บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius)

กุ้งกุลาดำมีชื่อเรียกภาษาอังกฤษทั่วไปว่า Giant Tiger Prawn มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Penaeus monodon* จัดเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในวงศ์ Penaeidae โดยแบ่งกลุ่มตามหลักวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

Phylum *Arthropoda*

Subphylum *Crustacea*

Class *Malacostraca*

Order *Decapoda*

Superfamily *Penaeoidea*

Family *Penaeidae Rafinesque*, 1815

Genus *Penaeus Fabricius*, 1798

Subgenus *Penaeus*

Species *monodon*

การจัดอนุกรมวิธานของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*, Fabricius, 1798
(ที่มา : Brusca and Brusca, 1990)

ลักษณะทั่วไปของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำจัดเป็นกุ้งขนาดใหญ่ มีเปลือกหุ้มตัวลักษณะเรียบและมันเงาอยู่ภายนอก ลำตัวสีม่วงแดง โคนขาว่ายน้ำมีแถบสีเหลืองเป็นปล้องๆ ถ้าจับจากทะเลลึกใหม่ๆจะเห็นลำตัวเป็นสีแดงสดและมีวงแหวนสีขาวสลับดำ ในแต่ละปล้องตลอดลำตัว เปลือกหุ้มส่วนหัวมีลักษณะเกลี้ยงหนวดมีสีเทาปนเขียวหรือน้ำตาลไม่มีลาย ระยางค์มักจะมีสีน้ำตาลและมีขนสีแดงอยู่โดยรอบ อย่างไรก็ตามสีของกุ้งนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามการปรับตัวและสภาพแวดล้อม เช่น ความเค็มและความลึกของระดับน้ำ โดยมักจะพบว่ากุ้งในเขตน้ำกร่อยที่ไม่ลึกมากมีสีน้ำตาลเข้ม กุ้งที่

เลี้ยงในบ่อมีสีจางซีด นอกจากนี้สีของกุ้งจะเปลี่ยนแปลงตามระยะการลอกคราบด้วย โดยจะเห็นว่ากุ้งที่ลอกคราบใหม่ๆสีจะซีดไม่สดใส กุ้งที่กำลังลอกคราบสีก็จะจางลงกว่าปกติ เป็นต้น

ลำตัวกุ้งมีลักษณะเป็นข้อปล้องรวม 19 ปล้อง โดยแต่ละปล้องมีระยางค์หนึ่งคู่ ทำหน้าที่เฉพาะต่างกันออกไป ลำตัวกุ้งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง โดยส่วนหัวและส่วนอกจะรวมเป็นส่วนเดียวกันอยู่ภายใต้เปลือกคลุมหัว (ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกรวมๆ ว่าส่วนหัว) ซึ่งมีอวัยวะภายในต่างๆเรียงตัวกันอยู่

ระยางค์ที่ส่วนหัว มี 5 คู่ประกอบด้วย

1. หนวดคู่สั้น (antennule) มีปลาย 2 แฉก มีหน้าที่ทำความสะอาดตา

2. หนวดคู่ยาว (antenna) ซึ่งใช้สัมผัสรับความรู้สึกหาทิศทางในการว่ายน้ำและ ช่วยในการหาอาหารด้วย

3. ระยางค์ส่วนปาก ขากรรไกรบนล่างใช้ขบเคี้ยวบดอาหารมีรวม 3 คู่

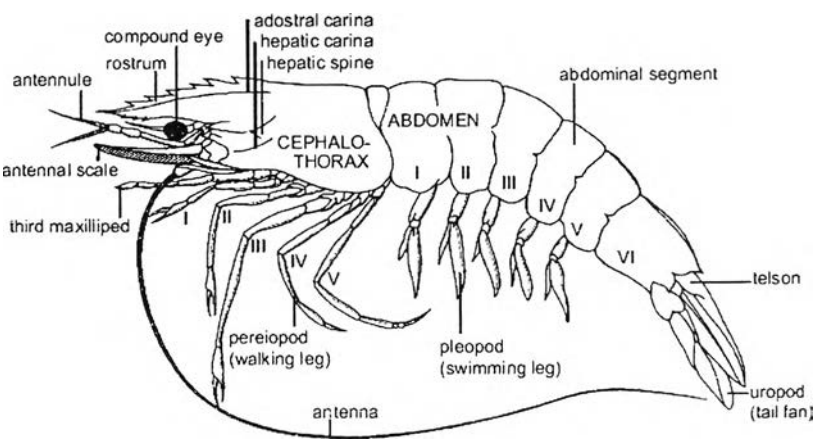
ระยางค์ส่วนนอกมี 8 คู่ประกอบด้วย

1. แมกซิลิเปต (maxillipeds) 3 คู่แรก ทำหน้าที่ช่วยในการจับและกินอาหาร

2. ขาเดิน หรือเพอริโอพอด (periopods) มี 5 คู่ ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่และต่อสู้ป้องกันตัว โดยขาเดิน 3 คู่แรก ปล้องส่วนปลายจะมีลักษณะเป็นก้าม ส่วน 2 คู่หลังมีปลายแหลมตามปกติ

ระยางค์ส่วนท้อง มี 6 คู่

ระยางค์ส่วนท้องนี้เรียกรวมกันว่า "ขาว่ายน้ำ" ทำหน้าที่ในการว่ายน้ำ พัดโบกให้เคลื่อนที่ มี 5 คู่ในแต่ละปล้องแต่คู่สุดท้ายจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นแพนหาง (uropod) ติดกับหาง (telson) ทำหน้าที่กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของกุ้ง ดังแสดงรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกทั่วไปของกุ้งกุลาดำ (ที่มา: Primavera, 1990)

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิวัฒนาการและการเปลี่ยนรูปร่างของกุ้งกุลาดำระยะวัยอ่อน

1. **ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะหนึ่ง (ระยะนอเพลียส)** ลูกกุ้งที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะมีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทั้งหมด 6 ครั้งดังต่อไปนี้

นอเพลียสที่ 1 ขนาดลำตัวประมาณ 0.30 มิลลิเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม หัวโตเรียวเล็กไปทางด้านหาง มีระยางค์ 3 คู่ มีตาอันเดียวอยู่ระหว่างระยางค์คู่ที่ 1

นอเพลียสที่ 2 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.30 - 0.36 มิลลิเมตร ระยางค์เริ่มแบ่งออกเป็นปล้อง หนามปลายหางใหญ่ และยาวออก

นอเพลียสที่ 3 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.36 – 0.38 มิลลิเมตร เริ่มปรากฏฐานของระยางค์ท้อง ปลายหางเรียวเล็ก มีหนาม 3 คู่

นอเพลียสที่ 4 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.36 – 0.40 มิลลิเมตร ปลายของระยางค์ท้องแยกออกเป็นสองแฉก มีหนามที่ปลายหาง 4 คู่

นอเพลียสที่ 5 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.40 – 0.44 มิลลิเมตร เริ่มมีเปลือกหัวขากรรไกรกลม ลำตัวยาวออก ปลายหางแยกเป็น 2 แฉก

นอเพลียสที่ 6 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.42 – 0.50 มิลลิเมตร เปลือกหัวใหญ่ขึ้น ขากรรไกรยาวออกมีหนามที่ปลายหาง 7 คู่

การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดจะเกิดขึ้นภายในเวลา 40 – 50 ชั่วโมง โดยในระยะนี้ลูกกุ้งยังไม่กินอาหาร อาหารส่วนใหญ่จะได้จากถุงอาหารที่ติดตัวมาและจะมีชีวิตส่วนใหญ่อยู่ตามหน้าดิน

2. **ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะที่สอง (โปรโตซูเอีย)** ในระยะนี้ลูกกุ้งจะมีลำตัวยาวขึ้น ส่วนหัวโตเห็นได้ชัด ลูกกุ้งจะค่อยๆลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำและเริ่มกินอาหาร โดยอาหารของลูกกุ้งส่วนใหญ่เป็นพวกแพลงก์ตอนพืชเล็กๆ ลูกกุ้งจะเดินทางเข้าหาฝั่งและจะอยู่ในระยะที่สองประมาณ 4 วัน ในช่วง 4 วันนี้ลูกกุ้งจะมีการเปลี่ยนแปลงลอกคราบสามครั้ง โดยแต่ละครั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างดังนี้คือ

โปรโตซูเอียที่ 1 ขนาดลำตัวยาว 0.85 – 1.00 มิลลิเมตร ลำตัวแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ส่วนอกแยกเป็น 6 ปล้อง ส่วนหัวมีเปลือกคุมตลอด ตายังอยู่ภายในเปลือกมองเห็นเป็นจุดดำ แยกออกเป็น 2 ตา แต่ยังไม่มีก้านตา ระยางค์คู่ที่ 3 เปลี่ยนหน้าที่จากการช่วยในการว่ายน้ำมาทำหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร ปลายหางมีหนาม 7 คู่ ระบบทางเดินอาหารเห็นได้ชัดเจนตลอดลำตัว

โปรโตซูเอียที่ 2 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 1.20 – 1.40 มิลลิเมตร ตาโผล่พ้นเปลือกหัว มีก้านตายาว กรีแหลมยื่นไปข้างหน้า ระหว่างตามีหนาม 1 คู่ บนเปลือกหัว เปลือกหัวเริ่มขยาย

ออกคลุมส่วนอกและที่ส่วนท้องเริ่มแบ่งเป็น 5 ปล้อง ส่วนหางแยกเป็นสองแฉกและมีขนข้างละเจ็ดเส้น

โปรโตซูเอียที่ 3 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 1.50 – 2.00 มิลลิเมตร แพนหางชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าแพนหางชั้นใน รอบๆแพนหางมีขน มีระยางค์ว่ายน้ำเกิดขึ้นที่ปล้องอกทั้ง 5 ปล้อง

3. **ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะที่สาม (ระยะไมซิส)** ลูกกุ้งในระยะนี้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและมีลักษณะคล้ายพ่อแม่มากขึ้น ระยะนี้กินเวลาประมาณ 7 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบ่งย่อยอีก 3 ระยะ คือ

ไมซิสที่ 1 ส่วนหัวกับส่วนอกเชื่อมติดกัน ระยางค์อกยังคงทำหน้าที่ว่ายน้ำ ปลายระยางค์แบ่งเป็น 2 แฉก ส่วนท้องแบ่งออกเป็น 6 ปล้อง หนามบนปล้องท้องที่ 1 และ 2 หายไป ปลายหางมีหนาม 8 คู่ หนวดคู่ที่ 1 แบ่งเป็น 3 ปล้อง ปลายหางเป็นสองแฉก ลำตัวมีความยาวประมาณ 2.50 – 3.00 มิลลิเมตร

ไมซิสที่ 2 ส่วนหัวกับส่วนอกเชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์ มีเปลือกหัวคลุมตลอดระยางค์คู่ที่ 1 ถึง 3 ตรงปลายเปลี่ยนเป็นก้ามหนีบ ระยางค์ว่ายน้ำที่ปล้องท้องเจริญขึ้น หนามบนปล้องที่ 3 หายไป หางเว้าเล็กน้อย ลำตัวมีความยาวประมาณ 3.00 – 3.45 มิลลิเมตร

ไมซิสที่ 3 ขาว่ายน้ำเจริญขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ปล้อง มีฟันกรี 1-2 อัน ที่สันกรีบน ลำตัวมีความยาวประมาณ 4.04 – 4.50 มิลลิเมตร

4. **ลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะที่สี่ (ระยะโพสลาวา)** เป็นระยะตัวอ่อนขั้นสุดท้าย ลำตัวของลูกกุ้งจะยาวประมาณ 5.50 มิลลิเมตร มีระยางค์ครบเหมือนตัวเต็มวัยและมีวิวัฒนาการไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่กุ้งวัยรุ่น โดยแบ่งเป็น 25 ระยะ ภายใน 25 วัน เรียกว่าโพสลาวาที่ 1 (พี 1) เรื่อยไปถึงโพสลาวาที่ 25 (พี 25) หลังการลอกคราบแต่ละครั้งรูปร่างลักษณะจะเปลี่ยนแปลงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ลูกกุ้งจะมีสีเหลืองใส มีลายหรือจุดเกิดขึ้น หนามบนลำตัวหายไปหมด

การลอกคราบ เปลือกกุ้งเป็นอวัยวะที่ไม่สามารถเพิ่มขนาดได้ ดังนั้นในการเจริญเติบโตเพิ่มขนาดตัวของกุ้งแต่ละครั้งจึงจำเป็นต้องสลัดเปลือกเก่าทิ้งไปแล้วสร้างเปลือกใหม่ที่มีขนาดใหญ่กว่าขึ้นมาแทน เรียกขั้นตอนนี้ว่า "การลอกคราบ" กุ้งจะเริ่มลอกคราบตั้งแต่ออกจากไข่เพียงไม่กี่ชั่วโมง และจะลอกคราบไปตลอดชีวิต กุ้งก่อนที่จะลอกคราบจะมีการสะสมอาหารในร่างกายมากกว่าปกติโดยเฉพาะสารที่สร้างเปลือก เพราะเปลือกจะต้องแข็งตัวโดยเร็ว เมื่อกุ้งสลัดเปลือกออกหมด ลำตัวจะขยายขนาดใหญ่ขึ้น และเปลือกจะแข็งตัวภายใน 3-8 ชั่วโมง การลอกคราบของกุ้งแต่ละครั้งอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทส่วนกลางและฮอร์โมน 2 ชนิดที่อยู่ในก้านตา ดังนั้นถ้ามีการตัดก้านตาออกจะทำให้กุ้งลอกคราบได้เร็วขึ้น แต่โดยทั่วไปนั้นการลอกคราบของกุ้งมักขึ้นกับปัจจัยหลายๆ ด้านด้วย เช่น วัยของกุ้ง อาหาร แสง และอุณหภูมิ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับกุ้งจะลอกคราบห่างกันครั้งละประมาณ 20 – 30 วัน

ลักษณะนิสัยของกุ้งกุลาดำ

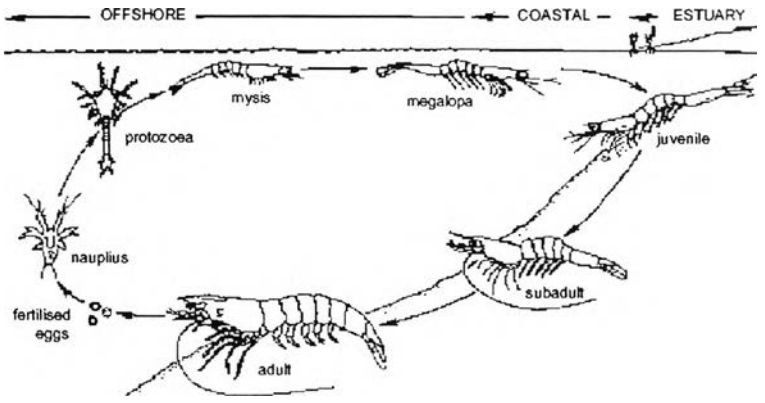
กุ้งกุลาดำสามารถเลี้ยงในบ่อให้โตได้ถึง 150 – 200 กรัม โดยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดในระยะเวลา 3 –4 เดือน กุ้งกุลาดำสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำในบ่อได้เร็ว และอาศัยอยู่ได้ในน้ำที่มีช่วงความเค็มค่อนข้างกว้าง คือประมาณ 0.2 – 70 ส่วนในหนึ่งพัน แต่จะโตเร็วในน้ำที่มีช่วงความเค็มระหว่าง 15 – 30 ส่วนในหนึ่งพัน

กุ้งกุลาดำสามารถกินอาหารได้ทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ แต่ชอบที่จะกินเนื้อสัตว์มากกว่าโดยมีประสาทรับกลิ่นคือหนวด กุ้งจะกินอาหารที่อยู่บริเวณหน้าดินโดยใช้ขาเดินคู่ที่ 1 หรือ 2 จับอาหารและแทะกิน ดังนั้นอาหารกุ้งจึงควรมีลักษณะที่จมน้ำละลายน้ำได้ช้า กุ้งกุลาดำไม่ใช่สัตว์สังคมมีนิสัยยึดครองอาหารไม่แบ่งปันกัน นอกจากนี้ในช่วงเวลาที่กุ้งลอกคราบกุ้งจะหยุดกินอาหารและจะกินมากหลังจากที่ลอกคราบเสร็จใหม่ๆ

วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ

วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำมีอายุประมาณ 18 – 24 เดือน โดยแม่กุ้งวางไข่ในน้ำทะเลลึก 30 – 40 เมตร ใกล้กับพื้นดิน ไข่ของกุ้งกุลาดำที่ผสมแล้วจะเป็นไข่จมมีสีน้ำตาลแกมเขียว โปร่งแสง รูปร่างกลมรี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.27-0.31 มิลลิเมตร และฟักออกเป็นตัวอ่อนขั้นนอเพลียส (nauplius) ภายในเวลา 10-15 ชั่วโมง ในช่วงนี้ลูกกุ้งจะอยู่ในสภาพของแพลงตอนไม่กินอาหาร ล่องลอยไปตามกระแสน้ำประมาณ 2 วัน และมีขนาดประมาณ 0.3-0.33 มิลลิเมตร มีการลอกคราบ 6 ครั้ง ดังที่กล่าวมาในข้อ 3. และเมื่อสิ้นสุดระยะนี้ลูกกุ้งมีขนาดประมาณ 0.6 มิลลิเมตร เปลี่ยนเป็นระยะโปรโตซูเอีย (protozoea) หรือเรียกสั้นๆว่า ซูเอีย (zoea) มีขนาดประมาณ 1-3.3 มิลลิเมตร เริ่มกินอาหารประเภทแพลงตอนพืช มีการลอกคราบ 3 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน และจึงเติบโตเป็นระยะ ไมซิส (mysis) มีขนาดประมาณ 3.3-5.0 มิลลิเมตร เริ่มกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ขนาดเล็ก ในช่วงนี้ลูกกุ้งจะแขวนตัวอยู่ในน้ำ ห้อยหัวลง ส่วนปลายหางชี้ขึ้นผิวน้ำ มีการลอกคราบ 3 ครั้งในระยะเวลา 3-4 วัน แล้วเข้าสู่ระยะวัยอ่อนหรือเรียกว่า โพสลาวา (postlarva) หรือ P1 ต่อจากนั้นลูกกุ้งระยะ P1 จะไม่เรียกตามระยะเวลาลอกคราบแต่จะเรียกตามจำนวนวันที่เจริญเติบโตจนกระทั่งประมาณวันที่ 20-21 กุ้งจะมีขนาดตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตรขึ้นไป เรียกว่ากุ้งวัยรุ่น (juvenile) ซึ่งมีลักษณะต่างๆสมบูรณ์จะเดินทางเข้ามาใกล้ฝั่งทะเล ระยะนี้สามารถแยกเพศจากลักษณะของอวัยวะช่วยสืบพันธุ์ภายนอกได้ แต่ยังไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ และเมื่อกุ้งเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (subadult) สามารถผสมพันธุ์ได้แล้ว ขนาดของตัวเมียจะเริ่มใหญ่กว่าตัวผู้ โดยการผสมพันธุ์สามารถเกิดได้ในเขตน้ำกร่อยหรือเขตชายฝั่งไหล่ทวีป ก่อนที่จะอพยพไป

ยังเขตทะเลลึก และเจริญต่อไปเป็นกุ้งโตเต็มวัย(adult) ซึ่งอาจแพร่กระจายถึงที่ลึกกว่า 150 เมตร และอาจมีน้ำหนักมากถึง 300 กรัม และมีรายงานว่าตัวใหญ่สุดเท่าที่พบมีน้ำหนัก 600 กรัม (Primavera, 1990; Motoh, 1984) วงจรชีวิตของกุ้งกุลาลาดำดังแสดงรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ (ที่มา: Motoh, 1984)

รูปแบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย

1. **การเลี้ยงแบบธรรมชาติ** (Traditional farming หรือ Extensive farming) (วัลลภ คงเพิ่มพูล, 2534)

การเลี้ยงแบบธรรมชาติเป็นการเลี้ยงแบบดั่งเดิม บ่อมีขนาดตั้งแต่ 20-60ไร่ ขุดแบบมีขาวัง กว้าง 10-20 เมตร ลึก 30-60 เซนติเมตร ตรงกลางเป็นพื้นที่ราบใช้วิธีดันน้ำเข้านาหรือเปิดน้ำเข้านาเมื่อเวลาน้ำขึ้น เพื่อให้ลูกกุ้งและอาหารธรรมชาติที่ติดเข้ามากับน้ำทะเล แล้วเก็บกักน้ำไว้ประมาณ 1-2 เดือน เพื่อให้ลูกกุ้งเจริญเติบโตโดยกินอาหารจากธรรมชาติ ไม่มีการให้อาหารหรือทำลายศัตรูกุ้ง การเลี้ยงวิธีนี้ผลผลิตไม่สามารถควบคุมได้ เพราะลูกกุ้งที่เข้าไปกับน้ำมีปริมาณที่ไม่แน่นอน อัตรารอดตายมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติโดยทั่ว ไป ให้ผลผลิตต่ำประมาณ 60-100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี

2. **การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา** (Semi-intensive farming) (วัลลภ คงเพิ่มพูล, 2534)

การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา เป็นการเลี้ยงที่สามารถควบคุมการผลิตได้บางส่วน มีการปรับปรุงนากุ้งแบบดั่งเดิมหรือแบบธรรมชาติให้มีขนาดแปลงเล็กลงเหลือแปลงละ 6-20 ไร่ ขุดขาวังให้ลึกมากขึ้นเป็น 0.80-1.20 เมตร มีความลาดชันเพื่อความสะดวกในการจับ ความหนาแน่นของลูกกุ้งมากขึ้นโดยรวบรวมจากแหล่งธรรมชาติเพิ่มเติมจากที่ได้รับเวลาเปิดน้ำเข้า หรือปล่อยลูกกุ้งจากการเพาะฟักเสริมกุ้งจากธรรมชาติ 5-10 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 8,000-10,000 ตัวต่อไร่ ให้อาหารสมทบ ไม่มีเครื่องให้อากาศหรืออาจจะมีก็ได้ ดัดแปลงประตูน้ำให้แข็งแรง มีการ

จัดการที่ดีในเรื่องการป้องกันกำจัดศัตรูกุ้ง การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ใส่ปุ๋ย การควบคุมโรค ใช้เวลาเลี้ยงครั้งหนึ่งๆ นานประมาณ 5 เดือนจึงจับขาย ผลผลิตจะอยู่ระหว่าง 200-600 กิโลกรัมต่อไร่

3. **การเลี้ยงแบบพัฒนา** (Intensive farming) (วัลลภ คงเพิ่มพูล, 2534)

การเลี้ยงแบบพัฒนานี้ได้ขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผลตอบแทนที่ได้รับในการเลี้ยงแต่ละรุ่น ใช้เวลาในการเลี้ยง 4 เดือน การเลี้ยงแบบพัฒนาจะเลี้ยงในบ่อเลี้ยงขนาดพื้นที่ประมาณ 4 ไร่ แต่ละบ่อมีความลึกประมาณ 1.5-2.0 เมตร ลูกกุ้งที่นำมาจากโรงเพาะฟักทั้งหมด ซึ่งปริมาณกุ้งที่ปล่อยหนาแน่นมาก ประมาณ 20-40 ตัวต่อตารางเมตร แล้วแต่ความต้องการของเกษตรกร มีการให้อาหารอย่างเต็มที่ มีอุปกรณ์และมีเทคนิคในการจัดการเลี้ยงที่ทันสมัย มีเครื่องตีน้ำหรือพ่นน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ มีการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ทั้งรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งเกษตรกรเชื่อว่าจะช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำ นอกจากนี้การใช้ยาและสารเคมีต่างๆ เพื่อป้องกันและรักษาโรค รวมทั้งให้อาหารเสริม และใช้ยาผสมกับอาหาร การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนานี้ เมื่อระบายน้ำออกจากนากุ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากคุณภาพของน้ำที่ระบายออกจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ความเค็ม ปริมาณสารเคมี ยาต่างๆ จะมีปริมาณสูง ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะต่ำ และของเหลือที่ย่อยสลายไม่หมดที่อยู่ที่ก้นบ่ออีกเป็นจำนวนมาก

4. **การเลี้ยงแบบหนาแน่นพิเศษ** (Ultra-intensive หรือ Super-intensive Growout System) (อรุณ ธัญญนันท์, 2544)

เป็นการเลี้ยงที่ควบคุมปัจจัยการผลิตทั้งหมด ใช้เทคโนโลยีสูงและผู้เลี้ยงที่ชำนาญการเป็นพิเศษ บ่อที่ใช้ในการเลี้ยงมีขนาดน้อยกว่า 0.25 เอเคอร์ บ่อเลี้ยงมีรูปร่างแบบเดียวกันความลึกของน้ำไม่แน่นอน ลูกกุ้งที่นำมาเลี้ยงได้จากโรงเพาะฟักซึ่งมีการควบคุมทั้งชนิดและขนาด อัตราความหนาแน่นที่ใช้ในการเลี้ยงมากกว่า 100 ตัวต่อ ตร.ม. ให้อาหารสำเร็จรูปโดยโดยอาหารที่ให้ต้องมีคุณภาพสูงและสารอาหารครบสมบูรณ์เพราะเป็นแหล่งอาหารเพียงแหล่งเดียวที่กุ้งจะได้รับ ให้อากาศโดยใช้เครื่องให้อากาศและเปลี่ยนถ่ายน้ำซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำมากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ของบ่อเลี้ยงกุ้งต่อวัน กุ้งที่เลี้ยงจะมีอัตราการรอด 80-90 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตที่ได้ประมาณ 30,000 – 150,000 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ต่อปี และสามารถเลี้ยงได้มากกว่า 3 ครั้งต่อรอบปี แม้ว่าการเลี้ยงด้วยวิธีนี้จะให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเลี้ยงแบบอื่น แต่ก็มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากเช่นกัน

การให้อาหารกุ้งกุลาดำ (กลุ่มบัณฑิตก้าวหน้า, 2531)

ปริมาณอาหาร จากพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งจะรู้ว่าปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ สภาพพื้นที่บ่อ คุณภาพน้ำ มีผลต่อการกินอาหารของกุ้ง นอกจากนี้กุ้งที่มีขนาดแตกต่างกัน การกินอาหารก็จะแตกต่างกันไปด้วย กุ้งที่มีน้ำหนัก 5-9 กรัมหรือขนาด 111-200 ตัวต่อกิโลกรัม จะกินอาหารเท่ากับ 0.30-0.45 กรัมต่อวัน โดยคิดจาก 5-6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ในขณะที่กุ้งที่มีน้ำหนัก 18-22 กรัม หรือขนาด 45-56 ตัวต่อกิโลกรัมจะกินอาหารเท่ากับ 0.63-0.73 กรัมต่อวัน (คิดจาก 3.3-3.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากุ้งที่มีขนาดต่างกัน ปริมาณอาหารที่กุ้งต้องการจะต่างกันด้วย

การให้อาหาร กุ้งเมื่ออายุ 1-2 สัปดาห์ ควรให้อาหารวันละ 2-3 ครั้ง เมื่อกุ้งอายุมากขึ้น การกินอาหารในแต่ละวันจะมากขึ้น ทำให้จำนวนครั้งในการให้อาหารจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพื่อไม่ให้อาหารแต่ละครั้งมากเกินไป หลักในการเพิ่มครั้งอาหารให้คิดอาหารรวมแต่ละวันแล้วหารด้วยจำนวนครั้ง โดยการให้อาหาร 4 ครั้งๆละ 25 กิโลกรัม รวมวันละ 100 กิโลกรัม จะเปลี่ยนการให้อาหารเป็น 5 ครั้งๆละ 20 กิโลกรัม รวมวันละ 100 กิโลกรัมซึ่งมีปริมาณเท่าเดิม แต่เปลี่ยนเป็น 5 ครั้งต่อวัน ส่วนเวลาในการให้อาหาร จะให้อาหารครั้งแรกในเวลา 6.00 นาฬิกา และการให้อาหารในครั้งถัดไปจะเว้นระยะให้ห่างเป็นเวลาเท่าๆ กัน

การปรับเปลี่ยนเบอร์อาหาร อาหารกุ้งมีทั้งหมด 6 เบอร์ แต่ละเบอร์มีขนาดไม่เท่ากัน เพื่อให้กุ้งสามารถจับอาหารได้อย่างสะดวก เหมาะสมกับกุ้งแต่ละขนาด หลักการสำคัญในการปรับเปลี่ยนเบอร์อาหาร คือ ต้องสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบขนาดของกุ้งในบ่ออย่างต่อเนื่อง การปรับเปลี่ยนเบอร์อาหารจะทำได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตลอดการเลี้ยง ก่อนการเปลี่ยนเบอร์อาหาร ต้องผสมอาหารระหว่างเบอร์เก่าและเบอร์ใหม่ทุกครั้งด้วย เช่น เมื่อสุ่มตัวอย่างพบว่า กุ้งมีขนาดเฉลี่ย 14 กรัม ใช้อาหารเบอร์ 4 หากต้องการเปลี่ยนเบอร์ ควรเริ่มผสมอาหารเบอร์ 4 และเบอร์ 5 เป็นต้น และก่อนการเปลี่ยนเบอร์อาหารทุกครั้ง ควรผสมอาหารเป็นเวลา 7-15 วัน ทั้งนี้แล้วแต่การเจริญเติบโตของกุ้งและการยอมรับอาหารเบอร์ใหม่ด้วย การเปลี่ยนเบอร์อาหารทันทีหรือการผสมอาหารในระยะสั้นๆ อาจมีผลให้กุ้งชะงักการเจริญเติบโต หรือทำให้กุ้งมีขนาดแตกต่างกันได้

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ

1. **อุณหภูมิ** กุ้งเป็นสัตว์เลือดเย็นไม่สามารถรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ได้เหมือนสัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิที่เหมาะสมการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำในระหว่าง 25 – 30 องศา

เซลเซียล โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ จะไม่มีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง แต่หากอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดลงต่ำมากเกินไป กุ้งอาจตายได้เช่นกัน

2. **ความเค็มของน้ำ** ความเค็ม หมายถึง ปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่ละลายในน้ำ หรือหมายถึงปริมาณเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล นิยมวัดเป็นกิโลกรัมของน้ำ มีหน่วยเป็น พี.พี.ที. (ppt) หรือส่วนพัน น้ำทะเลในนากุ้งเมืองไทยมีความเค็มอยู่ระหว่าง 5 – 38 ส่วนในหนึ่งพัน ในกรณีที่น้ำในนากุ้งมีความเค็มสูงกว่าความเค็มของเลือดในตัวกุ้ง น้ำในตัวกุ้งจะซึมออกจากตัวกุ้งอยู่ตลอดเวลา ทำให้กุ้งสูญเสียน้ำจนกุ้งเสียชีวิต แต่กุ้งแก้ปัญหาด้วยวิธีดื่มน้ำเค็มเข้าทางปาก น้ำจืดส่วนหนึ่งจะถูกดึงกลับเข้าไปทดแทนในร่างกายทำให้กุ้งมีชีวิตอยู่ต่อได้ ส่วนในกรณีที่น้ำในนากุ้งมีความเค็มต่ำกว่าความเค็มในเลือดกุ้ง กุ้งจะมีปัญหาที่ตรงกันข้ามกับกรณีแรก คือน้ำจากภายนอกจะไหลเข้าในตัวกุ้ง ทำให้เลือดภายในตัวกุ้งจืดจาง ซึ่งในกรณีหลังนี้กุ้งจะต้องขับน้ำส่วนเกินออกจากร่างกาย เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของเลือดให้คงที่ ทำให้กุ้งมีชีวิตอยู่ได้ การปรับความเค็มเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป กุ้งจะเจริญเติบโตช้าลงเมื่อความเค็มสูงกว่า 25 ส่วนในหนึ่งพัน และการเปลี่ยนความเค็มอย่างรวดเร็วอาจทำให้กุ้งช็อคตายได้

3. **ออกซิเจน** ออกซิเจนในน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่จะช่วยให้น้ำในนากุ้งมีสภาพดี นอกจากกุ้งจะใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจโดยตรงแล้ว ออกซิเจนยังช่วยในการย่อยสลายเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายต่างๆ ในนากุ้งด้วย ออกซิเจนในบ่อได้มาจากบรรยากาศและขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ตัวการอื่นๆ เช่น ลม หรือพายุ มีส่วนทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในน้ำกับบรรยากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และการใช้เครื่องตีน้ำก็มีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำด้วย

ปริมาณของออกซิเจนในน้ำนี้มีความสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของกุ้ง กุ้งต้องการปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่น้อยกว่า 3 – 5 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งขนาดเล็กต้องการออกซิเจนสูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ และกุ้งจะใช้ออกซิเจนสูงกว่าปกติในระยะที่ลอกคราบ กุ้งจะไม่กินอาหารถ้าน้ำในบ่อมีออกซิเจนต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นอกจากนี้ถ้าปริมาณออกซิเจนต่ำกุ้งจะเบื่ออาหารและลดการเคลื่อนไหวลง กล้ามเนื้อส่วนหางของกุ้งจะเป็นสีขาว เพราะกล้ามเนื้อส่วนนั้นสลายตัว

4. **ความเป็นกรดเป็นด่างของดินและน้ำ** ความเป็นกรดเป็นด่างหรือเรียกกันว่า พีเอช (pH) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 14 ระดับพีเอชของน้ำผันแปรตามระดับพีเอชของดินบริเวณนั้น ถ้าดินมีสภาพเป็นกรดน้ำก็มีสภาพเป็นกรดตามไปด้วย โดยทั่วไปพีเอชในนากุ้งอยู่ระหว่าง 7.5 – 8.5 ซึ่งเป็นพีเอชของน้ำทะเลทั่วไป และเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้ง แม้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรด-ด่างจะมีอยู่ตลอดเวลาแต่ในสภาพของน้ำกร่อยจะมีคุณสมบัติ

ในการต้านไม่ให้สภาพของความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยน ดังนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะไม่ต่ำกว่า 6 หรือสูงกว่า 9 สภาพความเป็นกรด-ด่างจึงไม่ค่อยมีปัญหากับการเลี้ยงกุ้ง

5. **ไฮโดรเจนซัลไฟด์** เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นในนากุ้ง ถ้าหากปริมาณออกซิเจนในน้ำหมดไป โดยมีแบคทีเรียบางชนิดเป็นตัวกลางดึงออกซิเจนออกไปใช้ แล้วทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในที่สุด ก๊าซชนิดนี้มีกลิ่นเหมือนไข่เน่า เกิดจากการทับถมของมูลสัตว์น้ำและเศษอาหารที่เหลือตามพื้นบ่อ หากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีมากเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ส่งผลให้กุ้งเสียการทรงตัว เป็นอัมพาตและตายได้ วิธีการแก้ปัญหาอาจทำได้โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำการเพิ่มปริมาณออกซิเจนลงในน้ำ โดยเฉพาะในระดับบริเวณก้นบ่อ

6. **แอมโมเนีย** (NH_3) ปริมาณแอมโมเนียจะมาจากเศษอาหาร สิ่งขับถ่ายของกุ้งตลอดจน ซากแพลงตอนที่ตายทับถมในบ่อ เมื่อกุ้งโตขึ้นปริมาณของเสียต่างๆ ก็มีปริมาณมากขึ้น แบคทีเรียในพื้นบ่อจะทำการย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจนเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียในบ่อกุ้งนั้นมีอยู่ทั้งในรูปของก๊าซแอมโมเนียและของแอมโมเนียไอออน

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

ปฏิกิริยาทางเคมีของก๊าซแอมโมเนียในบ่อกุ้ง

แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำคือก๊าซแอมโมเนีย หากพีเอชของน้ำสูง ความเป็นพิษของแอมโมเนียก็จะสูงตามไปด้วย ปริมาณของแอมโมเนียในบ่อกุ้งไม่ควรสูงกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีแก้ปัญหาที่นิยมคือการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และควบคุมปริมาณอาหารที่ให้กุ้ง ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

7. **ไนเตรท** (NO_3^-) เป็นสารประกอบที่ให้ธาตุไนโตรเจนแก่แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของอาหารธรรมชาติในบ่อ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน ไนเตรทมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำมาก จึงไม่มีความสำคัญทางด้านนี้ อย่างไรก็ตามการสะสมไนเตรทในน้ำในปริมาณสูงๆ อาจแสดงให้เห็นถึงภาวะในแหล่งน้ำและในบางสภาวะที่ขาดออกซิเจน ไนเตรทอาจถูกเปลี่ยนกลับไปอยู่ในรูปไนไตรท์ในกรณีที่เกิดภาวะขาดออกซิเจนในบ่อ

8. **ไนไตรท์** (NO_2^-) การสะสมไนไตรท์ในน้ำนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเน่าสลายของสารอินทรีย์ และปล่อยแอมโมเนียออกมามาก ในสภาวะที่มีออกซิเจนแอมโมเนียจะเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์และในกรณีที่มีค่าพีเอชในน้ำสูงกว่า 8.0 ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนไนไตรท์ไปเป็นไนเตรทจะลดลงทำให้เกิดการสะสมไนไตรท์ในน้ำ ซึ่งไนไตรท์ถูกดูดซึมเข้าสู่สัตว์น้ำผ่านทางเหงือก และจะไปทำปฏิกิริยากับฮีโมโกบินในเลือดทำให้การขนส่งออกซิเจนลดลง เลือดจะเป็นสีน้ำตาล ความเป็นพิษของไนไตรท์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีแอมโมเนียสูง

9. **ธาตุอาหารในน้ำ** ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และพวกซิลิกา จะเป็นตัวเร่งให้แพลงก์ตอนต่างๆเจริญได้รวดเร็วและเป็นการช่วยปรับสภาพน้ำไปในตัวด้วย แต่หากพวกอาหารมีมากเกินไปก็อาจทำให้แพลงก์ตอนขยายพันธุ์รวดเร็วมาก ทำให้น้ำเน่าเสียได้เช่นกัน

10. **ความขุ่นใสของน้ำ** ความขุ่นในบ่อกุ้งเกิดจากการละลายของดินและเลนตะกอนต่างๆ รวมทั้งปริมาณของแพลงก์ตอนในน้ำด้วย ความขุ่นที่เกิดเนื่องจากดินเลนมากเกินไป อาจทำให้บ่อตื้นเขิน และความขุ่นมากอาจทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตลดลง ในนากุ้งไม่ควรมีความขุ่นเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลักษณะเช่นนี้น้ำในบ่อกุ้งจะมีสีน้ำตาลอ่อนๆ

11. **สภาพพื้นบ่อ** เมื่อเลี้ยงกุ้งไปนานๆ เศษอาหารที่เหลือและสิ่งปฏิกูลต่างๆ จะหมักหมมตามพื้นบ่อ ถ้าทิ้งไว้พื้นบ่อจะมีสีดำและมีกลิ่นเหม็น เป็นพิษต่อกุ้ง การแก้ไขสภาพของน้ำที่เน่าเสียหรือแก้ไขสภาพพื้นบ่อในขณะเลี้ยงกุ้งนั้นทำได้ยาก ดังนั้นจึงควรหาทางป้องกันไม่ให้พื้นบ่อเน่าเสีย โดยการดูแลควบคุมอาหารที่ให้ และควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อ

2.2 โรคของกุ้งกุลาดำและการป้องกันรักษา

ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำหากมีการจัดการไม่ดีแล้ว ผลที่ตามมาคือกุ้งประสบปัญหาเรื่องโรค ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ โรคกุ้งที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมีสาเหตุที่สำคัญจากไวรัสและแบคทีเรียและมีส่วนน้อยที่มีสาเหตุมาจากราและโปรโตซัว (Lightner และ Redman, 1998)

2.2.1โรคจากไวรัส

2.2.1.1 โรคจากโมโนดอน แบคคิวโลไวรัส หรือ เอ็มบีวี (Monodon Baculovirus)

พบได้ในทุกระยะของการเลี้ยงกุ้ง แต่พบมากในกุ้งระยะ PL 20 จนถึงอายุ 3 เดือน โดยระยะที่มีผลกระทบมากที่สุดคือกุ้งในระยะวัยอ่อน กุ้งในบ่อเลี้ยงที่มีการติดเชื้อไวรัสชนิดนี้อาจยังไม่แสดงอาการให้เห็น จนกระทั่งเมื่อสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่แย่ลง ส่งผลให้กุ้งเกิดความเครียด ทำให้กุ้งตายได้ โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสชนิดนี้สามารถติดต่อได้ผ่านทางขี้กุ้ง หรือเมื่อกุ้งกินซากกุ้งที่ติดเชื้อ วิธีป้องกันที่ดีที่สุดคือ คัดเลือกกุ้งก่อนนำมาเลี้ยง (จิราพร เกษรจันทร์, 2537)

2.2.1.2 โรคจากเฮปพาโตแพนครีเอติก พาโว-ไลค์ไวรัส (Hepatopancreatic Parvo-like virus)

พบระบาดในกุ้งกุลาดำในช่วงต้นปี 2537 และพบเชื้อชนิดนี้ได้ในกุ้งที่มีอายุเดือนครึ่งขึ้นไป กุ้งที่ติดเชื้อกินอาหารลดลง ตับและตับอ่อนจะบวม กุ้งไม่โตและตายในที่สุด

ปัจจุบันนี้ยังไม่มียาหรือสารเคมีใดๆที่สามารถรักษาโรคที่เกิดจากไวรัสชนิดนี้ได้ ดังนั้น การป้องกันทำได้โดยการจัดการบ่อที่ดี ควบคุมคุณภาพน้ำ คัดเลือกลูกกุ้งก่อนนำมาเลี้ยงและป้องกันให้กุ้งเกิดความเครียดน้อยที่สุด (จิราพร เกษรจันทร์, 2537)

2.2.1.3 **โรคจากไวรัสหัวเหลือง หรือวายบีวี** (Yellow-head Baculovirus **หรือ** YBV)

ไวรัสหัวเหลืองเป็นไวรัสที่มีความรุนแรงมาก และก่อความเสียหายให้กับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมากที่สุด สามารถพบได้ตั้งแต่ปล่อยกุ้งลงบ่อเลี้ยงจนจับขาย ลักษณะอาการคือ กุ้งจะกินอาหารมากขึ้นกว่าปกติในช่วงแรก และจะค่อยๆลดลง กุ้งจะลอยตัวอยู่ผิวหน้าน้ำ บริเวณส่วนหัวจะมีสีเหลืองโดยเฉพาะตับและตับอ่อนจะมีสีเหลืองและบวมโต เหงือกมีสีเหลือง และจะตายอย่างรวดเร็ว

ปัจจุบันนี้ยังไม่มียาหรือสารเคมีที่รักษาโรคหัวเหลืองได้ ดังนั้นการป้องกันทำได้โดยการจัดการบ่อที่ดี ควบคุมคุณภาพน้ำ คัดเลือกลูกกุ้งก่อนนำมาเลี้ยง และป้องกันให้กุ้งเกิดความเครียดน้อยที่สุด (จิราพร เกษรจันทร์, 2537)

2.2.1.4 **โรคจากไวรัสวีเชพ หรือวีวี** (V-shaped virus)

พบในช่วงต้นปี 2537 ไวรัสชนิดนี้มีขนาดเล็กว่าไวรัสวายบีวี ลักษณะของโรคคือ กุ้งจะทยอยขึ้นมาตาย และพบแบคทีเรียบริเวณกล้ามเนื้อ ตับละตับอ่อนร่วมด้วย

ปัจจุบันนี้ยังไม่มียาหรือสารเคมีที่รักษาโรคหัวเหลืองได้ ดังนั้นการป้องกันทำได้โดยการจัดการบ่อที่ดี ควบคุมคุณภาพน้ำ คัดเลือกลูกกุ้งก่อนนำมาเลี้ยง และป้องกันให้กุ้งเกิดความเครียดน้อยที่สุด (จิราพร เกษรจันทร์, 2537)

2.2.1.5 **โรคตัวแดงดวงขาว** (Systemic Ectodermal and Mesodermal Baculovirus **หรือ** SEMBV)

ไวรัสชนิดนี้ระบาดอย่างกว้างขวางในทวีปเอเชีย และพบในประเทศไทยครั้งแรกช่วงปลายปี 2537 ทางภาคตะวันออกและภาคใต้ กุ้งที่ติดเชื้อไวรัสชนิดนี้จะมีจุดขาวในเนื้อเยื่อใต้ชั้นเปลือกที่บริเวณส่วนหัว กุ้งบางตัวอาจมีสีแดง แต่ส่วนใหญ่จะมีสีปกติ สามารถพบการติดเชื้อได้ในกุ้งทุกระยะ กุ้งที่ติดเชื้อจะตายหมดภายใน 7 – 10 วัน

ปัจจุบันนี้ยังไม่มียาหรือสารเคมีที่รักษาโรคตัวแดงดวงขาวได้ ดังนั้นวิธีคที่ดีที่สุดคือป้องกันพาหะของโรค อันได้แก่ ปูชนิดต่างๆ นก แมลง นำไวรัสชนิดนี้มาปะปนในระบบการเพาะเลี้ยง และควรมีการจัดการบ่อและสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงให้ดีอยู่เสมอ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2539)

2.2.2**โรคจากแบคทีเรีย**

2.2.2.1 **โรคเรืองแสง** (Luminescent disease)

โรคนี้มีสาเหตุเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียเรืองแสงในน้ำทะเล มักเป็นกับกุ้งวัยอ่อนจนถึงระยะก่อนเข้าไมซิส ลักษณะของกุ้งที่ติดโรคจะมีลำตัวขุ่นขาว ไม่ค่อยว่ายน้ำ ถ้าติดเชื้อมากบริเวณหลังจะหักงอและจมลงไปก้นบ่อ สามารถทำให้กุ้งตายได้ ถ้าสังเกตในเวลากลางคืนจะสามารถเห็นการเรืองแสงของกุ้งที่ติดโรค วิธีรักษาโรคนี้คือทำการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำที่ใช้เลี้ยงด้วยฟอร์มาลีน 37 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจใช้ คลอรีน 20 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน พร้อมกับให้อากาศตลอดเวลา ทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน

2.2.2.2 **โรคเรืองแสงที่เกิดจาก** *Vibrio harveyi* (Luminescent disease from *Vibrio harveyi*)

V. harveyi เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (Gram negative) รูปร่างเป็นท่อนสั้นโค้ง มีแฟลกเจลลา (flagella) 1 เส้นพบที่ด้านข้างของเซลล์ ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างซีสต์ สามารถเจริญได้ดีในน้ำทะเลช่วงอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7-9 และในช่วงความเค็มระหว่าง 10-40 พีพีที สามารถใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานในการเจริญ การก่อโรคของแบคทีเรียนี้ คือเข้าไปเจริญในตัวกุ้งและทำให้กุ้งเกิดการเรืองแสง ซึ่งเป็นลักษณะที่สังเกตได้ง่ายของโรคนี้ ตัวกุ้งจะเปล่งแสงสีเขียวแกมเหลือง หรือแสงสีเขียวแกมฟ้าออกมา

เมื่อกุ้งติดเชื้อ *V. harveyi* นี้แบคทีเรียจะเพิ่มจำนวนและเคลื่อนที่ไปอาศัยอยู่ในตับ (hepatopancreas) ทำให้ตับมีอาการอักเสบ นอกจากนี้แบคทีเรียนี้ยังกระจายตัวเข้าสู่กระแสเลือดของกุ้งและทำให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด (septicemia) กุ้งที่ติดโรคเรืองแสงจะกินอาหารน้อยลง มีทิศทางการว่ายน้ำไม่แน่นอน จนในที่สุดกุ้งตาย กุ้งกุลาดำที่ตายจากโรคเรืองแสงจะมีเปลือกหัวและลำตัวสีแดง กล้ามเนื้อขุ่น และสามารถสังเกตการเรืองแสงได้ในที่มืด

2.2.2.3 **โรคจุดดำหรือเสี้ยนดำ**

สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับโรคเรืองแสงที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ และพบตามปกติในตัวกุ้ง แต่จะทำอันตรายต่อกุ้งเมื่อสภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมหรือกุ้งเกิดบาดแผลขึ้น โดยเชื้อจะเข้าสู่ร่างกายกุ้งแล้วถูกกระบวนการป้องกันตัวของกุ้งห่อเอาไว้จนเกิดลักษณะอาการคล้ายเสี้ยนดำทิ่มแทงในกล้ามเนื้อ โรคเสี้ยนดำนี้พบมากในฤดูฝน ซึ่งน้ำในบ่อกุ้งมีความเค็มลดลง ส่งผลให้กุ้งเกิดความเครียดและอ่อนแอ ประกอบกับการเลี้ยงกุ้งในบ่ออย่างหนาแน่นจึงทำให้กุ้งติดโรคได้ง่ายขึ้น

วิธีป้องกันและแก้ไขคือ ตรวจสอบดูว่ากุ้งมีจุดดำหรือเสี้ยนดำตามเปลือกหรือไม่ ในช่วงแรกที่พบถ้าหากมีการกระตุ้นให้กุ้งลอกคราบ เสี้ยนดำนี้จะหลุดออกไปพร้อมกับการลอกคราบ

หรือใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาด้วย แต่ถ้าปล่อยไว้จนเสี้ยนดำฝังตัวลึกเข้าไปในเนื้อกุ้งแล้ว การแก้ไขคงเป็นไปได้ยาก ส่วนแนวทางป้องกันคือ พยายามรักษาความเค็มให้มากกว่า 20 ส่วนในหนึ่งพัน และวิธีที่ดีที่สุดคือหลีกเลี่ยงการเลี้ยงอย่างหนาแน่น ซึ่งนอกจากจะเป็นการป้องกันอาการเสี้ยนดำแล้วยังช่วยป้องกันโรคอื่นอีกด้วย อย่างไรก็ตามกุ้งกุลาดำที่ติดโรคเสี้ยนดำเชื้อแบคทีเรียนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคแต่อย่างใด เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส

2.2.2.4 **โรคเหงือกกร่อน โรคหางเปื่อย ขาเปื่อยดำ หรือเปลือกเปื่อยดำ**

เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โดยมักเป็นกับพ่อแม่พันธุ์กุ้งที่เลี้ยงไว้นานๆ อาการของโรคจะเห็นได้ชัดเจน โดยครั้งแรกบริเวณที่ติดเชื้อจะมีสีน้ำตาล และสีจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ ถ้าเป็นที่ระยางค์หาง หรือขา หรือหนวดจะเปื่อยกุดทีละน้อย กุ้งบางตัวอาจกินอาหารน้อยลงและหากเป็นมากๆก็จะตายในที่สุด

วิธีป้องกันคือเมื่อจับกุ้งมาครั้งแรกควรจะแช่ในยาปฏิชีวนะ เช่น ออกซิเตตราไซคลิน ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำหนึ่งตัน โดยแช่เป็นระยะเวลานาน 1 วัน หากกุ้งที่เลี้ยงไว้ติดเชื้อควรแยกกุ้งที่เป็นโรคออกจากบ่อ ทำการรักษากุ้งที่เป็นโรคโดยการแช่น้ำยาฟอร์มาลินผสมน้ำ ในอัตราส่วนฟอร์มาลิน 150 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ตัน แล้วแช่กุ้งนาน 20 นาที จากนั้นนำไปแช่ในยาปฏิชีวนะในอัตราส่วนยา 10 กรัม ต่อน้ำ 1 ตัน เป็นเวลา 3 วัน

2.2.2.5 **โรคตัวขุ่นขาวในกุ้งวัยอ่อน**

เป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย มักเป็นกับลูกกุ้ง อาการที่สังเกตได้ง่ายคือ ลูกกุ้งจะอ่อนแอ ไม่ค่อยกินอาหาร ว่ายน้ำช้าลง และจมลงก้นบ่อ เมื่อตรวจดูในเวลากลางคืนจะไม่พบการเรืองแสง มักจะเกิดในช่วงฤดูหนาว หรือช่วงที่อุณหภูมิต่ำ

2.2.3**โรคจากรา**

2.2.3.1 **โรคเหงือกดำ**

เกิดจากการติดเชื้อรา *Fusarium* sp. มักพบเป็นกับกุ้งโตเต็มวัย โดยเชื้อรานี้จะเข้าเกาะทำลายอยู่ภายในซี่เหงือกของกุ้ง ลักษณะที่สังเกตง่ายๆ คือเหงือกจะมีสีดำ ลักษณะอาการของกุ้งที่เป็นโรคนี้เริ่มแรกจะมีอาการอ่อนแอกินอาหารน้อยลงและซี่เหงือกจะมีสีดำคล้ายมีดินโคลนติดอยู่ แต่จะล้างไม่ออกเนื่องจากในซี่เหงือกมีเส้นใยของเชื้อฟูซาเรียมเข้าทำลาย ถ้ามีอาการหนักจะว่ายน้ำมาตายที่ขานบ่อ และจะทยอยตายมากขึ้นเรื่อยๆ กุ้งที่เป็นโรคนี้จะตายในเวลาประมาณ 7 – 10 วัน

โรคนี้สามารถป้องกันได้โดยการระวังเรื่องการให้อาหารกุ้งให้พอดี เพราะการตกค้างของอาหารจะทำให้สภาพของน้ำเสียหรือการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานาน จน

สภาพของพื้นบ่อเสีย อันเป็นเหตุทำให้ลูกกุ้งอ่อนแอและติดโรคได้ง่าย แต่หากเกิดการติดเชื้อขึ้นแล้ว วิธีรักษาที่ดีที่สุดคือให้จับกุ้งขึ้นให้หมด แล้วล้างบ่อทำลายสปอร์ของเชื้อรา โดยใช้คลอรีนผงโรยให้ทั่วบ่อ ตากบ่อให้แห้ง จากนั้นก็ปล่อยน้ำเข้าหลายๆครั้งเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้พอดีก่อนทำการเลี้ยงครั้งต่อไป ซึ่งจะช่วยยับยั้งการระบาดของสปอร์ราได้ หรืออาจรักษาได้โดยการแยกกุ้งที่เป็นโรคแช่ในน้ำยาฟูราโซลิโคน เข้มข้น 1 – 3 ส่วนในหนึ่งล้านส่วน เป็นเวลา 48 – 96 ชั่วโมง

2.2.3.2 **โรคเน่าตกพื้นบ่อ**

สาเหตุเกิดจากเชื้อราเข้าเกาะทำลายตัวกุ้ง โดยมักจะเกิดกับลูกกุ้งในระยะไมซีส จนถึงในระยะโพสลาวาต้นๆ และจะเกิดในช่วงที่อุณหภูมิต่ำ คือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีอัตราการตายประมาณ 10-20% พบว่ากุ้งที่ติดเชื้อราจะจมลงไปนอนก้นบ่อ ตัวมีสีครีม หรือมีจุดสีน้ำตาลอ่อน ถ้าส่องด้วยกล่องจุลทรรศน์จะเห็นลักษณะเชื้อราเป็นเส้นๆ เต็มตัวกุ้ง

2.2.3.3 **โรคราดำ**

สาเหตุเกิดจากการติดเชื้อราที่เข้ามาเกาะทำลายตามเปลือก และปลายระยางค์ของกุ้ง มักพบในกุ้งที่เลี้ยงแบบหนาแน่น หรือแบบพัฒนา และให้อาหารสำเร็จรูป ลักษณะที่สังเกตได้ชัดคือบริเวณเปลือกแก้มและปลายระยางค์ขาว่ายน้ำมีสีดำ ปลายขอบบางแห่งโป่งพอง เมื่อเจาะดูจะมีเนื้อตายยุ่ยสีดำ นำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นเส้นใยของเชื้อรา กุ้งที่ติดเชื้อจะมีอาการอ่อนแอ ลอยหัวขึ้นมาขอบบ่อ และทยอยกันตาย

2.2.4 **โรคจากโปรโตซัว**

2.2.4.1 **โรคเหงือกแดงหรือโรคแก้มแดงหรือโรคลอยหัว**

เกิดจากโปรโตซัว Suotamnium เชื้อนี้จะเข้าเกาะในเหงือกกุ้ง ทำให้เกิดอาการอักเสบ เหงือกทำงานไม่สะดวก และถ้าโปรโตซัวเพิ่มปริมาณมากขึ้นจะทำให้เหงือกยุ่ย เนื้อเยื่อเหงือกตายลง ทำให้แก้มเหงือกมีสีแดงกว่าปกติ กุ้งจะว่ายขึ้นมาตามขอบบ่อและทยอยตายลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะเวลาเช้ามืดจะเห็นกุ้งลอยหัวขึ้นมาตามขอบบ่อจำนวนมาก

โรคนี้สามารถป้องกันได้โดยให้อาหารในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่อป้องกันการตกค้างของอาหาร รักษาคุณภาพน้ำในบ่อให้ดีอยู่เสมอ มีการถ่ายเทน้ำในบ่อเลี้ยงทุกวัน กำจัดตะกอนสาหร่ายออกจากบ่อกุ้งเป็นระยะๆ ก่อนการเลี้ยงกุ้งครั้งต่อไปควรล้างและตากบ่อเสียก่อน แต่หากกุ้งในบ่อเกิดการติดเชื้อขึ้นแล้ววิธีรักษา คือ ใช้ฟอร์มาลีน 30 มิลลิลิตรต่อน้ำหนึ่งตัน โดยผสมฟอร์มาลีนในถังน้ำแล้วสาดให้ทั่วบ่อ หรือใช้กากชาประมาณ 30 กรัมต่อน้ำหนึ่งตันแทนก็ได้

2.2.4.2 **โรคตัวขุ่นมีเส้นใย หรือโรคซูโอเทียมเนียม**

เกิดจากการของพยาธิโปรโตซัว Suotamnium เกาะกันอย่างหนาแน่นที่ลำตัวกุ้ง ลักษณะที่เห็นชัดเจนคือ ตัวกุ้งจะมีสีขุ่น เมื่อใช้แก้วใสตักขึ้นมาดูจะเห็นเส้นใยบางๆ รอบตัวกุ้งทำให้กุ้งว่ายน้ำไม่สะดวก ถ้าถูกเกาะมากๆ จะว่ายน้ำไม่ได้ และเชื้อที่เกาะเป็นอุปสรรคต่อการลอกคราบ กุ้งจะจมลงใต้บ่อ และตายในที่สุด กุ้งที่เป็นโรคนี้จะลอกคราบไม่ค่อยหลุด กินอาหารน้อยลง และโตช้ากว่าปกติ โรคนี้เกิดขึ้นรวดเร็วและใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4 วัน ถ้าไม่มีการรักษากุ้งจะตายเป็นจำนวนมาก

2.2.4.3 **โรคโปรโตซัว เอซิเนดต้าโตโกไฟรา และจำพวกวอล์เซลล่า หลายชนิด**

เกิดจากโปรโตซัวเข้าทำลายเนื้อเยื่อกุ้ง ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีรากหรือลำต้นฝังอยู่ตามเปลือกกุ้ง บางครั้งหยั่งรากลงไปจนถึงกล้ามเนื้อ อาการที่เห็นได้ชัดคือ กุ้งจะอ่อนแอ กินอาหารน้อยลง อัตราการลอกคราบลดลง เคลื่อนไหวช้า มักจะลอยอยู่ได้ด้วยแรงลมเป่าที่ให้ในบ่อ ภายใน 2-3 วันจะทยอยตายไปเรื่อยๆ

2.2.4.4 **โรคกุ้งหลังขาว**

เกิดจากโปรโตซัว โดยกุ้งจะกินสปอร์ของโปรโตซัวเข้าไป และโปรโตซัวจะเจาะผนังลำไส้เข้าไปฝังตัวอยู่ในกล้ามเนื้อรอบๆ ลำไส้ตามแนวหลังกุ้ง ทำให้กล้ามเนื้อตายมีลักษณะขุ่นขาว ครั้งแรกเริ่มจากส่วนต้นของปล้องแรก และลามไปเรื่อยๆ จนถึงปล้องสุดท้ายจรดส่วนหาง ทำให้สันหลังมีสีขุ่นขาว กุ้งจะอ่อนแอ ว่ายน้ำช้าลง ชอบว่ายน้ำตามขอบบ่อ เมื่อลอกคราบจะตาย และมักถูกกุ้งตัวอื่นกิน ทำให้สปอร์ติดเข้าในกุ้งตัวอื่นๆ ได้อีก

2.2.5 **โรคจากสาเหตุอื่น ๆ**

2.2.5.1 **โรคขาดสารอาหาร**

เกิดจากการขาดธาตุอาหารพวกกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหรือขาดวิตามินซี ซึ่งจะเป็นกับกุ้งที่เลี้ยงในระบบปิด ในบ่อซีเมนต์หรือในตู้ และมีการให้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงกุ้ง กุ้งที่เป็นโรคจะมีสีดำ และบริเวณที่มีสีดำนี้จะลามจากส่วนผิวหุ้มลำตัวไป กล้ามเนื้อกระเพาะอาหาร ลำไส้ เหงือก รวมทั้งก้านตาและโดยเฉพาะเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้เปลือกบริเวณรอยต่อและลำตัวกับระยางค์ส่วนต่างๆ ถ้ากุ้งขาดสารอาหารอย่างรุนแรง จะทำให้อันตรายถึงตายได้

โรคนี้สามารถป้องกันได้โดยเลี้ยงกุ้งในบ่อที่มีสาหร่ายขึ้นด้วย หากไม่สามารถเลี้ยงในบ่อสาหร่ายได้ ควรหาสาหร่ายมาเป็นอาหารให้กุ้งกิน แต่หากเกิดโรคขึ้นแล้วสามารถรักษาได้โดยการผสมวิตามินซีหรือกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายลงในอาหารกุ้งให้เพียงพอกับความต้องการของกุ้ง เนื่องจากวิตามินซีมีความคงตัวต่ำสามารถถูกทำลายได้ในระหว่างกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ดังนั้นจึงต้องใช้วิตามินซี 2,000 – 3,000 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

2.2.5.2 **โรคกุ้งหลังหักและกุ้งตัวแดง**

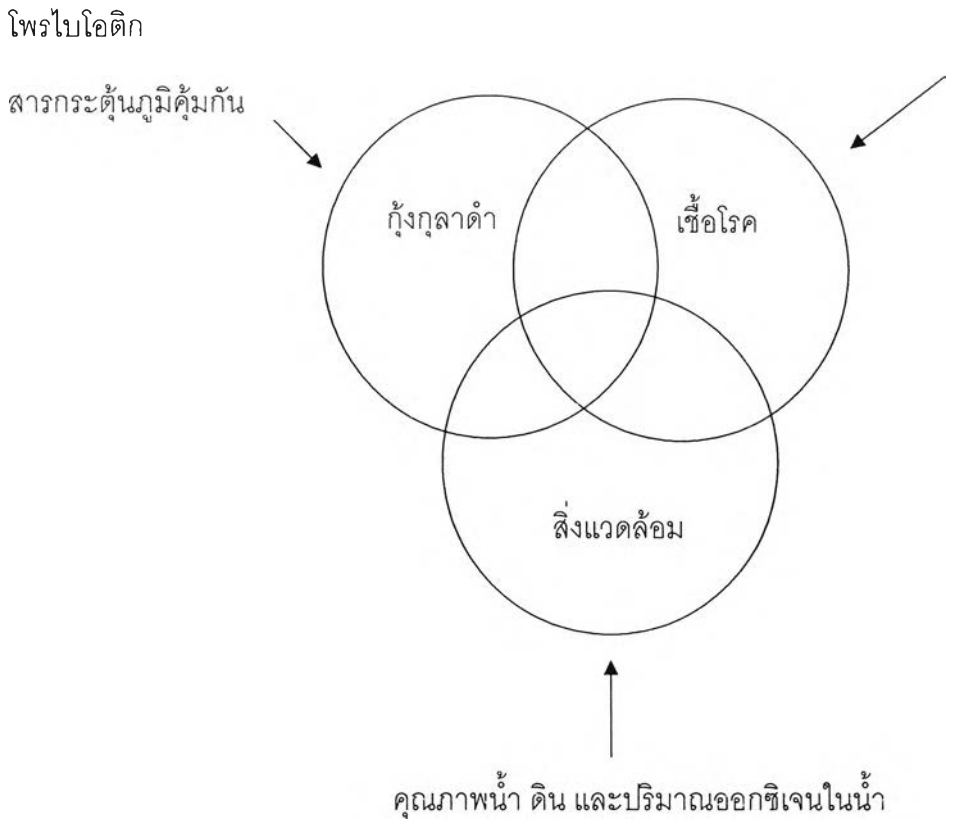
สาเหตุยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน อาจเกิดจากการติดเชื้อราที่ขึ้นตามเปลือกกุ้ง หรืออาจเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นในการเลี้ยงมากเกินไป ความเครียดที่เกิดจากการตกใจ หรืออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงกะทันหัน มักพบในกุ้งกุลาดำในระยะตั้งแต่ออกจากไข่จนถึงระยะวัยรุ่น อาการที่เกิดกับลูกกุ้งวัยอ่อนระยะแรก คือ ลูกกุ้งจะอ่อนแอไม่กินอาหาร ว่ายน้ำช้าลง และจมลงไปนอนที่ก้นบ่อ และลูกกุ้งวัยรุ่นจะมีอาการหลังหักตัวงอและลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีแดงผิดปกติ การเคลื่อนไหวช้าลง ในบางครั้งจะว่ายน้ำวนเวียนไปมาเหมือนอาการควงสว่าน ซึ่งถ้าเป็นกับลูกกุ้งวัยอ่อนลูกกุ้งจะตายจนหมดบ่อภายใน 2 – 3 วัน

โรคนี้ยังไม่มีวิธีป้องกันที่แน่นอนนัก อาจทำได้โดยรักษาสภาพแวดล้อมในบ่ออนุบาลให้เหมาะสม มีสภาพดีอยู่เสมอ เช่น การให้อาหารในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากจนเกินไป รักษาคุณภาพน้ำให้ดีอยู่เสมอ

ความสัมพันธ์ระหว่างกุ้ง สิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงกุ้ง และการเกิดโรค

ในการเลี้ยงกุ้ง หากมีการดูแลจัดการคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน และปริมาณออกซิเจนให้เหมาะสมและไม่มีเชื้อก่อโรคในปริมาณที่สูงนัก กุ้งจะมีการเจริญเติบโตดีและมีสุขภาพแข็งแรง ในทางตรงกันข้ามหากการจัดการสิ่งแวดล้อมไม่ดี ประกอบกับมีเชื้อก่อโรคในปริมาณสูง กุ้งก็จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงและตายลงในที่สุด วิธีการที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการแต่ละปัจจัยได้แก่ การใช้โพรไบโอติก (probiotics) หรือสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพื่อให้กุ้งแข็งแรง จัดการคุณภาพน้ำ ดิน และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้ง สำหรับการรักษาโรคติดเชื้อ ก็ยังอาจมีความจำเป็นในการใช้สารปฏิชีวนะในปริมาณพอเหมาะแบบไม่เกินความจำเป็น เพื่อลดปัญหาการดื้อยาหรือมลภาวะที่เกิดบนผิวดิน ที่สามารถส่งผลต่อจุลินทรีย์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตบนหน้าดิน และในน้ำได้ (ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์, 2539)

การใช้สารปฏิชีวนะเพื่อป้องกันหรือรักษาโรคกุ้งนั้น ผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะใช้ในอัตราที่สูงเกินความจำเป็นและใช้ในระยะเวลาไม่เหมาะสม นอกจากจะเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังเกิดสารตกค้างในกุ้งเมื่อจับจำหน่าย (คมสัน ลีลาคหกิจ, 2539) และเกิดอุบัติการณ์เชื้อก่อโรคเกิดการดื้อยาสูงขึ้นเรื่อยๆ มีผลทำให้เกิดการรักษายากขึ้น (Flegel และคณะ, 1992) ประกอบกับญี่ปุ่นที่เป็นประเทศนำเข้ากุ้งรายใหญ่ของประเทศไทยมีกฎหมายต่อต้านการใช้สารเคมี และสารปฏิชีวนะในอาหาร (คมสัน ลีลาคหกิจ, 2539) การเสริมจุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อให้กุ้งแข็งแรงจึงเป็นทางเลือกใหม่ในการลดการใช้สารปฏิชีวนะ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกุ้งกุลาดำ สิ่งแวดล้อมในบ่อเลี้ยงกุ้ง และเชื้อโรค รวมทั้งวิธีการที่ใช้ในการจัดการของแต่ละปัจจัย (ที่มา : ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์, 2539 ; Snieszko, 1973 อ้างอิงถึงใน Lightner และ Redman, 1998)

2.3 โพรไบโอติก (Probiotics)

คำว่า โพรไบโอติก (Probiotic) มาจากภาษากรีก แปลว่า "เพื่อชีวิต" (for life) (Fuller, 1992) โดย Metchnikoff (1907) เป็นบุคคลแรกที่กล่าวถึงการรับประทานแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่ให้ผลประโยชน์เมื่ออยู่ในลำไส้มนุษย์ เนื่องจากสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคตัวอื่นๆ มีผลงานตีพิมพ์ลงในหนังสือ The Prolongation of life งานของ Metchnikoff นี้ถือว่าเป็นต้นกำเนิดของโพรไบโอติก หลังจากนั้นคำว่า โพรไบโอติก ก็ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง และมีผู้ให้คำจำกัดความของโพรไบติกไว้อีกมากมาย ดังนี้

Lilley และ Stellwell (1965) โพรไบโอติก หมายถึง "สารที่ขับออกมาโดยจุลินทรีย์ซึ่งมีผลต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ"

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Parker (1974) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์ที่มีชีวิตและสารซึ่งสนับสนุนให้เกิดสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร"

Fuller (1989) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ใช้เสริมในอาหารและก่อให้เกิดประโยชน์กับสัตว์เจ้าบ้าน โดยช่วยปรับสมดุลจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสัตว์เจ้าบ้าน"

Havenaar และ Huis in't Veld (1992) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่เพาะเลี้ยงเป็นจุลินทรีย์ชนิดเดี่ยวหรือแบบผสม นำไปเสริมกับสัตว์และคน แล้วมีผลประโยชน์ต่อสัตว์และคนนั้นๆ โดยช่วยเสริมคุณสมบัติของจุลินทรีย์ประจำถิ่น"

Tannock (1997) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์มีชีวิตที่ใช้เสริมในอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงสุขภาพให้ดีขึ้น"

ในช่วงต้นและกลางศตวรรษที่ 20 ได้มีรายงานการใช้โพรไบโอติกในคนและสัตว์บกออกมาเป็นระยะๆ ต่อมาในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ได้มีการนำโพรไบโอติกมาใช้กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีนักวิทยาศาสตร์บางท่านได้เสนอคำกำจัดความของโพรไบโอติกเพิ่มเติม ดังนี้

Moriarty (1998) เสนอว่า ควรขยายคำจำกัดความของโพรไบโอติกเพิ่มเติมว่า "โพรไบโอติก รวมการเติมจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ในน้ำแหล่งอาศัยของสัตว์ชนิดนั้นๆ ซึ่งสัตว์นั้นอาศัยอยู่"

Gram (1999) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์เสริมที่มีชีวิต ซึ่งมีผลเป็นประโยชน์ต่อเจ้าบ้าน โดยปรับสมดุลจุลินทรีย์ของเจ้าบ้านให้ดีขึ้น"

Gatesoupe (1999) โพรไบโอติก หมายถึง "เซลล์จุลินทรีย์ที่ถูกนำเข้าไปในลำไส้และสามารถมีชีวิตอยู่ได้ เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงสุขภาพให้ดีขึ้น"

Lee et.al (1999) โพรไบโอติก หมายถึง "เซลล์แบคทีเรียมีชีวิต หรืออาหารซึ่งมีเซลล์แบคทีเรียมีชีวิต หรือส่วนประกอบของเซลล์แบคทีเรีย ที่ให้ผลประโยชน์ต่อสุขภาพเซลล์ของเจ้าบ้าน"

Verchuere (2000) โพรไบโอติก หมายถึง จุลินทรีย์เสริมที่มีชีวิตซึ่งมีผลที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์เจ้าบ้าน โดยเปลี่ยนแปลงจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องหรืออยู่รอบๆ เจ้าบ้าน หรือโดยปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากอาหารหรือพัฒนาคุณค่าทางโภชนาการ หรือโดยพัฒนาการตอบสนองต่อโรค หรือโดยพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเจ้าบ้าน

Schrezenmeir and devrese (2001) โพรไบโอติก หมายถึง "ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์มีชีวิตในปริมาณเพียงพอที่จะเข้าไปยึดพื้นที่ แทนจุลินทรีย์ประจำถิ่นเดิม ในทางเดินอาหารของเจ้าบ้าน และเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของเจ้าบ้าน"

World Health organization (2001) โพรไบโอติก หมายถึง "จุลินทรีย์เสริมสุขภาพซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรียมีชีวิตหรือส่วนประกอบของเซลล์แบคทีเรีย ที่ให้ผลเชิงบวกต่อสุขภาพของเซลล์เจ้าบ้าน

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติก

ได้มีการนำจุลินทรีย์โพรไบโอติกมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในคน (Holzafel และคณะ, 1998) และสัตว์บก คือ วัว ควาย แกะ แพะ หมู สัตว์ปีก และรวมถึงสัตว์เลี้ยงด้วย (Fuller, 1989) จุลินทรีย์ที่นำมาเป็นโพรไบโอติก ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียโดยเฉพาะแลคติกแอซิดแบคทีเรีย มีราเป็นส่วนน้อย โดยจะถูกนำมาให้กับสัตว์ในหลายทางด้วยกันและการเตรียมโพรไบโอติกมาใช้ก็จะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่ใช้ ซึ่งสามารถทำให้อยู่ในรูปอาหารเม็ดหรือผลิตให้อยู่ในรูปแคปซูล เกล็ด ผง หรือก้อนหนืดๆ คล้ายแป้งเปียก แล้วนำมาใช้กับสัตว์โดยตรงหรือผ่านทางอาหาร โดยโพรไบโอติกที่ใช้นี้อาจจะประกอบด้วยจุลินทรีย์สายพันธุ์เดี่ยวหรือจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ โดยอาจใช้มากกว่า 8 สายพันธุ์ในผลิตภัณฑ์ที่เตรียม (Fuller, 1989)

การเกิด colonization ของโพรไบโอติกในลำไส้ (ศิริเพ็ญ สังข์ชัย, 2546)

ศักยภาพของการเกิด colonization ของแบคทีเรียเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการคัดเลือกแบคทีเรียโพรไบโอติก บางครั้งแบคทีเรียโพรไบโอติกอาจเป็นแบคทีเรียที่นอกเหนือจากแบคทีเรียประจำถิ่น แต่อาจเป็นแบคทีเรียที่ให้กับสัตว์เจ้าบ้านในปริมาณมากและให้แบคทีเรียชนิดนั้นอย่างต่อเนื่อง จนพัฒนาไปเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นของสัตว์เจ้าบ้านนั้นๆ (Gournier-Chateau et al.,1994)

การทดลองการเกิด adhesion ของแบคทีเรียโพรไบโอติกโดย Joborn et al., 1997 แสดงให้เห็นว่า *Carnobacterium* sp. สามารถยึดเกาะกับผนังลำไส้ของ rainbow trout ได้โดยทำการทดลองใน *in vitro* และ Olsson et al., 1992 ทดลองเปรียบเทียบการเกิด adhesion ของแบคทีเรียกับผนังลำไส้ระหว่างแบคทีเรียในทางเดินอาหารกับแบคทีเรียที่อยู่บริเวณผิวหนังของปลา turbot พบว่า แบคทีเรียที่สามารถเกิด adhesion กับผนังของลำไส้ของ turbot จะมีความจำเพาะมาก ดังนั้นแบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารจึงยึดเกาะกับผนังลำไส้ได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ผิวหนังของปลา turbot การเกิด adhesion ของแบคทีเรียโพรไบโอติกกับบริเวณผนังของลำไส้ของสัตว์เจ้าบ้านสามารถช่วยป้องกันการติดเชื้อก่อโรคได้ เนื่องจากบริเวณผนังของลำไส้เป็นบริเวณหนึ่งที่สามารถเกิดการติดโรคได้ง่าย (Evelyn, 1996) ซึ่งกลไกที่อาจเกี่ยวข้องคือการแก่งแย่งอาหารที่จำเป็นในการเจริญของเชื้อก่อโรครวมทั้งแบคทีเรียโพรไบโอติกสามารถสร้างสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค (Dolfing and Gottschal, 1997) นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับความต้องการเหล็กในรูปอิสระยังมีผลต่อการก่อโรคและความรุนแรงของโรคที่เกิดจาก *Vibrio* sp. ในสัตว์น้ำเค็ม โดยพบว่าการแก่งแย่งเหล็กในรูปอิสระระหว่างแบคทีเรียโพรไบโอติกกับ

Vibrio sp. มีผลยับยั้งการเจริญของ *Vibrio* sp. ในปลา turbot วัยอ่อนได้ (Gatesoupe, 1999) การกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์เจ้าบ้านโดยส่วนของผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เช่น muramyl dipeptide, glucan และ lipopolysaccharides ซึ่งทดลองในปลาและ shellfish ช่วยให้ป้องกันการเกิดโรคจากเชื้อก่อโรคกับระบบทางเดินอาหารได้ (Anderson, 1997)

จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ (Fuller, 1989; Harvenaar และ Huis in't Veid, 1992)

1. เป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเจ้าบ้าน เช่น เพิ่มการเจริญเติบโต หรือต้านทานการเกิดโรค
2. ไม่เป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค
3. ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ หรือองค์ประกอบของเซลล์จุลินทรีย์ที่ตายแล้ว จะต้องไม่เป็นพิษ ไม่ทำให้เกิดภูมิแพ้ และไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง
4. อยู่ในลักษณะเซลล์ที่มีชีวิต และสามารถเพิ่มจำนวนได้มาก
5. สามารถมีชีวิตอยู่รอด แสดงลักษณะของโพรไบโอติกและเพิ่มจำนวน ได้ในลำไส้ ของเจ้าบ้าน
6. มีความคงทนและสามารถรอดชีวิตได้ในสภาพการเก็บรักษาและในขณะทำการทดลอง
7. มีลักษณะทางพันธุกรรมคงที่และไม่มีการถ่ายโอนพลาสมิด
8. ร่างกายของเจ้าบ้านไม่เกิดปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันต่อจุลินทรีย์โพรไบโอติก

ประโยชน์จากการได้รับโพรไบโอติก (Fuller, 1989)

1. ยับยั้งจุลินทรีย์ โดย
   - สร้างสารต้านจุลชีพ
   - แข่งขันกับจุลินทรีย์อื่นโดยแย่งอาหารและพื้นที่ยึดเกาะในลำไส้
2. เปลี่ยนแปลงเมทาบอลิซึมของจุลินทรีย์
   - เพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์
   - ลดกิจกรรมของเอนไซม์
3. กระตุ้นภูมิคุ้มกัน
   - เพิ่มระดับแอนติบอดี (antibody)
   - เพิ่มกิจกรรมของแมคโคฟาจ (macrophage)

โพรไบโอติกกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 นี้เริ่มมีการนำโพรไบโอติกมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา (Verschuere, 2000; Gatesoupe, 1999) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยปรับสมดุลของประชากรแบคทีเรีย และลดจำนวนเชื้อก่อโรค (Wang, 1999) โพรไบโอติกที่มีการนำมาใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แสดงในตารางที่ 2

ในส่วนของกุ้งกุลาดำในปัจจุบันนี้ ยังมีการศึกษาและทำวิจัยเกี่ยวกับโพรไบโอติกในกุ้งน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการนำไปใช้จริงในระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2 แสดงแบคทีเรียโพรไบโอติกที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำและทดสอบการยับยั้งเชื้อก่อโรค คัดลอกจาก Gatesoupe, 1999.

Probiotics	Host	Pathogens
Aeromonas media	*Crassostrea gigas*	*V. tubiashii*
Alteromonas haloplanktis	*Argopecten purpuratus*	*V. anguillarum*
Bacillus sp.	*Penaeus Monodon*	*V. harveyi*
Candida divergen	*Gadus morhua*	*V. anguillarum*
Carnobacterium sp.	*Sanctus maximus*	*V. splendidus*
Lactobacillus lactis	*Brachionus plicatilis*	*V. anguillarum*
Pseudomonas fluorescens	*Oncorhynchus mykiss*	*V. anguillarum*
Ps. Fluorescens	*Salamandridae salar*	*Ae. salmonicida*
Vibrio alginolyticus	*Sa. salar*	*Ae. salmonicida*
		V. anguillarum
		V. ordalii
V.pelagius	*Sc. maximus*	*Ae. caviae*
Vibrio sp.	*Ar. purpuratus*	*V. anguillarum*
Vibrio sp.	*Sc. maximus*	*V. splendidus*

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Maeda และ Liao (1992) ใช้แบคทีเรียจากดิน PM-4 ซึ่งส่งเสริมการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ดังกล่าวแสดงผลการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของ *Vibrio anguillarum* ใน *in vitro* และเมื่อเติม PM-4 ลงในบ่อเพาะเลี้ยง ผลที่ได้พบว่า ตัวอ่อนของกุ้งกุลาดำมีการรอดชีวิต 57% หลังจากเลี้ยง 13 วัน ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเติม PM-4 พบว่าตัวอ่อนตายหมดภายในเวลา 5 วัน

Nogami และ Maeda (1992) คัดแยกแบคทีเรียจากบ่อเลี้ยงปู พบว่าเชื้อที่แยกได้ช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปู (*Portunus trituberculatus*) และยังพบว่าเชื้อดังกล่าวสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆโดยเฉพาะ *Vibrio* spp. แต่ไม่ฆ่าหรือยับยั้งการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็ก นอกจากนั้นเมื่อเติมแบคทีเรียชนิดนี้ลงในบ่อที่เพาะเลี้ยงตัวอ่อนปู่ยังช่วยลดปริมาณของ *Vibrio* spp. และแบคทีเรียในกลุ่มที่มีการสร้างรงค์วัตถุ เป็นผลให้อัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนปูเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับการเพาะเลี้ยงปูด้วย ดังนั้นจึงมีการใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในการควบคุมแบคทีเรียก่อโรคโดยใช้วิธีการควบคุมทางชีวภาพในการเพาะเลี้ยงปู

Smith และ Davey (1993) รายงานถึง Pseudomonads ที่สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของ *Aeromonas salmonicida* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในปลา โดยแสดงการยับยั้งเชื้อก่อโรคเมื่อนำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อและทดสอบโดยการเหนี่ยวนำทำให้เกิดโรคโดย *Ae. salmonicida* พบว่า *Pseudomonad* ดังกล่าวสามารถลดการติดโรคของปลาได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

Austin et al. (1995) รายงานการใช้โพรไบโอติก *Vibrio alginolyticus* ซึ่งไม่ใช่เชื้อก่อโรคใน ปลาแซลมอน ทำการทดลองโดยใช้วิธี cross-streaking พบว่าเชื้อโพรไบโอติกดังกล่าวสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคในปลา และเมื่อนำส่วนใสที่ได้จากการเลี้ยงโพรไบโอติกดังกล่าวมาทดสอบการยับยั้งต่อ *Vibrio ordalii, V. anguillarum, Ae. salmonicida* โดยปริมาณของเชื้อทดสอบดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าโพรไบโอติกสามารถมีชีวิตอยู่ในลำไส้ของ Atlantic salmon เป็นเวลานานอย่างน้อย 3 สัปดาห์ รวมทั้งช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของปลา salmon เมื่อทำให้ปลาเกิดโรค ซึ่งจากการทดลองทั้งหมดสามารถคาดเดากลไกของโพรไบโอติกได้ดังนี้

1. สามารถสร้างสารต่อต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคได้
2. โพรไบโอติกสามารถ adhesion และ colonization ที่บริเวณลำไส้ของสัตว์เจ้าบ้านได้
3. ช่วยเพิ่มความต้านทานของสัตว์เจ้าบ้านต่อเชื้อก่อโรคได้

ดังนั้นจึงมีการใช้โพรไบโอติกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อใช้เป็นการควบคุมการเกิดโรค

Griffth (1995) รายงานการเกิดโรคในฟาร์มกุ้งวัยอ่อนใน Ecuadorian ว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแบคทีเรีย โดยพบว่าปริมาณของ *V. alginolyticus* ลดลง ในขณะที่ปริมาณของ *V. parahaemolytivus* เพิ่มขึ้น จากนั้นจึงแยกแบคทีเรีย *V. alginolyticus* มาใช้เป็นโพรไบโอติก ซึ่งต่อมามีผลยับยั้งโรคระบาดที่เกิดขึ้นในฟาร์มเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนและทำให้ผลผลิตกุ้งเพิ่มขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งการใช้สารปฏิชีวนะลดลงถึง 94 เปอร์เซ็นต์

Garriques และ Arevalo (1995) ทดสอบการใช้ *V. alginolyticus* ซึ่งแยกได้จากน้ำทะเลในการเติมในบ่อเลี้ยงตัวอ่อนของ *Litopenaeus vannamei* พบว่าไม่มีการตายเกิดขึ้นเมื่อทำให้เกิดโรคด้วยเชื้อ *V. parahaemolyticus* แต่ในขณะที่พบการตายของ *Litopenaeus vannamei* 100 เปอร์เซ็นต์ในกลุ่มควบคุม หลังจากทำให้เกิดโรคเป็นเวลา 96 ชั่วโมง

Jiravanichpaisal, Chuaychuwong และ Menasaveta (1997) รายงานการใช้ *Lactobacillus* sp. เป็นแบคทีเรียโพรไบโอติกเสริมใน *Penaeus monodon* Fabricius โดยศึกษาผลของ *Lactobacillus* sp. ต่อการต้านการเกิดโรค Vibriosis และ โรค White spot ใน *P. monodon* พบว่า *Lactobacillus* sp. สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของ *Vibrio* sp., *E. coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Bacillus subtilis* ได้

Moriarty (1998) ใช้ *Bacillus* spp. ในการเลี้ยงกุ้งตระกูลพีเนียส โดยให้มี *Bacillus* spp. ในน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งปริมาณ 10^4-10^5 CFU/ml โดยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงพบว่า กุ้งในบ่อที่ไม่ได้ใส่ *Bacillus* spp. ประสบปัญหาการตายด้วยโรคเรื่องแสงก่อน 80 วันของการเลี้ยง ในขณะที่กุ้งบ่อที่ใช้ *Bacillus* spp. เป็นโพรไบโอติกในการเลี้ยง สามารถเลี้ยงได้นานกว่า 160 วันโดยไม่มีปัญหาโรคเรื่องแสง นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำของบ่อกุ้งที่ผสมโพรไบโอติกในการเลี้ยงจะมีปริมาณ วิบริโอและวิบริโอเรืองแสงในปริมาณที่ต่ำและดินในบ่อจะตรวจพบวิบริโอต่ำและไม่พบวิบริโอเรืองแสงเลย

Rengpipat และคณะ (1998a) รายงานการใช้ *Bacillus* S11 ที่คัดแยกได้จากทางเดิน อาหารกุ้งกุลาดำจากอ่าวไทย เป็นโพรไบโอติกผสมกับอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 30 (PL30) เป็นเวลา 100 วัน ในบ่อปูนซีเม็นต์ ขนาดบรรจุน้ำ 0.6 ตัน จากการศึกษาพบว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มที่ให้อาหารเสริมโพรไบโอติกมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และหลังจากชักนำให้เกิดโรคด้วย *V. harveyi* สายพันธุ์ D331 เป็นเวลา 10 วันพบว่า กุ้งกลุ่มที่ให้อาหารผสม *Bacillus* S11 มีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มควบคุม มีอัตราการรอดชีวิตเพียง 26 เปอร์เซ็นต์

Rengpipat และคณะ (1998b) รายงานการใช้ *Bacillus* S11 เป็นโพรไบโอติกในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยส่งผ่านทางอาร์ทีเมีย ซึ่งเป็นอาหารกุ้งกุลาดำด้วยวิธี Bioencapsulation หลังจากเลี้ยงกุ้งกุลาดำ หลังจากเลี้ยงกุ้งระยะโพสลาวา 10 (PL10) เป็นเวลา 14 วัน พบว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มที่กินอาร์ทีเมียซึ่งมีโพรไบโอติกผสมอยู่ โตเร็วและมีปัญหาการเกิดโรคน้อยกว่ากุ้งกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

Rengpipat และคณะ (2000) ติดตาม Immune index จากเลือดกุ้งกุลาดำ พบว่ากุ้งกุลาดำที่เสริมด้วยโพรไบโอติก *Bacillus* S11 มีค่าของ Immunity Indexes โดยรวมมากกว่าที่ตรวจพบในกุ้งกุลาดำกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะ Phagocytosis และ Phagocytic Indexs จากเลือดดุ้งกุลาดำ Immune indexs เพิ่มขึ้นตามอายุของกุ้งที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน และเมื่อทำการเหนี่ยวนำให้กุ้งกุลาดำเกิดโรคเรืองแสง ค่า Phagocytic Indexes อัตราการรอดชีวิต และน้ำหนักตัวของกุ้งกุลาดำในกลุ่มที่เสริมโพรไบโอติกสูงกว่าที่ตรวจพบในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

อรุณ ธัญญนันท์ (2544) รายงานการใช้ *Bacillus* S11 เสริมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยให้ผ่านทางอาร์ทีเมียซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำ ระดับทดลองภาคสนาม ในบ่อดินขนาด 1,000 ตาราเมตร พบว่า *Bacillus* S11 สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา โดยมีผลเพิ่มน้ำหนักตัวมากกว่ากุ้งในกลุ่มควบคุม และผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองเลี้ยงกุ้งในกระชังขนาด 2 ตารางเมตรเป็นระยะเวลา 100 วันและจากการทดสอบการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคด้วย *V. harveyi* 1526 พบว่ากุ้งกุลาดำในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วย *Bacillus* S11 มีอัตราการตายสะสมน้อยกว่าในกุ้งในกลุ่มควบคุม

Rengpipat และคณะ (2003) รายงานการใช้โพรไบโอติก *Bacillus* S11 เสริมในอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 30 (PL30) โดยเลี้ยงในกระชังขนาดพื้นที่ประมาณ 2 ตารางเมตรในบ่อดิน เป็นเวลา 100 วัน พบว่ากุ้งกลุ่มที่ให้อาหารเสริมโพรไบโอติกมีน้ำหนักตัว และอัตราการรอดชีวิตมากกว่ากุ้งกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และจากการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคเรืองแสงด้วย *Vibrio harveyi* 1526 เป็นเวลา 8 วัน 2 ครั้ง พบว่ากุ้งกลุ่มควบคุมตายหมดในวันที่ 6 ในขณะที่กุ้งกลุ่มให้อาหารเสริมโพรไบโอติกยังรอดชีวิตอยู่ 5% และ 9% ตามลำดับ

ศิริเพ็ญ สังข์ชัย (2546) รายงานการใช้ *Bacillus* P11 ที่คัดแยกได้จากทางเดินอาหารแม่พันธ์กุ้งกุลาดำใน จ.ชลบุรี และ จ.ตรัง เป็นโพรไบโอติกผสมกับอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 25 (PL25) เป็นเวลา 100 วัน ในบ่อปูนซีเม็นต์ขนาด 400 ลิตร จากการศึกษาพบว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มที่ให้อาหารเสริมโพรไบโอติกมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตสูงกว่ากุ้งกุลาดำกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และหลังจากชักนำให้เกิดโรคด้วย *V. harveyi* สายพันธุ์ 639 เป็นเวลา 10 วันพบว่า กุ้งกลุ่มควบคุมจะมีอัตราการตายสะสม 50% ในวันที่ 5 และตายหมดบ่อในวันที่ 8 ในขณะที่กุ้งกลุ่มให้อาหารเสริม *Bacillus* P11 มีอัตราการตายสะสมน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หลังเหนี่ยวนำให้เกิดโรคด้วย *V. harveyi* สายพันธุ์ 639 เป็นเวลา 10 วัน

Gullian และคณะ (2004) รายงานผลการใช้ *Bacillus* P64 โดย แช่ *P. vannamei* หรือกุ้งขาวในน้ำซึ่งมี *Bacillus* P64 10^7CFU/ml พบว่า กุ้งกลุ่มโพรไบโอติกมีน้ำหนักมากขึ้น หลังการชักนำให้เกิดโรคด้วย *V. harveyi* กุ้งกลุ่มโพรไบโอติกมีจำนวนไฮยาลินเซลล์ และ ฟีนอลออกซิเดสปริมาณสูงขึ้น

Panigrahi และคณะ (2005) ซึ่งทำการศึกษาการใช้โพรไบโอติกแบคทีเรีย *Lactobacillus rhamnosus* JCM 1136 ในรูปเซลล์ตาย (heat-kill), เซลล์ที่มีชีวิต(live-sprayed) และเซลล์ที่อยู่ในรูปแช่แข็ง (freeze-dried) พบว่าการใช้เซลล์ในรูปเซลล์ที่มีชีวิต(live-sprayed) และเซลล์ที่อยู่ในรูปแช่แข็ง (freeze-dried) มีผลให้ระบบภูมิคุ้มกันในปลา rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* สูงกว่ากลุ่มที่ให้อาหารปกติ และกลุ่มที่ให้อาหารผสมโพรไบโอติกในรูปเซลล์ตาย (heat-kill) และหลังจากหยุดให้อาหารผสมโพรไบโอติกแบคทีเรียดังกล่าว พบว่าระดับภูมิคุ้มกันลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโพรไบโอติกแบคทีเรียสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้สูงขึ้น