# บทที่ 5
# อภิปรายและสรุปผล

## คุณค่าทางอาหารในอาหารสำเร็จรูป

1. ปริมาณโปรตีนในอาหารสูตร A สูตร B และสูตร C ที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อทดลอง 4 บ่อ โดยอาหารสำเร็จรูปมี 4 ขนาด คือ อาหารเบอร์ 1 อาหารเบอร์ 2 อาหารเบอร์ 3 และอาหารเบอร์ 3L มีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 37.81 - 40.24 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อาหารสูตร A สูตรB และ สูตรC มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$>0.05) จากการศึกษาครั้งนี้โปรตีนในอาหารมีระดับใกล้เคียงกับโปรตีนที่ควรมีในอาหารสำเร็จรูป คือ 38-42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542)

โดยปกติแล้วกุ้งต้องการโปรตีนในระดับ 30-57 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับอยู่ชนิด อายุ และความเค็มของน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้ง (Shiau, 1998) เช่น แม่กุ้งมีความต้องการโปรตีนที่สูงกว่าปกติเท่ากับ 50-55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอายุของกุ้งมีผลต่อโปรตีนที่กุ้งต้องการ เช่น ลูกกุ้งระยะ P15 -20 วัน (0.002-1.500 กรัม) มีความต้องการโปรตีนสูง (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) Shiau (1998) กล่าวว่าในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ความเค็มปกติ ควรมีปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารไม่ควรต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับโปรตีนควรเพิ่มขึ้นเป็น 44 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเลี้ยงกุ้งที่ความเค็ม 16 ส่วนในพันส่วน นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการกำหนดปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นให้สัดส่วนคงที่พอเหมาะกับตามความต้องการของกุ้งกุลาดำ เช่น อาจินีน (7.31 %), ไอโซลิวซีน (2.14 %), ลิวซีน (6.47 %), ไลซีน (6.05 %), ทรีโอนีน (3.6 %),วาลีน (3.18 %) และเมทไธโอนีนรวมกับซิลทีน (2.86 %) (Akiyama & Norman, 1991) อย่างไรก็ตามการเพิ่มเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตร A และเลซิตินอย่างเดียวในอาหารสูตร B ไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในอาหารทั้งสามสูตรเมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่ได้เติมเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหาร สูตร C ที่เป็นสูตรควบคุม

2. ปริมาณไขมันในอาหาร 3 สูตรคือ อาหารสูตร A สูตร B และสูตร C ที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อทดลอง 4 บ่อ โดยมีอาหารสำเร็จรูป 4 ขนาดคืออาหารเบอร์ 1 อาหารเบอร์ 2 อาหารเบอร์ 3 และอาหารเบอร์ 3L มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 6.15 - 10.41 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณไขมันเฉลี่ยในอาหารสูตร C มีค่าน้อยกว่าอาหารสูตร A และสูตร B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาจเนื่องจากการเพิ่มเลซิติน และในการทดลอง

ครั้งนี้ใช้กุ้งที่มีขนาด 0.01 – 6.05 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ Akiyama and Norman (1991) ที่ศึกษาระดับไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งขนาดต่าง ๆ พบว่ากุ้งขนาด 0.01 - 1.5 กรัม ควรมีไขมันในอาหาร 6.7 - 7.5 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งขนาด 5.1 - 40 กรัม ควรมีระดับไขมันในอาหาร 6- 6.3 เปอร์เซ็นต์ บรรจง เทียนส่งรัศมี (2542) รายงานว่าระดับไขมันในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งไม่ควรต่ำกว่า 5 - 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และความต้องการของไขมันในกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยความเค็มปกติอยู่ในช่วง 6 - 7.5 เปอร์เซ็นต์ (Shiau, 1998)

สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งระบบความเค็มต่ำเป็นอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงกุ้งในที่ความเค็มปกติ กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลที่เมื่อนำมาเลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำจึงต้องใช้พลังงานในการปรับสมดุลเกลือแร่ การดำรงชีพตลอดจนการเจริญเติบโต โดยแหล่งพลังงานได้รับจากอาหารที่ใช้เลี้ยงและการดึงแร่ธาตุจากมวลน้ำ ซึ่งจัดว่าเป็นข้อจำกัดในการเลี้ยงกุ้งในระบบความเค็มต่ำ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เพิ่มเลซิติน 30 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และ1 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (อาหารสูตร A) ส่งผลให้การเจริญเติบโตสูงขึ้น อัตราการแลกเนื้อต่ำ และอัตราการรอดของกุ้งสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Vasagam, Ramesh and Balasubramanian (2005) ที่พบว่าการเพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมผสมรวมกับน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ผสมเลซิติน Russet (2001) กล่าวว่าเลซิติน เป็นฟอสโฟลิปิดซึ่งเป็นไขมันที่ไม่มีขั้ว มีองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีส่วนสำคัญในกระบวนการย่อย การดูดซึม การนำไขมันและคลอเรสเตอรอลไปใช้ได้ดีขึ้น (Kanazawa, Teshima & Sakamoto, 1985) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของเลซิตินต่อการเจริญเติบโต โดยใช้เลซิตินที่แยกมาจากองค์ประกอบหอย (Short – Necked Clam) เป็นอาหารเลี้ยงกุ้ง *P. japonicus* ซึ่งความสำคัญของเลซิตินทำให้มีการศึกษาเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับความต้องการเลซิตินที่ใช้เป็นสารอาหารจำเป็นในอาหารกุ้งชนิดต่าง ๆ เช่น *P. merguiensis P. vanamei* โพสลาวา (Coutteau, Geursden, Camara, Bergot & Sorgeloos, 1997); Coutteau, Kontara & Sorgeloos, 2000) *P.penicillatus* (Chen &Jenn,1993) และ *P. monodon* (Chen & Jenn, 1993) ทั้งนี้ Russett (2001) กล่าวว่าเลซิตินมีคุณสมบัติสามารถแตกตัวและรวมตัวกับสารอาหารในน้ำทำให้เลซิตินคงสภาพอยู่ในน้ำได้นาน นอกจากนี้เลซิตินจัดเป็นสารเคลือบและมีกลิ่นในการดึงดูดการกินของกุ้ง ลักษณะทางกายภาพดังกล่าวทำให้เลซิตินใช้เป็นส่วนผสมในอาหารกุ้ง Shiau (1998; Conklin, n.d. citing Akiyama, & Norman, 1991) รายงานว่าเลซิตินในอาหารกุ้งควรใช้ประมาณ 1 - 2 % ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้มีการเพิ่มเลซิตินในอาหารเลี้ยงกุ้งเพียง 0.03 % มีผลทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้เติมเลซิติน แต่น้อยกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เติมเลซิตินและฟอสฟอรัส

3. ปริมาณกรดไขมันในอาหารสามสูตร คือ สูตร A สูตร B และ สูตร C ที่มีขนาดเบอร์ต่าง ๆ พบกรดไขมันชนิด16: 0, 18: 1n-9, 20: 5 n-3 (อีพีเอ) และ 22: 6 n-3 (ดีเอชเอ) มีปริมาณสูง ค่าเฉลี่ยอีพีเอและดีเอชเอในอาหารทั้งสามสูตรและขนาดต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.31 - 4.38 มิลลิกรัมต่อกรัม และ 2.02 - 8.10 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณอีพีเอ และ ดีเอชเอ ในอาหารทั้ง สามสูตรมีค่าไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Vasagam, Ramesh and Balasubramanian (2005) ที่พบว่า การเพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมผสมรวมกับน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ มีปริมาณอีพีเอและดีเอชเอไม่แตกต่างอาหารที่ไม่เติมเลซิติน Kanazawa, Teshima & Sakamoto, 1985) พบว่าอีพีเอและดีเอชเอในอาหาร 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่ใช้เลี้ยงกุ้งโตเต็มวัย (*P . japonicus*) ทั้งนี้ Merican and Shim (1996) แนะนำว่าปริมาณลิโนลีอิคและดีเอชเอ 1.44 % ในอาหารเป็นระดับที่เหมาะสมที่ใช้เลี้ยงกุ้งโตเต็มวัย (*P . monodon*) ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้มีอีพีเอและดีเอชเอในอาหารทั้งสามสูตรเพียง 0.02 – 0.44 เปอร์เซ็นต์และ 0.20 - 0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามอีพีเอและดีเอชเอมิได้มาจากเลซิตินอย่างเดียว แต่ได้มาจากวัตถุดิบที่ใช้เตรียมอาหารได้แก่ ปลาป่น หัวกุ้ง น้ำมันตับปลาหมึกและน้ำมันปลาทะเล เป็นต้น Glencross and Smith (1999) แนะนำว่าอาหารที่มีไขมันที่ระดับ 75 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ควรมีกรดไขมันจำเป็น 30 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง แสดงให้เห็นถึงบทบาทของเลซิตินเป็นอีกทางเลือกหนึ่งโดยเป็นสารอาหารที่เพิ่มการเจริญเติบโตมากกว่ากรดไขมันกลุ่ม HUFA ที่อยู่ในน้ำมันปลา เนื่องจากเป็นสารที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์ฟอสฟอลิปิดที่กุ้งต้องการ

## คุณค่าทางอาหารในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงในระบบความเค็มต่ำ

1. ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A สูตร B และสูตร C พบว่าปริมาณโปรตีนเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในเนื้อกุ้งมีค่าเท่ากับ 66.41 - 69.74 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งในแต่ละบ่อทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ( $p > 0.05$) เช่นเดียวกับจากการศึกษาของ Sarac (1993) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปที่แตกต่างกันโดยใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่ามีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในเนื้อกุ้งอยู่ในช่วง 69 - 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง Vasagam, Ramesh and Balasubramanian (2005) พบว่า การเพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมผสมรวมกับน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในเนื้อกุ้งอยู่ในช่วง 73.26 - 73.85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งซึ่งเป็นการเลี้ยงในระบบความเค็มปกติ แสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงด้วยความเค็มปกติ

มีค่าใกล้เคียงกับที่เลี้ยงด้วยความเค็มต่ำ อย่างไร ก็ตามการเพิ่มเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตร A ที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อทดลองที่ 1 และ 2 และเลซิตินอย่างเดียวในอาหารสูตร B ในบ่อทดลองที่ 3 ไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในเนื้อกุ้ง เมื่อเทียบกับอาหารที่ไม่ได้เติมเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตรC ที่เป็นสูตรควบคุม (บ่อทดลองที่ 4)

2. ปริมาณไขมันในบ่อทดลองทั้ง 4 บ่อ ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A สูตร B และสูตร C มีไขมันเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงในเนื้อกุ้งอยู่ในช่วง 2.25 - 2.52 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A และสูตร B ซึ่งเป็นอาหารที่มีการเติมเลซิติน มีปริมาณไขมันในเนื้อกุ้งสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้เติมเลซิติน (อาหารสูตร C) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) และปริมาณไขมันในเนื้อกุ้งมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง ในการศึกษา Vasagam, Ramesh and Balasubramanian (2005) พบว่า การเพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมผสมรวมกับน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีปริมาณไขมันเฉลี่ยในเนื้อกุ้งอยู่ในช่วง 3.85 - 4.31 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และ Sarac (1993) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ โดยสูตรอาหารที่มีโปรตีน 42 % ไขมัน 8.74 % ฟอสฟอรัส 1.72 % อีพีเอ 0.40 % และดีเอช 0.77 % ส่งผลให้กุ้งมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยเนื้อกุ้งมีไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณไขมันดังกล่าวมีค่าสูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้อาจเนื่องจากกุ้งต้องนำพลังงานที่ได้จากอาหารไปใช้ประโยชน์ เช่น การหายใจ หรือใช้พลังงานในการรักษาสมดุลของน้ำแล้วจึงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และจะถูกเก็บไว้เป็นพลังงานสำรองที่ตับอ่อนแล้วจึงสะสมในเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตามการเลี้ยงกุ้งในระบบความเค็มต่ำต้องใช้พลังงานมากกว่าที่เลี้ยงในน้ำความเค็มปกติ (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542)

3. ปริมาณกรดไขมันในเนื้อกุ้งในบ่อทดลองทั้ง 4 บ่อ ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A สูตรB และสูตร C พบกรดไขมันชนิด 16: 0, 18: 1 n-9, 20: 5 n-3 (อีพีเอ) และ 22: 6 n-3 (ดีเอชเอ) มีปริมาณสูง จะเห็นว่าอีพีเอและดีเอชเอเฉลี่ยในเนื้อกุ้งอยู่ในช่วง 0.46 - 4.92 และ 0.16 - 5.38 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณอีพีเอและดีเอชเอในเนื้อกุ้งในแต่ละบ่อทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p> 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Vasagam, Ramesh and Balasubramanian (2005) ที่พบว่าการเพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมผสมรวมกับน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีปริมาณอีพีเอและดีเอชเอในเนื้อกุ้งไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการรายงานของ Coutteau, Geursden, Camara, Bergot and Sorgeloos (1997) ที่พบว่าการเพิ่มเลซิตินที่อยู่ในรูปฟอสฟาติดิลโคลีนในอาหารมีผลทำให้ปริมาณ n-3 และ n-6 PUFA ในเนื้อกุ้ง (*Litopenaeus vannamei*) เพิ่มขึ้น และการเพิ่มเลซิตินที่อยู่ในรูปฟอสฟาติดิลโคลีนในอาหารมีผลทำให้ HUFA ในเนื้อกุ้ง (*Marsupenaeus japonicus*) เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตามการเพิ่มเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตร A ที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อทดลองที่ 1 และ 2 และเลซิตินอย่างเดียวในอาหารสูตร B ในบ่อทดลองที่ 3 ไม่ส่งผลต่อปริมาณอีพีเอและดีเอชเอเฉลี่ยในเนื้อกุ้ง เมื่อเทียบกับอาหารที่ไม่ได้เติมเลซิตินและแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารสูตรC ที่เป็นสูตรควบคุม (บ่อทดลองที่ 4)

## การเจริญเติบโต

จากผลการศึกษาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 4 บ่อ ที่มีการให้อาหารแตกต่างกัน โดยทั้ง 4 บ่อ มีพื้นที่เท่ากัน คือ 2.7 ไร่ อัตราความหนาแน่นกุ้ง 50 ตัวต่อตารางเมตร และอายุการเลี้ยง 116 วัน เท่ากัน พบว่า บ่อและระยะเวลาในการเลี้ยงมีผลทำให้น้ำหนักและความยาวของกุ้งกุลาดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ซึ่งให้อาหารที่มีการเติมฟอสเฟตในรูปของแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต รวมทั้งเลซิติน ให้ผลผลิต 996.3 กิโลกรัม และ 776.6 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 24) นอกจากนี้บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 มีขนาดของกุ้งเฉลี่ย 79 และ 72 ตัวต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตและขนาดของกุ้งดังกล่าวมีค่าสูงกว่าบ่อที่ 3 ซึ่งให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติม เลซิตินเพียงอย่างเดียว (ผลผลิต 611.5 กิโลกรัม และขนาดของกุ้งเฉลี่ย 91 ตัวต่อกิโลกรัม) และบ่อที่ 4 ซึ่งให้อาหารสำเร็จรูปธรรมดา (ผลผลิต 495.2 กิโลกรัม และขนาดของกุ้งเฉลี่ย 95 ตัวต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ จากความแตกต่างในเรื่องอัตรารอดพบว่า บ่อที่ 1 มีอัตรารอดสูงสุด 33 % บ่อที่ 2 มีอัตรารอด 23 % ซึ่งใกล้เคียงกับบ่อที่ 3 ซึ่งมีอัตรารอด 23.2 % และบ่อที่ 4 พบว่ามีอัตรารอดต่ำสุด คือ 19.5 % (ยงยุทธ สงวนสิน, 2547) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อได้แก่พันธุ์กุ้งที่มีความแข็งแรงแข็งแรง ต้านทานโรคสูง การจัดการบ่อที่ดี มีเครื่องให้อากาศเพียงพอและวางในตำแหน่งที่ถูกต้อง คุณภาพน้ำในบ่อ กุ้งที่เลี้ยงก็จะเจริญเติบโตดี อัตราการรอดสูง อัตราการแลกเนื้อต่ำ อาหารที่มีคุณภาพดี มีสารอาหารครบถ้วนตาม นอกจากนี้การให้อาหารที่ถูกต้อง โดยมีการควบคุมขนาดของอาหารและปริมาณการให้อาหาร ที่เหมาะสม กุ้งจะเจริญเติบโตดี อัตราการรอดสูงและอัตราการแลกเนื้อต่ำ (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2542) ซึ่งแสดงให้เห็นถึง อาหารกุ้งมีผลโดยตรงต่อผลผลิต ต้นทุนการผลิต และสภาพแวดล้อม (ประจวบ หลำอุบล, 2537) คุณค่าทางอาหารในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกับระดับความต้องการ สารอาหารของกุ้งต้องความสัมพันธ์กัน ซึ่งสอดคลองกับการทดลองครั้งนี้ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างองค์ประกอบของอาหาร มีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งโดยบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เพิ่มปริมาณเลซิตินและฟอสฟอรัสมีการเจริญเติบโตดีกว่าบ่อทดลองที่เติมเลซิตินอย่างเดียว และบ่อทดลองไม่มีการเติมเลซิตินและฟอสฟอรัส จะเห็นได้ว่าการเพิ่มลิปิด

ที่อยู่ในรูป เลซิติน โดยเลซิตินเป็นฟอสโฟลิปิดมีองค์ประกอบของกรดไขมันมีความสำคัญในกระบวนการย่อย การดูดซึม การนำไขมันและคลอเรสเตอรอลไปใช้ได้ดี (สุพิศ ทองรอด, 2535; มะลิ บุญยรัตนผลิน, 2531; Coutteau, Geursden, Camara, Bergot & Sorgeloos, 1997; Coutteau, Kontara & Sorgeloos, 2000; Chen & Jenn, 1993) การใช้ไขมันที่ได้จากพืชได้แก่ น้ำมันมะพร้าว (Coconut), น้ำมันลินซีด (Linseed), น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean), น้ำมันถั่ว (Peanut) และไขมันที่ได้จากปลาเช่นน้ำมันเมนฮาเดน (Menhaden) ผสมในอาหารเลี้ยงกุ้ง (*Litopenaeus vannamei*) ระยะ โพสลาวา มีการเจริญเติบโตน้อยกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมน้ำมันดังกล่าวแต่เพิ่มเลซิติน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Coutteau, Geursden, Camara, Bergot and Sorgeloos (1997) พบว่า อาหารที่มีองค์ประกอบของเลซิตินมีผลเพิ่มการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของลูกกุ้ง *Penaeus vanuamei* นอกจากนี้ Sarac (1993) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในอาหารมีผลตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ สูตรอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 42 % ไขมัน 8.74 % ฟอสฟอรัส 1.72 % อีพีเอ 0.40 % และดีเอช 0.77 % ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ รวมทั้งการทดลองเลี้ยงกุ้ง *Litopenaeus vanamei* วัยอ่อน โดยให้อาหารที่มีฟอสฟอรัสในรูปโซเดียมไฮโดรเจน ($NaHPO_4$) ในระดับที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 0.4%, 0.8% และ 1.2% ตามลำดับ พบว่า ที่ระดับ 0.4 % มีการดูดซึมดีกว่า 0.8% และ 1.2% ตามลำดับ โดยทุกระดับของฟอสฟอรัสที่ให้กับกุ้งช่วยให้อัตรารอดตายของกุ้งสูงกว่า 81% และอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับจากการศึกษาครั้งนี้ที่เติมฟอสฟอรัสในรูปเกลือแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($CaHPO_4$) 1% รวมกับเลซิติน พบว่า บ่อที่ 1 ให้อัตรารอดสูงสุด 33% บ่อที่ 2 และมีอัตรารอด 23% ซึ่งใกล้เคียงกับบ่อที่ 3 ที่มีอัตรารอด 23.2% และบ่อที่ 4 มีอัตรารอดต่ำสุด 19.5 % ในกรณีของบ่อที่ 2 ซึ่งเป็นบ่อที่ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมฟอสเฟตในรูปของแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต รวมทั้งเลซิตินเช่นเดียวกับบ่อที่ 1 แต่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายใกล้เคียงกับบ่อที่ 3 ซึ่งให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเลซิตินเพียงอย่างเดียว คือ 23.0 % และ 23.2 % ตามลำดับ เนื่องมาจากการเกิดสภาวะแพลงก์ตอนตายพร้อมกันในสัปดาห์ที่ 11 ทำให้สภาพความเป็นกรด-เบส เปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง และจุลินทรีย์ต้องทำหน้าที่ในการย่อยสลายอย่างหนัก ส่งผลให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนเหลือ 4.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 16 ค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรทสูงขึ้นเป็น 1.01, 0.10 และ 7.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทำให้เกิดการตายของกุ้งกุลาดำในบ่อในช่วงสัปดาห์ที่ 15 ถึงสัปดาห์ที่ 16 มีผลให้อัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำ ในบ่อที่ 2 ลดลง และอัตราการแลกเนื้อ เพิ่มขึ้น (ยงยุทธ สงวนสิน, 2547) การเติมเลซิตินและฟอสฟอรัสในอาหารกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในระบบความเค็มต่ำ มีผลดีในเรื่องของการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้เติมเลซิตินและฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเติมเลซิตินในอาหาร

ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำความเค็มต่ำ ตลอดจนการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกลาดำระบบความเค็มต่ำ น่าจะมีส่วนช่วยให้กุ้งกุลาดำไม่ต้องใช้พลังงานในการดูดซึมฟอสฟอรัสจากน้ำภายนอกตัว ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยอยู่แล้ว เพราะฉะนั้นจึงเป็นการประหยัดพลังงานให้กับกุ้งที่เลี้ยง นอกจากนี้ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของ ATP ซึ่งเป็นแหล่งสะสมพลังงานในระดับเซลล์ การเติมเลซิตินและฟอสฟอรัสในอาหารจึงน่าจะเป็นการช่วยเพิ่มพลังงานให้กับกุ้งที่เลี้ยงในการทำกิจกรรมอื่น เช่น การว่ายน้ำ การลอกคราบ ซึ่งพลังงานส่วนที่เหลือจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่งผลให้การเจริญเติบโตของกุ้งดีขึ้นกว่าเดิม กุ้งจะนำพลังงานที่ได้จากอาหารไปใช้ประโยชน์ในส่วนอื่นที่มีความจำเป็นมากกว่า เช่น การหายใจ หรือใช้พลังงานในการรักษาสมดุลของน้ำ แล้วพลังงานส่วนที่เหลือจึงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งถ้ากุ้งได้รับพลังงานจากอาหารไม่เพียงพอกุ้งจะไม่เจริญเติบโต เนื่องจากต้องนำพลังงานไปใช้ในการดำรงชีวิต

## สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเติมเลซิตินและฟอสฟอรัสในรูปเกลือแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในพื้นที่ความเค็มต่ำ 4 บ่อ โดยบ่อที่ 1 และ 2 ให้อาหารที่เติมเกลือแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตและเลซิติน (อาหารสูตร A) บ่อที่ 3 ให้อาหารที่เติมเลซิตินอย่างเดียว (อาหารสูตร B) และบ่อที่ 4 ให้อาหารที่ไม่ได้เติมเกลือแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตและเลซิติน (อาหารสูตร C) ซึ่งทั้ง 4 บ่อ สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปทั้งสามสูตรที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่า อาหารทั้งสามสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 37.81 - 40.24 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อาหารสูตร A สูตร B และ สูตร C มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$>0.05)

2. ปริมาณไขมันในอาหารสำเร็จรูปทั้งสามสูตรที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุ้งกุลาดำพบว่า อาหารทั้งสามสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 6.15 – 10.41 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยอาหาร สูตร C มีปริมาณไขมันต่ำกว่าอาหารสูตร A และสูตร B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$<.05)

3. ปริมาณกรดไขมันในอาหารสำเร็จรูปทั้งสามสูตรที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุ้งกุลาดำพบว่า ปริมาณอีพีเอ (20: 5 n-3) และดีเอชเอ (22: 6 n-3) ในอาหารมีค่าอยู่ในช่วง 0.31 - 4.38 มิลลิกรัมต่อกรัม และ 2.02 - 8.10 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$ >.05)

4. โปรตีนที่พบในเนื้อกุ้งกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสามสูตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 66.41 - 69.74 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$> .05)

5. ปริมาณไขมันในเนื้อกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสามสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 2.25-2.54 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหาร สูตร C มีปริมาณไขมันในเนื้อต่ำกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A และสูตร B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$<.05)

6. กรดไขมันอีพีเอและดีเอชเอในเนื้อกุ้งกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสามสูตรค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.46 - 4.92 และ 0.16 - 5.38 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณอีพีเอและดีเอชเอในเนื้อกุ้งกุ้งกุลาดำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$ <.05)

7. การเจริญเติบโตของกุ้งที่เลี้ยงในอาหารทั้งสามสูตร พบว่า อาหารสูตร A มีผลทำให้กุ้งกุลาดำมีการเจริญเติบโตดีที่สุด และกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A มีอัตรารอดสูงสุด รองลงมาคือกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B และอาหารสูตร C มีอัตรารอดต่ำสุด

## ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ เช่น โปรตีน กากใย ผสมในอาหาร เพื่อพัฒนาสูตรอาหารให้เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำ

2. ควรศึกษาระดับความเข้มข้นของเลซิตินและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมที่สุดในการเติมลงในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำ

3. ควรศึกษาคุณค่าทางอาหารของกุ้งกุลาดำโดยแยกวิเคราะห์ส่วนหัวและส่วนตัว