

**การศึกษาสัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตอิงอาศัย ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ
(*Penaeus monodon* Fabricius) ร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis* Linnaeus)**

**Study of Benthos, Plankton and Epiphytes in Rearing of Black Tiger Shrimp
(*Penaeus monodon* Fabricius) with *Ulva intestinalis* Linnaeus**

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้นำในด้านการผลิต และการส่งออกกุ้งทะเลมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 โดยผลผลิตเกือบทั้งหมดได้มาจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) แบบพัฒนา คือมีการปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 25 ตัวต่อตารางเมตร และมีการจัดการควบคุมคุณภาพน้ำและพื้นบ่อ โดยใช้เครื่องให้อากาศอย่างเพียงพอ (ชโล, 2543) แต่ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา กุ้งกุลาดำเริ่มประสบปัญหาการเจริญเติบโตช้าลง และมีขนาดเล็กเมื่อจับกุ้งหลังจากเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 120 วัน มีกุ้งขนาด 3-5 กรัม เป็นจำนวนมาก ทำให้ผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายจนถึงระดับที่ขาดทุน ปัญหากุ้งกุลาดำโตช้าเพิ่มความรุนแรงและแพร่กระจายไปทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2544 จนในที่สุดกรมประมงได้อนุญาตให้มีการนำกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen-Free : SPF) เข้ามาทดลองเลี้ยงในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ปรากฏว่ากุ้งขาวแวนนาไมมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีขนาดเล็กใกล้เคียงกัน สามารถเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงได้มากกว่ากุ้งกุลาดำ เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ได้ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงทางพันธุกรรมมาเป็นอย่างดี เกษตรกรจึงเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแทนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งกำลังประสบปัญหาอยู่ในขณะนั้น ทำให้ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ผลผลิตกุ้งกุลาดำลดลง (ชโล และ พรเลิศ, 2547) จนถึงระดับที่ประเทศไทยต้องสูญเสียความเป็นผู้นำในด้านการผลิตกุ้งกุลาดำให้แก่ประเทศเวียดนามและอินเดีย

ปัจจุบันแนวโน้มสถานการณ์การเลี้ยงกุ้งกุลาดำยังไม่ดีขึ้น เนื่องจากเกษตรกรไม่มั่นใจว่าจะสามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ผลตามที่ต้องการ และต้องมีขนาดใหญ่ไม่ต่ำกว่า 25 กรัม หรือขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมที่ผลิตอยู่ในขณะนี้ มีขนาดระหว่าง 10-25 กรัม หรือขนาด 100 - 40 ตัวต่อกิโลกรัม ดังนั้นเพื่อความอยู่รอดของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีกุ้งขาวผลิตออกมาในปริมาณมากจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก วิธีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะต้อง

สามารถผลิตให้ได้กุ้งขนาดใหญ่ไม่ต่ำกว่า 25 กรัมและต้องมีต้นทุนต่ำ มีความเสี่ยงน้อย สามารถประกอบเป็นอาชีพและธุรกิจที่ยั่งยืนได้ ในอดีตได้มีความพยายามหาวิธีแก้ปัญหาคาการโตช้าของกุ้งกุลาดำและวิธีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำให้ได้ขนาดใหญ่หลายรูปแบบ ได้แก่ การอนุบาลลูกกุ้งหรือชำกุ้งในบ่อประมาณ 30-40 วันแล้วย้ายกุ้งไปเลี้ยงในบ่อใหม่ซึ่งสามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ขนาดใหญ่ (ตรีชฎา, 2548) แต่ขั้นตอนต่างๆ มีความยุ่งยากและผลการเลี้ยงบางครั้งยังไม่แน่นอน (แก้วตา, 2548) ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่กล้าที่จะเปลี่ยนกลับมาเลี้ยงกุ้งกุลาดำอีก ต่อมาประยูร และคณะ (2549) รายงานว่า บ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis*) เจริญเติบโตประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่บ่อ เมื่อปล่อยลูกกุ้งกุลาดำลงไปเลี้ยง กุ้งจะมีการเจริญเติบโตโดยไม่ต้องให้อาหารจนกว่าสาหร่ายไส้ไก่ในบ่อหมดไป ซึ่งใช้เวลานานประมาณ 50 วันจึงเริ่มให้อาหาร สามารถผลิตกุ้งกุลาดำได้ขนาดใหญ่และมีต้นทุนต่ำ โดยเป็นวิธีปฏิบัติที่ทางศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดจังหวัดจันทบุรีใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในปัจจุบันนี้ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่มีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ่อซึ่งจะเป็นอาหารตามธรรมชาติของลูกกุ้งกุลาดำ การศึกษาในครั้งนี้จะมีการศึกษาครอบคลุมปัจจัยต่างๆ ทั้งทางกายภาพและเคมี รวมทั้งชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระหว่างการเลี้ยง ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรนำไปใช้ในการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำให้ได้ขนาดใหญ่ ด้วยวิธีที่ต้นทุนต่ำเพื่อทำให้ผลผลิตกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้น สามารถกลับมาเป็นผู้นำได้อีกครั้งในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน และแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำปกติ และบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายสีเขียว
2. เพื่อศึกษาสิ่งมีชีวิตอิงอาศัยบนสาหร่ายสีเขียว
3. ศึกษาองค์ประกอบของอาหารในลำไส้ (stomach content) ของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งปกติ และบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายสีเขียว
4. เพื่อศึกษาคูณภาพน้ำ และคุณภาพดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำปกติ และบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายสีเขียว

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มมีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำตั้งแต่ปีพ.ศ. 2515 หลังจากกรมประมงประสบความสำเร็จเพาะขยายพันธุ์กุ้งได้ในโรงเพาะฟัก ทำให้มีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพิ่มมากขึ้น การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยมีการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงอย่างต่อเนื่องตามสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยในสามารถแบ่งการเลี้ยงได้เป็น 3 ประเภท (ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร, 2543) คือ

1. การเลี้ยงแบบธรรมชาติ (extensive system) หรือแบบดั้งเดิม เป็นการเลี้ยงในลักษณะวิธีปล่อย หรือหนูนน้ำทะเลซึ่งมีลูกกุ้งกุลาดำและกุ้งทะเลชนิดอื่นๆตามธรรมชาติเข้ามาในบ่อกุ้ง แล้วเก็บกักน้ำทะเลไว้ส่วนมากใช้บ่อขนาดใหญ่กว่า 10 ไร่ ในระหว่างการเลี้ยงไม่มีการให้อาหารและเครื่องให้อากาศ กุ้งจะอาศัยอาหารตามธรรมชาติ วิธีการเลี้ยงแบบนี้ เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิม พบมากที่จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม ผลผลิตต่อไร่ที่ได้ค่อนข้างต่ำประมาณ 30-70 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่สามารถควบคุมปริมาณผลผลิตได้เนื่องจากลูกกุ้งที่เข้ามาบ่อกับน้ำมีปริมาณไม่แน่นอน

2. การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive system) เป็นการเลี้ยงที่มีการปล่อยกุ้งที่ได้จากการเพาะฟักลงในบ่อในอัตราความหนาแน่นต่ำ ส่วนใหญ่ระหว่าง 10 – 15 ตัวต่อตารางเมตร และให้อาหาร อาจจะมีการใช้เครื่องให้อากาศแต่มีเป็นจำนวนน้อย ในระหว่างการเลี้ยงมีการจัดการควบคุมปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำ การควบคุมโรค และการให้อาหารเสริม การเลี้ยงกุ้งกุลาดำวิธีนี้จะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 2-6 เดือน ผลผลิตเฉลี่ย 300-500 กิโลกรัมต่อไร่

3. การเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive system) คล้ายกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบกึ่งพัฒนา แต่มีการปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นสูงมากกว่า 25 ตัวต่อตารางเมตร และมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป เครื่องให้อากาศ และมีการจัดการที่ดีในระหว่างการเลี้ยง โดยเฉพาะการป้องกันและ

ควบคุมโรค การจัดการด้านคุณภาพน้ำและการให้อาหาร วิธีการเลี้ยงแบบนี้จะใช้เวลานาน 4-5 เดือน ผลผลิตระหว่าง 1,000-2,000 กิโลกรัมต่อไร่

แนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มผลผลิต

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาในประเทศไทยเริ่มประสบปัญหาในการเลี้ยงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงได้นั้นมีอัตราการลดลง มีกุ้งขนาดเล็กและมีน้ำหนักเพียง 3 – 5 กรัมเป็นจำนวนมากในขณะที่ยังใช้เวลาการเลี้ยงนานประมาณ 120 วัน ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นในทุกพื้นที่ และทุกระบบการเลี้ยง (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเพื่อหาแนวทางการเลี้ยงอื่น ๆ เกิดขึ้น โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของกุ้งกุลาดำ ซึ่งแนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

1. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสัตว์น้ำอื่น ๆ

1.1 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งก้ามกราม

จุฬาพร (2548) ได้ทำการศึกษาผลผลิต และผลตอบแทนในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบเดี่ยว การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งก้ามกรามด้วยน้ำความเค็มต่ำ ในบ่อขนาด 3 ไร่ อย่างละ 2 บ่อ โดยกลุ่มควบคุมจะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่สองปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาจัว (พี 15) จำนวน 140,000 ตัวและลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะพี 12 จำนวน 40,000 ตัวต่อบ่อ และกลุ่มที่สาม ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะพี 15 จำนวน 170,000 ตัว และลูกกุ้งก้ามกรามระยะคว่ำ (โพสลาจัว) จำนวน 10,000 ตัวต่อบ่อ

ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมได้ผลผลิตสูงสุด โดยการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบเดี่ยวให้ผลผลิตรวม 1,310 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 56,907 บาทต่อไร่ ขาดทุนสุทธิเท่ากับ 3,365 บาทต่อไร่ ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมสามารถให้ผลผลิตรวม 1,358 กิโลกรัม โดยมีปริมาณผลผลิตของกุ้งกุลาดำ 950 กิโลกรัม และกุ้งขาวแวนนาไม 435 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 56,357 บาทต่อไร่ ได้กำไรสุทธิเท่ากับ 5,668 บาทต่อไร่ ส่วนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งก้ามกรามให้ผลผลิตรวม 990 กิโลกรัม โดยมีปริมาณ

ผลผลิตของกุ้งกุลาดำ 815 กิโลกรัม และกุ้งก้ามกราม 175 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 47,608 บาทต่อไร่ ขาดทุนสุทธิเท่ากับ 9,325 บาทต่อไร่

1.2 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเสริมการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเสริมการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเป็นการเพิ่มผลผลิตกุ้งกุลาดำโดยปล่อยกุ้งกุลาดำเสริมในอัตราความหนาแน่นต่ำลงในบ่อที่เลี้ยงกุ้งขาว และมีเป้าหมายหลัก คือ การเลี้ยงกุ้งขาวตามปกติ เพื่อผลิตกุ้งขาวขนาดใหญ่กว่า 40 ตัวต่อกิโลกรัม โดยปล่อยลูกกุ้งขาวไร่ละ 90,000 ตัว และปล่อยลูกกุ้งกุลาดำเสริมอีกไร่ละ 10,000 ตัว หรือกุ้งขาวไร่ละ 100,000 ตัว และกุ้งกุลาดำเสริมอีกไร่ละ 10,000 ตัว (อัตรา 9:1) ซึ่งจะปล่อยลูกกุ้งขาวระยะพี 12 ส่วนกุ้งกุลาดำจะใช้ลูกกุ้งระยะพี 15 โดยจะปล่อยในระยะเวลาเดียวกันหรือห่างกันไม่กี่วัน ในระหว่างการเลี้ยงให้อาหารเฉพาะกุ้งขาวเป็นหลัก โดยพบว่าแนวทางการเลี้ยงแบบนี้ให้ผลผลิตที่ดี สามารถผลิตกุ้งขาวและกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่ (ชลอ และคณะ, 2550)

1.3 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบธรรมชาติ โดยการปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นต่ำ

คณิตดา (2550) ทำการศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตกุ้งกุลาดำ โดยนำกุ้งกุลาดำที่ผ่านการอนุบาลในบ่อดินประมาณ 45 วันไปปล่อยในพื้นที่ที่เคยเป็นนาุ้งแบบธรรมชาติในจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 บ่อ โดยมีขนาด 28 ไร่ และ 120 ไร่ ในอัตราความหนาแน่น 1 ตัวต่อตารางเมตร

ผลการศึกษาพบว่ากุ้งกุลาดำมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าระหว่าง 0.5-0.65 กรัมต่อตัวต่อวัน เนื่องมาจากการปล่อยกุ้งกุลาดำในอัตราความหนาแน่นต่ำในพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีอาหารธรรมชาติจำนวนมาก ทำให้กุ้งไม่เครียด และสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ ส่วนต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนจากการเลี้ยง พบว่าในบ่อขนาด 28 ไร่ ค่าไรสุทธิเฉลี่ย 1,432 บาทต่อไร่ ส่วนบ่อขนาด 120 ไร่ ค่าไรสุทธิเฉลี่ย 18,456 บาทต่อไร่ แต่อัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำในการศึกษาครั้งนี้มีเพียงประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกุ้งบางส่วนบอบช้ำจากการขนส่งที่ต้องใช้เวลานานจากบ่อที่อนุบาลหรือบ่อช้ำกุ้งมายังบ่อเลี้ยง ทำให้กุ้งเครียด และบางส่วนอาจตายหลังจากปล่อยกุ้งกุลาดำลงเลี้ยง หรืออาจมีสาเหตุมาจากการอนุบาลลูกกุ้งในบ่ออนุบาลด้วยน้ำที่มีความเค็มต่ำ แล้ว

นำมาเลี้ยงในบ่อเลี้ยงที่น้ำมีความเค็มปกติ กุ้งต้องมีการปรับตัวมาก ซึ่งกุ้งที่อ่อนแอบางส่วนอาจจะตายได้หลังจากปล่อยลงเลี้ยง

2. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายและพืชน้ำ

แต่เดิมการเลี้ยงแบบผสมผสานระหว่างสาหร่าย พืชน้ำ กับสัตว์น้ำมีสาเหตุมาจากการเกิดปัญหามลพิษบริเวณชายฝั่งเป็นหลักซึ่งเกิดจาก จากการปล่อยน้ำทิ้งที่เกิดจากการขับถ่ายและการให้อาหารสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา ที่มีอัตราการปล่อยเลี้ยงต่อพื้นที่สูง และมีการให้อาหารตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จึงเกิดภาวะแหล่งน้ำมีสารอาหารในปริมาณที่สูง จึงมีการประยุกต์โดยนำพืชหรือสัตว์มาเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิต และเพื่อลดมลภาวะที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา (Brzeski and Newkirk, 1997) ซึ่งการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานร่วมกับสาหร่าย สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

2.1 Plant Biofilter

เป็นการเลี้ยงสาหร่ายขนาดใหญ่ เช่น *Ulva*, *Gracillaria* และ *Caulerpa* ร่วมกับสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือแยกเลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำ การเลี้ยงร่วมกันของพืชและสัตว์น้ำมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อบำบัดน้ำที่ได้จากการขับถ่ายและอาหารที่ให้อัตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สาหร่ายจะใช้สารอาหารในกลุ่มไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโต และการสังเคราะห์แสงของพืชจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น (สรวิศ, 2543 ; Neori *et al.*, 2004)

2.2 Fish-Phytoplankton-shellfish system

เป็นระบบการเลี้ยงร่วมระหว่างสัตว์น้ำและหอยสองฝา โดยมีแพลงก์ตอนพืชในมวลน้ำเป็นอาหาร แพลงก์ตอนพืชจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณโดยใช้ธาตุอาหารในกลุ่มไนโตรเจนและฟอสเฟตที่มาจากจากการขับถ่าย และย่อยสลายเศษซากอาหารในบ่อ ในขณะเดียวกันหอยสองฝาจะเป็นตัวควบคุมปริมาณของแพลงก์ตอนพืชไม่ให้เพิ่มมากเกินไป โดยการกรองกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพน้ำในการเลี้ยง ในการเลี้ยงลักษณะนี้จะได้ผลผลิตหลักคือ สัตว์น้ำและหอยสองฝา

2.3 Fish-Seaweed-Macroalgivore

เป็นระบบการเลี้ยงผสมผสานที่ต้องการขายสาหร่าย หรือกลุ่มที่กินสาหร่ายเป็นอาหารหลัก เช่น หอยเป่าฮื้อ ปลาตะเพียน ปลานิล สาหร่ายจะเจริญเติบโตจากธาตุอาหารที่ได้รับจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ ในขณะที่เดียวกันสัตว์น้ำก็จะกินสาหร่ายหรือพืชน้ำเป็นอาหาร การเพิ่มปริมาณสาหร่ายหรือพืชน้ำ สามารถทำได้ตั้งแต่ช่วงเตรียมบ่อโดยการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก

ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำผสมผสานร่วมกับสาหร่ายและพืชน้ำนั้น สาหร่ายและพืชน้ำจะมีบทบาทซึ่งเอื้อต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ

แพลงก์ตอน สาหร่าย หรือพืชน้ำ จะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยง เนื่องจากแพลงก์ตอน สาหร่าย และพืชน้ำจะเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นอาหาร ขณะเดียวกันสัตว์น้ำที่เป็นนักล่าก็จะกินสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง (Brzeski and Newkirk, 1997) จากการทดลองเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia ร่วมกับปลานิลสีแดง *Oreochromis niloticus* (Linn.) ของวิวรรธน์ และอรุณ (2539) พบว่าผลผลิตของปลานิลสีแดงที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายผสมนางสูงกว่าบ่อที่เลี้ยงสาหร่ายเพียงอย่างเดียวหรือเลี้ยงปลานิลสีแดงเพียงอย่างเดียว

2. เป็นตัวกรองชีวภาพและดูดซับธาตุอาหาร

สาหร่ายเป็นตัวดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำโดยตรง ซึ่งเกิดจากการเลี้ยง และขับถ่ายของสัตว์น้ำที่เลี้ยง (Tseng and Borowitaka, 2003) สาหร่ายจะเป็นตัวเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยมีน้ำเป็นตัวกลาง ได้แก่ TAN หรือ Total Ammonia N ซึ่งจะมีสภาพเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 100 μM (Neori *et al*, 2004) วลีรัตน์ และพุทธ (2547) ใช้สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) เพื่อบำบัดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าปริมาณสารประกอบ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทลดลง

นิคมและคณะ(2549) ทดลองใช้สาหร่ายหนาม (*Najas indicus* (Willd) Chan) กำจัดสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา พบว่าสาหร่ายหนามสามารถลดความเข้มข้นของแอมโมเนียรวม และไนไตรท์จาก 3.64 และ 0.60 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร เป็น 0.091 และ 0.048 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตรหรือ 98 และ 92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่งผลให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนรวมลดลง 77 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนอินทรีย์ละลายน้ำลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของฟอสเฟตลดลงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (0.295 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตรเป็น 0.016 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายหนามมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดี

3. เพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ระบบการเลี้ยง

กลุ่มของพืชน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช สาหร่ายที่เป็นเส้นด้าย พืชน้ำขนาดใหญ่ที่อยู่ตามขอบบ่อ หรือเจริญเติบโตที่พื้นบ่อ จะเป็นแหล่งออกซิเจนหลักที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน โดยพบว่าจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสกุล *Ulva* 1 กิโลกรัมจะสามารถสร้างออกซิเจนสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำขนาด 2 กิโลกรัม ในขณะที่การหายใจของสาหร่ายในเวลากลางคืนจะต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนที่ผลิตได้ในเวลากลางวัน (Brzeski and Newkirk, 1997; Neori *et al.*, 2004)

4. สร้างระบบนิเวศขนาดเล็ก

นอกจากสาหร่ายและพืชน้ำจะมีบทบาทในการควบคุมคุณภาพน้ำ และเป็นอาหารของสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ บนพื้นผิวทึบของสาหร่าย รวมทั้งลำต้นและใบที่อยู่ใต้น้ำ และปริมาณของพืชน้ำในบ่อยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสาหร่ายเกาะติด และสัตว์น้ำขนาดเล็กในกลุ่มต่างๆ เช่น Annelida, Mollusca, Arthropoda และ Chordata (สุวิทย์, 2532 ; สุมาลี, 2537) ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะดึงดูดให้สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร และสัตว์ที่เป็นนักล่าเข้ามาหาอาหารในแนวพืชน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นก่อนที่จะถูกกิน การเพิ่มขึ้นของปริมาณสัตว์เกาะติดในลำต้น และทึบของพืชน้ำและสาหร่าย จะเป็นตัวเพิ่มปริมาณของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีพฤติกรรมกินแบบขุดเจาะในหอยฝาเดียว หรือกลุ่มกักกินในกลุ่มของ Copepod (Neori *et al.*, 2004)

3. องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่พบในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

สิ่งมีชีวิตที่พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีบทบาทต่อสัตว์น้ำในรูปของอาหารธรรมชาติที่สำคัญ โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเลี้ยง เนื่องจากลูกกุ้งยังไม่คุ้นเคยกับอาหารเม็ด นอกจากนี้อาหารธรรมชาติที่มีอย่างเพียงพอภายในบ่อเลี้ยง ทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและสามารถลดค่าอาหาร สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และมีความสำคัญในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ มีดังต่อไปนี้

3.1 แพลงก์ตอน

แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาท ต่อระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะส่งผลต่อปัจจัยทางกายภาพและเคมีอื่นๆ ภายในบ่ออีกด้วย ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ แพลงก์ตอนพืชจะเป็นผู้เริ่ม ต้นในห่วงโซ่อาหาร และมีการถ่ายทอดพลังงานโดยการกินเป็นลำดับ ก่อนที่จะถูกกิน โดยลูกกุ้งเป็นลำดับสุดท้าย

จากการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืช ที่พบตลอดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด ของพัชรดา (2543) และบุญทริกา (2547) พบว่า กลุ่มแพลงก์ตอนชนิดหลักที่พบในน้ำความเค็มต่ำ จะเป็นกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน รองลงมาจะเป็นกลุ่มสาหร่ายสีเขียว สอดคล้องกับชโล (2543) เมื่อเทียบกับกลุ่มแพลงก์ตอนที่พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีความเค็มปกติ จะพบกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและกลุ่มไดอะตอมเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1 (พรเทพ, 2538; วราห์, 2534; บุญทริกา, 2547) สอดคล้องกับ Chien (1992) ที่กล่าวว่า น้ำที่มีความเค็มต่ำสามารถควบคุมการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของไดโนแฟลกเจลเลต และเพิ่มประชาคมกลุ่มสาหร่ายสีเขียวภายในบ่อ ส่วนการเปลี่ยน แปลงความเค็มในช่วงกว้าง จะไม่พบไดอะตอมกับไดโนแฟลกเจลเลต เพราะไม่สามารถปรับความดันภายในเซลล์ได้ เซลล์จะแตก โกงงอ และตายในที่สุด (ลัดดา, 2531)

แพลงก์ตอนมีบทบาทหลักต่อภายในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 2 ประการ คือ

1. เป็นอาหารของลูกกุ้งกุลาดำ

สาหร่ายขนาดเล็กได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในรูปของอาหารสัตว์ก่อน ต่อมามีการนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ โดยสาหร่ายขนาดเล็กจะประกอบด้วยโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักแห้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต มีปริมาณไขมันมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในเซลล์ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของคาโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ และเอนไซม์ต่างๆ (Aronson *et al.*, 1980) ซึ่งปัจจุบันแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ จะถูกนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แพลงก์ตอนพืชที่นิยมนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง ได้แก่ *Skeletonema* และ *Chaetoceros* (สรวีศ, 2543) แพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ ไรแดง (*Macrocopa straus*) และ Rotifer (เกรียงศักดิ์, 2547) ซึ่งกุ้งจะกินอาหารโดยการ โบกพัดเข้าปาก (บรรจง, 2521) ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตในเรื่องของอาหารสมทบในช่วงแรกของการเลี้ยงอีกด้วย (ชลอ, 2543)

2. มีบทบาทต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

แพลงก์ตอนมีความสำคัญมากต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เนื่องจากชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอน มีผลต่อคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งทางด้านกายภาพ และเคมี ซึ่งจะยังมีผลต่อผลผลิตของกุ้งกุลาดำ หากการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปัญหาในการเลี้ยงก็จะลดลง (ชลอ, 2543) โดยแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ดังนี้

2.1 สีของน้ำในบ่อเลี้ยง

สีของน้ำที่มองเห็นได้เกิดจากสารที่ละลายได้ในน้ำ สารแขวนลอย อินทรีย์วัตถุ และแพลงก์ตอนชนิดต่างๆ ก่อให้เกิดสีของน้ำที่แตกต่างกันออกไป มวลน้ำที่มีสีเข้มจะทำให้กุ้งสงบและกินอาหารดีขึ้น สีของน้ำลดความโปร่งแสงของน้ำในบ่อ ทำให้แสงส่องไปไม่ถึงพื้นบ่อ กุ้งที่อยู่ตามพื้นบ่อจะเคลื่อนไหวน้อย ลดการกินกันเอง กินอาหารดีขึ้น เจริญเติบโตดีกว่าบ่อที่น้ำใส ที่

พบว่ากุ้งว่ายน้ำรอบบ่อเกือบตลอดเวลา เสียพลังงานในการว่ายน้ำมากเกินไปจึงมีการเจริญเติบโตช้า การที่น้ำใสทำให้กุ้งตื่นตกใจจากสิ่งต่างๆ มาก ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน (ชโล, 2534)

แพลงก์ตอนพืชจะมีความสัมพันธ์กับสีของน้ำ เนื่องจากรงควัตถุภายในเซลล์ที่สามารถบ่งถึงแพลงก์ตอนชนิดหลักในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ (Chien, 1992) พรเทพ (2538) รายงานว่า สีน้ำมีความสัมพันธ์กับกลุ่มแพลงก์ตอน คือ ถ้าน้ำมีสีเขียวจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ถ้าน้ำมีสีน้ำตาล จะพบแพลงก์ตอนในกลุ่มของไดอะตอม หรือ ไดโนแฟลกเจลเลต และถ้าน้ำมีสีน้ำตาลขุ่น จะพบแพลงก์ตอนในกลุ่มโปรโตซัว ส่วนน้ำที่มีสีเขียวปนน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเขียวมักจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับไดอะตอม หรือ ไดโนแฟลกเจลเลต ถ้าเป็นสีเขียวปนเหลืองมักจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับไดอะตอม (ตารางที่ 2)

2.2 ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงจะมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอน และตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ ค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมคือ 40-60 ซม. (Boyd, 1989) พรเทพ (2538) รายงานความโปร่งแสงของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและบ่อพักน้ำ พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกน้ำจะมีความโปร่งแสงมาก หลังจากนั้น ค่าความโปร่งแสงจะลดลงในช่วงปลายของการเลี้ยง โดย Manthachitra *et al.* (1991) กล่าวว่า สาเหตุที่น้ำมีความขุ่นมากขึ้นนั้น มาจากปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่มีมากขึ้น ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากแพลงก์ตอนโดยปกติเป็นสิ่งที่ดีสำหรับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะจะทำให้มีอาหารธรรมชาติสำหรับสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์ ในขณะที่เดียวกันก็จะทำให้ลดปัญหาพันธุ์ไม้น้ำและสาหร่ายเส้นใยที่ขึ้นตามพื้นบ่อ เนื่องจากแสงส่องผ่านไม่ถึงพื้นบ่อ (ยนต์, 2539)

2.3 ปริมาณออกซิเจน

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในบ่อ รวมทั้งมีผลต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโตของกุ้งและคุณภาพของกุ้ง (ชโล, 2543) แพลงก์ตอนพืชจะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จากการศึกษาของวราห์ (2534) และพรเทพ (2538) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอน เมื่อมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากขึ้น กระบวนการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นมาก ทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากใน

ช่วงเวลากลางวัน ในบ่อที่มีปริมาณแพลงก์ตอนมาก ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมักจะสูงกว่าจุดอิ่มตัว (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

2.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีปริมาณของแพลงก์ตอนมากเกินไปจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH มีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันสูง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเครียดและส่งผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากเวลากลางวัน แพลงก์ตอนพืชจะสังเคราะห์แสง โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ค่า pH สูงขึ้นในเวลากลางวัน โดยเฉพาะในบ่อที่มีปริมาณแพลงก์ตอนมาก ขณะที่เวลากลางคืนปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขับออกมาจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในบ่อ รวมทั้งการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยจุลินทรีย์ ทำให้ pH ในบ่อลดต่ำลง ถ้ามีปริมาณแพลงก์ตอนมากก็จะทำให้ pH ในบ่อลดต่ำลงมากกว่าปกติ ซึ่งโดยทั่วไป pH ในบ่อเลี้ยง กุ้งกุลาดำในรอบวันไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 0.5 และ pH ที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีค่าระหว่าง 7.5-8.5 ในกรณี pH สูง แอมโมเนียจะมีความเป็นพิษมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามถ้า pH ลดต่ำลง ก๊าซไข่เน่า หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์จะมีความเป็นพิษมากขึ้น (ชลอ และพรเลิศ, 2547) จากการศึกษาของพัชรีดา (2543) ถึงความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับค่า pH มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาของพรเทพ (2538) ที่กล่าวว่า pH ของน้ำจะสูงขึ้นเมื่อมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเพิ่มขึ้น บุญทริกา (2547) พบว่า ปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์กับ pH ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า pH สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งพบภายในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้

2.5 ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณของแพลงก์ตอนจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พรเทพ (2538) กล่าวว่าปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในทางตรงข้ามกัน บุญทริกา (2547) กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนีย ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มสาหร่ายสีเขียว และไดอะตอมมี

ความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนและไนเตรทในน้ำ นอกจากนี้แพลงก์ตอนในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตมีความสัมพันธ์กับปริมาณออร์โธสเฟตในน้ำอีกด้วย

3.2 สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินเป็นอาหารที่สำคัญอย่างหนึ่งของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตเบื้องต้น สัตว์หน้าดินเป็นผู้บริโภคอันดับแรกในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในปัจจุบันจะให้ความสำคัญแก่สัตว์หน้าดินค่อนข้างมาก เพราะเป็นอาหารลูกกุ้งที่มีคุณภาพสูง และยังทำให้ประหยัดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ (เบญจมิตร, 2547) ส่วนใหญ่สัตว์หน้าดินเป็นสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง มีทั้งขนาดโตเต็มวัยและวัยอ่อนที่หากินอยู่ตามพื้นหน้าดินในแหล่งน้ำในสายใยอาหาร (food web) ของระบบนิเวศ โดยสัตว์หน้าดินจะอยู่ในฐานะผู้บริโภค (consumers) ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามการกิน ดังนี้ (ราเมศ, 2543)

3.2.1 สัตว์กินพืชหรือผู้บริโภคขั้นที่หนึ่ง (herbivore หรือ primary consumers)

สัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้มีลักษณะการกินแบบขูดแทะ สำหรับขนาดเล็กที่ติดอยู่บนพืชน้ำขนาดใหญ่ หรือกรองกินแพลงก์ตอนขนาดเล็กและตะกอนซากอินทรีย์ (detritus) ลักษณะการกินอาหารโดยการกรองกินสารแขวนลอยในน้ำ เรียกวิธีการกินอาหารแบบนี้ว่า filter feeders อาหารจะถูกกรองกินในขณะที่สัตว์หน้าดินสูบน้ำเข้าผ่านอวัยวะกรองอาหาร ตัวอย่างของสัตว์ในกลุ่มนี้ เช่น หอยสองฝา เปรียง แอมฟิพอดบางชนิด เป็นต้น โดยทั่วไปสัตว์กินอาหารแขวนลอยมักชอบอาศัยบริเวณน้ำค่อนข้างใส เพื่อป้องกันการอุดตันโดยตะกอนที่ข่อยสลายไม่ได้ ได้แก่ แมลงเกาะหิน (stone flies : *Protomemura*), แมลงชีปะขาว (mayflies : *Ephemeroptera*), ริ้น (midges : *Chironomas*), ริ้น (black flies : *Simulium*), แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisflies : *Rhyacophila*) (จิตติมา, 2544)

3.2.2 สัตว์กินสัตว์หรือผู้บริโภคขั้นที่สอง (carnivore หรือ secondary consumers)

สัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้จะกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร และจะเป็นผู้บริโภคขั้นสูงสุดในห่วงโซ่อาหาร สัตว์พื้นท้องน้ำที่เป็นผู้ล่าในกลุ่มนี้ได้แก่ แมลงเกาะหิน (stoneflies : *Peria*), แมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisflies : *Rhyacophila*)

3.3.3 สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivore)

สัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้จะกินอาหารได้ทุกชนิดได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำ (net-spinning caddis : *Hydropsyche*)

3.3.4 สัตว์ที่กินของเน่าเปื่อยและอินทรีย์สาร (detritous)

สัตว์หน้าดินกลุ่ม deposit feeder บางชนิดจะกินตะกอนทุกชนิดโดยไม่มีการเลือก เรียกว่า non-selective deposit feeder ส่วนสัตว์บางชนิด เลือกชนิดและขนาดของอาหารให้เหมาะสมกับอวัยวะการกินอาหาร และปริมาณอาหารที่ต้องการ เรียกสัตว์พวกนี้ว่า selective deposit feeder กลุ่มของสัตว์พื้นท้องน้ำที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ หนอนแดง (blood worm : *Chironomus*) (รามเมศ, 2543)

พงศ์เชษฐ (2537) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์พื้นท้องน้ำ ในการเตรียมบ่อปลาในเขตพื้นที่อำเภอกำแพงแสนโดยการใส่มูลสุกรแห้ง ปรากฏว่าพบสัตว์พื้นท้องน้ำ 3 Phylum คือ Annelida, Mollusca และ Arthropoda รวมทั้งหมด 17 ชนิด ชนิดที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ ตัวอ่อนรึ้นน้ำจืด (*Chironomus* sp.) และไส้เดือนน้ำ (*Dero* sp.)

ปัทมา (2549) ได้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ด้วยน้ำความเค็มต่ำ พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด 3 Phylum ได้แก่ Phylum Arthropoda 4 กลุ่ม คือ chironomids, insect larvae, copepod และ ostracods Phylum Annelida 1 กลุ่ม คือ polychaetes และ Phylum Nematoda 1 กลุ่ม คือ nematodes ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในการศึกษาครั้งนี้ พบปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเลี้ยง กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบมากที่สุด คือ *chironomids* รองลงมา คือ ostracods, insect larvae, polychaete และ copepods ตามลำดับ และกลุ่มที่พบน้อยที่สุด คือ nematodes

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับสภาวะแวดล้อม พบว่า สัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญ (ทิพย์นันท์, 2542 และ นฤชิต, 2544) แตกต่างจากการศึกษาของรามเมศ (2543) พบว่า ปริมาณสัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิอย่าง

มีนัยสำคัญ เมื่ออุณหภูมิลดลงจะพบปริมาณสัตว์หน้าดินมากขึ้น พัทรี (2546) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และ pH ของน้ำมีความสัมพันธ์กับดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน

สัตว์พื้นท้องน้ำบางสกุลเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดินที่มีปริมาณสารอินทรีย์เป็นจำนวนมาก จากการศึกษาของ กนกวรรณ (2547) พบว่าไส้เดือนทะเลในสกุล *Capitella* สามารถลดปริมาณซัลไฟด์ในดิน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารอาหารในน้ำในดิน โดยไส้เดือนทะเลในสกุล *Capitella* ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการย่อยสลายมากขึ้น

4. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

สาหร่ายไส้ไก่ หรือ *Ulva intestinalis* Linnaeus (1753) มีลำดับทางอนุกรมวิธานดังนี้

Division Chlorophyta

Class Ulvophyceae

Order Ulvales

Family Ulvaceae

Genus *Ulva*

Species *Ulva intestinalis*

สาหร่ายไส้ไก่ เป็นที่รู้จักกันในชื่อเดิมว่า *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees (1820) เนื่องจากข้อมูลทางโมเลกุลและการเลี้ยงได้แสดงให้เห็นว่า สาหร่ายในสกุล *Enteromorpha* และ *Ulva* ไม่มีความแตกต่างด้านเอกลักษณ์ทางวิวัฒนาการ จึงมีการเปลี่ยนชื่อกลับมาเป็น *Ulva intestinalis* Linnaeus (1753) ในปัจจุบัน (Hayden *et al.*, 2003)

สาหร่ายไส้ไก่อมีทัลลัสเป็นท่อกลวง หงิกงอและยื่นเหมือนไส้ไก่ สูงประมาณ 12 เซนติเมตร โดยมีรากเล็ก ๆ ยึดเกาะ ส่วนโคนแคบและขยายใหญ่ตอนบน (Lewmanomont and Ogawa, 1995) มีความหนา 1 ชั้นเซลล์ ความยาวทัลลัส 1-20 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 มิลลิเมตร (Waaland, 1997) ทัลลัสมีสีเขียวหรือบางครั้งมีสีเหลือง (Stewart, 1991) สาหร่ายไส้ไก่พบได้ทั่วไป สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่น้ำกร่อยจนถึงแหล่งน้ำเค็ม ปากแม่น้ำ แอ่งน้ำหรือบนก้อนหินตามแนวน้ำขึ้น น้ำลง ตามความยาวชายฝั่งทะเล (Stewart, 1991) โดยเฉพาะตามชายฝั่งที่มี

ปริมาณธาตุอาหารสูงจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณมาก (Villares and Carballeira, 2003) มักขึ้นบนก้อนหิน เปลือกหอย พบบ่อยในแหล่งน้ำกร่อยหรือบ่อเลี้ยงปลา สาหร่ายสีเขียวแกมเขียวมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีมาก บางชนิดขึ้นอยู่ได้ทั้งบริเวณโดยรอบที่แล่นไปมาระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดเวลา (กาญจนภานันท์, 2527)

ในประเทศไทย การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายสีเขียวแกมเขียวเป็นการเลี้ยงแบบผสมผสานแนวทางใหม่ของคุณประยูร หงส์รัตน์ เจ้าของสุริรัตน์ ฟาร์ม ในจังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งเป็นเวลานาน สังเกตพบว่าลูกกุ้งที่ปล่อยในบ่อที่มีสาหร่ายสีเขียวแกมเขียวโตเร็วกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงแบบปกติ คุณประยูรจึงทดลองเพาะและขยายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมเขียวแล้วนำไปใส่ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ไม่มีการเอาเลนออก หลังจากจับกุ้งเสร็จแล้วในแต่ละรอบการเลี้ยง ปล่อยให้สาหร่ายสีเขียวแกมเขียวโตปกคลุมพื้นดิน และปกคลุม 30-40 เปอร์เซ็นต์ ของผิวน้ำ ก่อนที่จะปล่อยกุ้งกุลาดำระยะพี 15 อัตราความหนาแน่น 30,000 ตัวต่อไร่ เนื่องจากในบ่อที่มีสาหร่ายสีเขียวแกมเขียวปริมาณมาก มีสัตว์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติอย่างสมบูรณ์จึงไม่ต้องให้อาหารในระยะแรกของการเลี้ยง จนกว่าสาหร่ายจะลดปริมาณลงและหมดไป ซึ่งมีระยะเวลายาวนาน 50-60 วัน ทำให้ลดต้นทุนค่าอาหารเม็ดและไม่มีของเสียสะสมในบ่อ ทั้งยังช่วยลดต้นทุนในเรื่องของพลังงานในการใช้เครื่องให้อากาศอีกด้วย (ประยูร และคณะ, 2549)

ตารางที่ 1 แพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcales		Chroococcaceae	<i>Merismopedia convoluta</i>
					<i>Merismopedia punctata</i>
					<i>Chroococcus</i> sp.
		Nostocales		Oscillatoriaceae	<i>Trichodesmium</i> sp. <i>Spirulina major</i>
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales		Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp.
	Euglenophyceae	Euglenales		Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp. <i>Phacus</i> sp.
Chromophyta	Bacillariophyceae	Biddulphiales	Coscinodiscineae	Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella</i> sp.
				Melosiraceae	<i>Melosira moniliformis</i>
				Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.
			Rhizosoleniineae	Rhizosoleniineae	<i>Dactyliosolen</i> sp. <i>Rhizosolenia</i> sp.
			Biddulphiaceae	Hemiaulaceae	<i>Hemiaulus</i> sp. <i>Eucampia</i> sp.
				Chaetoceraceae	<i>Chaetoceros</i> sp.
		Bacillariales	Fragilariinaeae	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i> sp.
			Bacillariineae	Mastogloiaceae	<i>Mastogloia</i> sp.
				Naviculaceae	<i>Amphora</i> sp. <i>Diplonesis</i> sp. <i>Gyrosigma</i> sp. <i>Navicula</i> sp. <i>Pleurosigma</i> sp.

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Division	Class	Order	Sub-order	Family	Genus
Chromophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariineae	Naviculaceae	<i>Pleurosigma</i> sp.
				Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp. <i>Pseudo-nitzschia</i> sp.
				Surirellaceae	<i>Entomoneis</i> sp.
	Dinophyceae	Prorocentrales		Prorocentraceae	<i>Prorocentrum micans</i> <i>Prorocentrum</i> sp.
		Dinophysiales		Dinophysaceae	<i>Dinophysis</i> sp.
		Gymnodiniales		Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i> sp. <i>Gyrodinium spirale</i>
		Gonyaulacales		Ceratiaceae	<i>Ceratum furca</i>
		Peridinales		Congruentidiaceae	<i>Diplopsalis</i> sp.
				Peridiniaceae	<i>Peridinium</i> sp.
				Protoperidiniaceae	<i>Protoperidinium</i> sp.
	Raphidophyceae	Chattonellales		Chattonellaceae	<i>Chattonella</i> sp.

ที่มา: วราห์ (2534); พรเทพ (2538); บุญทริกา (2547)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสีของน้ำกับกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อเลี้ยง
กุ้งกุลาดำ

สีของน้ำ	กลุ่มของแพลงก์ตอน	แพลงก์ตอนชนิดหลัก
สีเขียว	Blue green algae	
สีเขียวอ่อน		Pennate Diatom
สีเขียวเข้ม		<i>Oscillatoria</i>
สีเขียวปนเหลือง	Blue green algae, Diatom	<i>Oscillatoria</i> , <i>Nitzschia</i>
สีเขียวน้ำตาล	Blue green algae, Diatom	<i>Oscillatoria</i> , <i>Coscinodiscus</i> ,
	Dinoflagellate	<i>Rhizosolenia</i> , <i>Tintinnopsis</i>
สีน้ำตาล	Diatom หรือ Dinoflagellate	<i>Rhizosolenia</i> , <i>Coscinodiscus</i>
สีน้ำตาลอ่อน	Dinoflagellate	
สีน้ำตาลเข้มปานกลาง	Dinoflagellate	<i>Chaetoceros</i>
สีน้ำตาลเข้ม		<i>Rhizosolenia</i>
สีน้ำตาลใส		<i>Rhizosolenia</i> , <i>Nitzschia</i>
สีน้ำตาลขุ่น	Protozoa	<i>Oscillatoria</i> , <i>Comphonema</i>
สีน้ำตาลดำ		<i>Rhizosolenia</i> , <i>Coscinodiscus</i> ,
		Pennate Diatom
สีน้ำตาลเหลือง		<i>Oscillatoria</i> , <i>Coscinodiscus</i> ,
		<i>Rhizosolenia</i> , <i>Tintinnopsis</i>
สีน้ำตาลแดง	Diatom, Dinoflagellate	<i>Amphiprora</i> , <i>Euglena</i>
สีน้ำตาลเขียว	Blue green algae, Diatom,	Pennate Diatom,
	Dinoflagellate	<i>Coscinodiscus</i>

ที่มา: พรเทพ (2538); ชลอ (2543)