใช้เวลานานเป็นช่วงชีวิตตั้งแต่ไข่จนฟักออกเป็นตัวและเติบโตจนขยายพันธุ์ได้ (ประจวบ หลำอุบล, 2537) ซึ่งปริมาณแร่ธาตุในอาหารจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหาร เช่นถ้าใช้โปรตีนจากสัตว์น้ำซึ่งมีแร่ธาตุอยู่มาก และน้ำที่ใช้เลี้ยงมีความกระด้างสูง แร่ธาตุที่ต้องเติมมีเพียง ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม เพื่อให้ได้ 1 เปอร์เซ็นต์ 0.9 เปอร์เซ็นต์ และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ปริมาณแร่ธาตุชนิดอื่นในอาหารยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนที่เหมาะสมของแร่ธาตุแต่ละตัว เช่น สัดส่วนของแคลเซียมและฟอสฟอรัส ที่เหมาะสมคือ 1: 1 (มะลิ บุญยรัตนผลิน, 2531)

Fatty Acid Series

Enzyme	(n-7)	(n-9)	(n-6)	(n-3)	
	16:0	18:0			
Δ 9 Desaturase	↓	↓			
	16: 1 (n-7)	17: 1 (n-9)	18: 2 (n-6)	18: 3 (n-3)	
Δ 6 Desaturase	↓	↓	↓	↓	Desaturation
	16: 2 (n-7)	18: 2 (n-9)	18: 3 (n-6)	18: 4 (n-3)	(Double Bond
Elongase	↓	↓	↓	↓	Formation)
	18: 2 (n-7)	20: 2 (n-9)	20: 3 (n-6)	20: 4 (n-3)	
Δ 5 Desaturase	↓	↓	↓	↓	
	18: 2 (n-7)	22: 2 (n-9)	20: 4 (n-6)	20: 5 (n-3)	
Dlongase	↓	↓	↓	↓	Elongase
	20: 3 (n-7)	20: 3 (n-7)	22: 4 (n-6)	22: 5 (n-9)	(Addition of 2c Unit)
Δ 4 Desaturase			↓	↓	
			22: 5 (n-6)	22: 6 (n-3)	

ภาพที่ 4 ขบวนการเพิ่มจำนวน (Elongation) และการเพิ่มพันธะคู่ (Desaturation) ของกรดไขมัน

ตารางที่ 3 ความต้องการฟอสฟอลิปิดของครัสตาเซียล (Crustacens)

Species	Pl Source (Purity)	PL Level (% Diet)		Author
		Optimal	Other Tested	
Macrobachium rosenbergii	SL(35% PC)	0(G,S)	5	Coutteau et al.(1997) อ้างอิงจาก Briggs et al. (1988)
Macrobachium rosenbergii	SL	0(G,S)	1;2	Coutteau et al.(1997) อ้างถึงในKanazawa (1993)
Penaeus chinensis	SL (42% PC of POL)	2(G)	0; 0.5; 1;3	Coutteau et al.(1997) อ้างถึงใน Kanazawa (1993)
Penaeus japonicus	SL (35% PC, 18.5% Pl of POL)	3(G,S)	0	Teshima et al.(1986)
Penaeus japonicus	SPC (95%PC) SL (86% PL)	1.5(G,R) 6.5(G,S,R	0;3 -	Coutteau et al.(1997) อ้างถึงใน Camara (1994)
Penaeus monodon	SL (63% PL)	2(G)	0;1	Coutteau et al.(1997) อ้างถึงใน Piedad-Pascual (1986)
Penaeus monodon	SPC (80% PC, 20% LPC) SPC (80% PC, 20% LPC)	1.25(G) 1.25(G)	0;2.5;5 0;2.5;5	Chen (1993)
Penaeus penicillatus	SPC (95% PC)	1.5(G)	0;0.5;3	Chen & Jenn (1991)
Penaeus vannamei	SL (86% PL)	6.5(G)	1.5	Coutteau et al.(1996)

PC: Phosphatidylcholine

SPC: Soybean Phosphatidylcholine

PL: Phospholipid

G: Growth

PI: Phosphatidylinositol.

SL: Soybean Lecithin

S: Survival

R: Stress Resistance

อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

อาหารและการให้อาหาร มีผลต่อการเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และอัตราการรอด ซึ่งมีผลอย่างยิ่งกับการเพิ่มผลผลิตและกำไรจากการลงทุน ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตกุ้งเป็นต้นทุนที่สำคัญที่สุด เพราะมีค่าสูง 50-65 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิต (Sarac et al., 1993 cited in มะลิ บุญยรัตนผลิต, 2531) ปัจจุบันมีการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งโดยการใช้อาหารสำเร็จรูปเข้ามามีบทบาทอย่างมากซึ่งการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปเกิดขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานความต้องการสารอาหารและโภชนาการของกุ้งมาดัดแปลงเป็นอาหารสำเร็จรูป โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น เป็นประเทศแรกที่ประสบความสำเร็จในการเลี้ยงกุ้งคุรุมา (*P. japonicus*) (ประจวบ หลำอุบล, 2537)

1. คุณค่าทางโภชนาการในอาหารกุ้ง อาหารกุ้งต้องมีโภชนาการมากกว่าสัตว์น้ำชนิดอื่น เพราะกุ้งมีความสามารถในการสังเคราะห์อาหารที่ร่างกายต้องการจากอาหารที่ง่ายกว่าได้น้อยมาก เช่น กรดไขมันจำเป็น คลอเรสเตอรอล

2. การผลิตอาหาร การผลิตอาหารสำเร็จรูป นอกจากจะต้องคำนึงถึงสารอาหารยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น

2.1 กลิ่นและรสอาหาร มีส่วนสำคัญในการดึงดูดให้กุ้งเข้ามากินอาหาร เพราะถึงแม้ว่าอาหารสำเร็จรูปจะมีสารอาหารครบถ้วนที่กุ้งต้องการ แต่ถ้ากุ้งไม่กินก็ไม่มีประโยชน์ กุ้งมีต่อมที่สามารถรับกลิ่น อยู่ที่หนวดคู่หน้าและกุ้งจะเข้าหาอาหารเมื่อเซลล์ประสาทได้รับการกระตุ้นจากต่อมรับกลิ่น ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติดึงดูดให้กุ้งเข้ามากินอาหาร ได้แก่ กรดอะมิโน ไกลซีน ทูลีน กลูตาเมต และบีเทน (มะลิ บุญยรัตนผลิต, 2531)

2.2 ความคงทนสภาพอาหารในน้ำ กุ้งมีพฤติกรรมการกินอาหารที่ค่อนข้างช้า ดังนั้นอาหารกุ้งจึงควรคงสภาพในน้ำได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.3 ลักษณะภายนอกของอาหาร ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิต เพราะถ้าการผสมอาหารไม่ดี การกระจายตัวของสารอาหารไม่เท่ากัน มีผลทำให้อาหารไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และปริมาณสารอาหารที่กุ้งกินจะได้รับไม่ครบถ้วนตามความต้องการ นอกจากนี้อาหารที่มีรอยแตกจะทำให้น้ำซึมเข้าไปในอาหารได้เร็ว มีผลทำให้ความคงทนสภาพอาหารในน้ำลดลง

2.4 ขนาดของเม็ดอาหาร ควรมีความสัมพันธ์และเหมาะสมกับขนาดของกุ้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาหารสำเร็จภาพที่มีขายอยู่ทั่วไปมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับอายุของกุ้ง นอกจากนี้อาหารแต่ละของอาหาร ยังมีองค์ประกอบของสารอาหารแตกต่างกันอีกด้วย (บรรจง เทียนสงรัศมี, 2542) อาหารสำเร็จภาพที่ใช้เลี้ยงกุ้งในปัจจุบันยังไม่มีการแยกเฉพาะกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในพื้นที่น้ำเค็มและกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในระบบความเค็มต่ำ เนื่องจาก ขบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปมีปัจจัยและข้อจำกัด

หลายอย่าง เช่น ในการผลิตอาหารแต่ละครั้งนั้นผลิตในปริมาณมากและมีต้นทุนในการผลิตสูง (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุในอาหารสำเร็จรูปเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกร