ผลของอัตราความหนาแน่น และระยะเวลาในการขนส่ง ต่ออัตราการรอดตาย ของลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา

Effect of Density and Transportation times on Survival Rate of *Litopenaeus vannamei* Postlarvae

สิริโรจน์ วังสุนทร[1], ชลอ ลิ้มสุวรรณ[1] และ นิติ ชูเชิด[1]

Siriroj Wangsoontorn, Chalor Limsuwan and Niti Chuchird

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อทดสอบคุณภาพของ ลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 8 (PL8) และ 12 (PL12) หลังจากการขนส่ง โดยบรรจุลูกกุ้งในถุงพลาสติกในอัตราความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลิตร ที่ระยะเวลาการขนส่งที่ 2, 4 และ 6 ชั่วโมง หลังจากการขนส่งนำลูกกุ้งใส่ในน้ำจืดและฟอร์มาลินเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) พร้อมตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งด้วยวิธีชริมพ์ไบโอเทค (ความสมบูรณ์ของตับ ปริมาณเม็ดไขมันในตับ ความสมบูรณ์ของรยางค์ อัตรากล้ามเนื้อต่อลำไส้ ตรวจการติดเชื้อวิบริโอ) ผลการศึกษาพบ ว่ากุ้งระยะ PL8 และ PL12 แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติในด้านอัตราการรอดตายจากการทดสอบความเครียดในน้ำจืดและฟอร์มาลินหลังจากการขนส่งที่ 2 ระดับความหนาแน่นที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมงลูกกุ้งระยะ PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร ในระยะเวลาขนส่ง 2 ชั่วโมงมีอัตราการตายน้อยที่สุด และผลของการตรวจคุณภาพลูกกุ้งพบว่าลูกกุ้งระยะ PL12 ทั้งที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลิตร ใช้ระยะเวลาขนส่ง 2 ชั่วโมงมีความสมบูรณ์ภายนอกและปริมาณเม็ดไขมันในตับ 85 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ากุ้งระยะ PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร มีปริมาณแบคทีเรีย วิบริโอน้อยที่สุดแตกต่างกับ การทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในระยะเวลาขนส่งทั้ง 2, 4 และ 6 ชั่วโมง การศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลาย น้ำของทุกระยะเวลาการขนส่งมีค่าลดลงจากค่าเริ่มต้นที่วัดจากโรงเพาะฟัก ในขณะที่ค่าพีเอช แอมโมเนียและไนไตรท์ที่ความหนาแน่นดังกล่าวมีปริมาณสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่ 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ

ABSTRACT

This study was carried out to determine the quality of postlarval stage 8 (PL8) and 12 (PL12) after transportation with the density of 2,000 and 3,000 PLs./l for 2, 4 and 6 hours. Three methods for evaluation the quality of PL were used: Freshwater stress test, Formalin stress test at the concentration of 100 mg/l (ppm) and using the shrimp Biotech method (condition of the hepatopancreas, the amount of lipid, physical deformities of appendages muscle to gut ratio and *Vibrio* count). The results showed that there were no statistically significant differences between the survival rate of the freshwater stress test and formalin stress test of PL8 and PL12 after transportation with the two densities at 2, 4 and 6 hours. Transportation of PL12 at 2,000 PLs./l for 2 hours the lowest mortality. The evaluation of PL quality using shrimp Biotech method revealed that the transportation of PL12 at 2,000 and 3,000 PLs./l for 2 hours had the highest score of 85%. PL12 at the density of 2,000 PLs./l had the lowest *Vibrio* count that was significantly different from other groups ($P<0.05$) at 2, 4 and 6 hours respectively. The dissolved oxygen during transportation decreased while the pH, total ammonia and nitrite increased respectively following the transportation's time and the density of the larvae.

Keyword : *Litopenaeus vannamei*, transportation, postlarvae

Email address : dern_bass@hotmail.com

[1]ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพหมานคร

[1]Aquaculture Business Research Center, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

คำนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยส่วนใหญ่ จะเป็นกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เนื่องจาก กุ้งชนิดนี้ได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์มาเป็น เวลานาน มีการเจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงง่าย ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงน้อยและให้ผลผลิตสูง (ชลอและพรเลิศ, 2547) ทำให้ความต้องการลูกกุ้ง ขาวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นแต่พบว่าในบางช่วงเวลาหรือบางฤดูกาลที่มีสภาพอากาศแปรปรวน โรงเพาะฟักไม่สามารถผลิตลูกกุ้งได้เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรจึงทำให้โรงเพาะฟักขายลูกกุ้งในระยะที่ยังไม่มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อดิน ซึ่งจะอยู่ที่ช่วงระยะโพสลาร์วา 6-8 (PL6-8) ผลที่ตามมาเมื่อนำลูกกุ้ง ลงเลี้ยงในบ่อดินทำให้กุ้งอ่อนแอติดโรคได้ง่าย และมีอัตราการรอดตายต่ำ ขนาดของลูกกุ้งที่แนะนำในการปล่อยลงเลี้ยงในน้ำความเค็มปกติ คือ ระยะโพสลาร์วา 10 (PL10) หรือระยะที่สูงกว่า เนื่องจากลูกกุ้งจะมีการพัฒนาเหงือกที่สมบูรณ์ ประกอบกับการเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปล่อยอัตราความหนาแน่นสูง จึงทำให้มีการขนส่งลูกกุ้งในระดับความหนาแน่นสูงตามไปด้วยเนื่องจากโรงเพาะฟักต้อง การประหยัดต้นทุนในการขนส่ง จึงทำให้ลูกกุ้ง เกิดความเครียดระหว่างขนส่ง นอกจากนี้ระยะทาง และระยะเวลาในการขนส่งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเช่นกัน การขนส่งสัตว์น้ำเป็นระยะทางไกล ก่อให้เกิดอาการเครียดกับสัตว์น้ำ นอกจากนี้การขนส่งควรใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด โดยลดความล่าช้าต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการขนส่ง (Subasinghe,1997) หากต้องการขนส่งลูกกุ้งในระยะทางไกลออกซิเจนละลายน้ำต้องเพียงพอ และควรมีการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งเพื่อลดเมตาบอลิซึมของลูกกุ้งไม่ให้สูงเกินไป (พุทธ, 2537) ปัจจุบันได้มีการนำยาสลบสำหรับสัตว์น้ำที่เรียกว่า isoeugenol เข้ามาเป็นทางเลือกสำหรับใช้ในการเคลื่อนย้ายลูกกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ทิพย์ภาพร, 2554) คุณภาพลูกกุ้งเป็นอีกปัจจัยที่มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การเลี้ยงกุ้งประสบความสำเร็จตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 พบการระบาดของโรคตายด่วน (Early mortality syndrome: EMS) บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรี ที่พบว่ากุ้งตายหลังจากที่ปล่อยลูกกุ้งลงบ่อเลี้ยงได้ไม่นานซึ่งสาเหตุของโรคยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพลูกกุ้ง มากที่สุด โดยเฉพาะลูกกุ้งอาจจะไม่สมบูรณ์แข็งแรงเหมือนกับในปีก่อน ๆซึ่งอาจจะมาหลายสาเหตุ เพื่อลดปัญหาการเกิดโรค EMS นอกจากจะต้องคัดเลือกลูกกุ้งที่สมบูรณ์แข็งแรงแล้ว จะต้องลดความเครียดจากการขนส่ง ด้วย อัตราความหนาแน่น และระยะลูกกุ้งที่ขนส่งจากโรงเพาะฟัก อาจ มีผลต่อการเกิดโรค EMS ได้ และเป็นไปได้ว่าลูกกุ้งที่นำมาจากโรงเพาะฟักที่แตกต่างกันจากสายพันธุ์หรือพ่อแม่พันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ ทำให้ได้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

อย่างไรก็ตามแม้จะมีการศึกษา ถึงการคัดเลือกลูกกุ้งที่มีคุณภาพ กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในกุ้งกุลาดำ (ชลอ และพรเลิศ, 2547) แต่ในกุ้งขาวแวนนาไมไม่มีรายงานหรือให้ความสำคัญมากนักทั้ง ๆที่มีการเลี้ยงกุ้งชนิดนี้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะความแข็งแรงของลูกกุ้งหลังจากการขนส่ง ซึ่งมักจะมีความสัมพันธ์กับอัตราความหนาแน่น และระยะเวลาในการขนส่ง ถ้าสามารถขนส่งโดยไม่ทำให้ลูกกุ้งเกิดความเครียดมาก น่าจะทำให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งเพิ่มขึ้น ช่วยลดความสูญเสียได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการประเมินถึงปัจจัยต่าง เช่น ความหนาแน่น อายุของลูกกุ้งระยะโพสลาร์วาต่างๆ กัน ระยะเวลาในการขนส่งต่อคุณภาพ ลูกกุ้ง เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งลูกกุ้งขาวที่ทำให้มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การศึกษาเปรียบเทียบผลของอัตราความหนาแน่นระยะเวลาต่อ คุณภาพ ของลูกกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 8 และ12

1.1 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบการขนส่งลูกกุ้งขาวแวนนาไม 2 ระยะคือลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 8 และ 12 โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ตามความหนาแน่นที่แตกต่างกัน การทดลองละ 3 ซ้ำ การทดลองที่ 1 บรรจุลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร และการทดลองที่ 2 บรรจุลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตร โดยการบรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 45×75 เซนติเมตร ทำการขนส่งลูกกุ้งทั้งสองความหนาแน่นโดยใช้ระยะเวลาขนส่งเป็น 2, 4 และ 6 ชั่วโมง โดยทั้งสองการทดลองใช้น้ำที่ความเค็ม 10 พีพีที ระหว่างการขนส่งลูกกุ้ง เพื่อเปรียบเทียบผลของระยะลูกกุ้ง ความหนาแน่น และระยะเวลาการขนส่งต่อคุณภาพลูกกุ้ง ลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 8 และ 12 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะผ่านการทดสอบความแข็งแรงโดย นำลูกกุ้งทดสอบในน้ำจืด และฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) ที่โรงเพาะฟักก่อนที่จะบรรจุลูกกุ้งในถุงพลาสติก

1.2 การตรวจคุณภาพของลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา

สุ่มตัวอย่างลูกกุ้ง แต่ละกลุ่ม หลังการขนส่งที่ เวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง นำมาตรวจ คุณภาพ ด้วยการทดสอบความทนทานต่อความเครียด โดยการแช่ในน้ำจืดและ ในฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิ ตร (พีพีเอ็ม) ลูกกุ้งส่วนหนึ่งจะถูกนำมาตรวจคุณภาพตามวิธีชริมพ์ไบโอเทค (กรรณวิท และคำรน, 2546) ซึ่งเป็นการทดสอบความทนทานต่อความเครียด (stress test)โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>การทดสอบความทนทานต่อความเครียดโดยการแช่ในน้ำจืด</u>

สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งขาว 30 ตัวมาทดสอบความเครียดโดยนำลูกกุ้งมาแช่ในน้ำความเค็ม 0 ส่วนในพันส่วน (พีพีที) ทิ้งไว้ 30 นาที หลังสิ้นสุดการทดลองตรวจนับอัตราการตายของลูกกุ้ง โดยลูกกุ้งที่แข็งแรงอัตราการรอดตายต้องไม่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

<u>การทดสอบความทนทานต่อความเครียดโดยการแช่ในฟอร์มาลิน</u>

นำลูกกุ้งขาวจำนวน 30 ตัวมาแช่ในฟอร์มาลิ นความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ทิ้งไว้ 120 นาที กุ้งที่แข็งแรงกว่าจะมีอัตราการตายน้อยกว่า

1.3 การตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีชริมพ์ไบโอเทค

สุ่มตัวอย่างกุ้งมาวัดความยาวและชั่งน้ำหนัก จดบันทึก หลังจากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนความสมบูรณ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบ่งออกเป็น 5 เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ อัตรากล้ามเนื้อต่อลำไส้ (M:G ratio) ความสมบูรณ์ของรยางค์ ปรสิตภายนอก ปริมาณเม็ดไขมันในตับของกุ้ง และความสมบูรณ์ของตับของลูกกุ้ง จากนั้นสรุปผลการให้คะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ สำหรับมารตฐานของลูกกุ้งที่ได้ รับการยอมรับภายใต้การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ควรมีคะแนนตั้งแต่ 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจึงถือว่าผ่านเกณฑ์

สุ่มตัวอย่าง ลูกกุ้งขาวจำนวน 100 ตัวเพื่อตรวจสอบ ปริมาณแบคทีเรีย วิบริโอ โดยนำมาเพาะเชื้อ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมงสำหรับลูกกุ้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานต้องมีโคโลนีแบคทีเรียไม่เกิน 100 โคโลนี

2. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ

เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ก่อนและหลังขนส่ง 2, 4 และ 6 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำต่างๆ ดังนี้

- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissloved oxygen) วิเคราะห์ตามวิธีใน (APHA, *et al.*, 1995)
- พีเอช (pH) วัดโดยเครื่องวัดพีเอชไฟฟ้าของ HANNA รุ่น HI 9318
- แอมโมเนียรวม และไนไตรท์ วิเคราะห์ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านสถิติจะใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 การทดลองโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (อนันต์ชัย, 2542)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการตรวจคุณภาพของลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา8 และ12

ผลการทดสอบความทนทานต่อความเครียดของลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 8 (PL8) และ12 (PL12) ในน้ำจืด (Table 1) พบว่าลูกกุ้งทั้ง 2 ระยะที่บรรจุด้วยความหนา แน่น 2,000 ตัวต่อลิตรมีอัตราการตายของลูกกุ้งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา คือระยะเวลาการขนส่งที่ 2 ชั่วโมง มีอัตราการตายน้อยที่สุดและระยะเวลาที่ขนส่งที่ 4 และ 6 พบว่ามีความทนทานต่อความเครียดลดลงตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับลูกกุ้ง PL8 พบว่ามีอัตราการตายมากกว่าลุกกุ้ง PL12 นอกจากนี้ การบรรจุด้วยความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นเป็น 3,000 ตัวต่อลิตร พบอัตราการตายของลูกกุ้งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการบรรจุที่ 2,000 ตัวต่อลิตร แต่พบอัตราการตายในแต่ละช่วงเวลาที่สูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามอัตราการตายของลูกกุ้งทั้ง 2 ระยะที่ ทุกระดับความหน าแน่น แตกต่าง กันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญ (p>0.005)

การทดสอบความทนทานต่อความเครียดของลูกกุ้งด้วยวิธีนี้เป็นการวัดความสามารถในการปรับสมดุลของแร่ธาตุแล ะน้ำในร่างกาย เพราะลูกกุ้งที่ เลี้ยงในน้ำเค็ม ปกติ ซึ่งมีปริมาณ แร่ธาตุมากเมื่ออยู่ในน้ำจืดนาน 30 นาที จะสามารถปรับตัวและอยู่รอดได้หรือไม่ โดยพบว่าลูกกุ้ง PL12 ตายน้อยกว่าลูกกุ้ง PL8 และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากลูกกุ้ง PL12 มีความสมบูรณ์ของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย ทำให้สามารถปรับตัว จากการเปลี่ยนแปลงความเค็ม และมีชีวิตรอดได้ การขนส่งลูกกุ้ง PL12 ในอัตราความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตร พบลูกกุ้งตายจำนวนมากกว่า 2,000 ตัวต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าการบรรจุลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ลูกกุ้งอ่อนแอ เนื่องจาก ลูกกุ้งจำนวนมากกว่า จำเป็นต้อง ใช้ออกซิเจนในปริมาณ มากจึงสรุปได้ว่าลูกกุ้ง PL12 มีความเหมาะสมต่อการนำไปปล่อยลงเลี้ยงได้ดีกว่าลูกกุ้ง PL8

Table 1 Percentage mortality of postlarvae in freshwater stress test.(n=30)

Transportation time (hour)	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
	PL8	PL12	PL8	PL12
2 hours	6.67±3.33 [a]	4.44±1.92 [a]	7.78±1.92 [a]	6.67±3.33 [a]
4 hours	8.89±6.94 [a]	6.67±3.33 [a]	13.33±3.33 [a]	6.67±3.33 [a]
6 hours	12.22±5.09 [a]	8.89±3.85 [a]	14.44±5.09 [a]	12.22±3.85 [a]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P>0.05)

ผลการศึกษาทดสอบความทนทานต่อความเครียดของลูกกุ้ง ระยะ PL8 และ PL12 ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม (Table 2) พบว่าอัตราการตายของลูกกุ้งทั้ง 2 ระยะเป็นในทิศทางเดียวกับการทดสอบความทนทานต่อความเครียดด้วยน้ำจืด โดยลูกกุ้ง PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตรระยะเวลาขนส่ง 2 ชั่วโมง มีความทนทานต่อความเครียดดีที่สุด คือมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

Table 2 Percentage mortality of postlarvae in 100 ppm formalin stress test. (n=30)

Transportation time (hour)	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
	PL8	PL12	PL8	PL12
2 hours	83.33±8.82[a]	21.11±1.92[a]	72.22±3.85[a]	36.67±3.33[a]
4 hours	88.89±8.39[a]	28.89±1.92[a]	78.89±12.62[a]	43.33±3.33[a]
6 hours	92.22±8.39[a]	37.78±5.09[a]	96.67±3.33[a]	44.44±6.94[a]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

ฟอร์มาลิน เป็นสารเคมี ที่สามารถฆ่าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่นโปรโตซัว และปรสิตภายนอกได้ฟอร์มาลินจะออกฤทธิ์ โดยทำการปรับเปลี่ยน โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน และกรดนิวคลีอิค ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์และจะเป็นพิษมากยิ่งขึ้น ในสภาพน้ำที่เป็นกรดอ่อน รวมทั้งทำให้ออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงอย่างฉับพลันด้วย โดยมีหลักว่าฟอร์มาลิน 5 มิลลิกรัมจะทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ 1 มิลลิกรัม ต้องสูญเสียไป (Hose and Lightner, 1980) ดังนั้นลูกกุ้ง PL8 ที่มีเหงือกไม่สมบูรณ์จึงไม่สามารถดึงเอาออกซิเจนในน้ำมาใช้ได้เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้มีอัตราการรอดที่ต่ำกว่าลูกกุ้ง PL12 ซึ่งมีเหงือกที่สมบูรณ์แล้ว จึงสามารถดึงเอาออกซิเจนในน้ำมาใช้ได้ดีกว่า(Table 2) แต่ในภาพรวมการทดสอบด้วยฟอร์มาลินในระดับความเข้มข้น100 พีพีเอ็มมีผลทำให้ลูกกุ้งขาวตาย ค่อนข้างมากหลังจากการขนส่ง แสดงว่าลูกกุ้งที่อยู่ในภาวะเครียดจากการขนส่งจะอ่อนแอมาก โดยเฉพาะลูกกุ้งที่มีขนาดเล็กกว่าเมื่อสัมผัสกับสารเคมีจะมีอัตราการตายสูงมาก ในขณะที่การทดสอบความเครียดในน้ำจืดมีความแตกต่างกันไม่มาก

จากการตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีชริมพ์ไบโอเทค พบว่าลูกกุ้ง PL8 เมื่อนำมาวัดความยาวเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 9.70 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ยของลูกกุ้งเท่ากับ 3.24 มิลลิกรัม และลูกกุ้ง PL12 เมื่อนำมาวัดความยาวเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.33 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ยของลูกกุ้งเท่ากับ 4.22 มิลลิกรัม ลูกกุ้งที่ผ่านเกณฑ์การตรวจเกิน 85 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ลูกกุ้ง PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร และ 3,000 ตัวต่อลิตร ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง (Table 3)

Table 3 Quality of postlarvae by Biotech method.

Transportation time (hour)	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
	Total score of PL8 (%)	Total score of PL12 (%)	Total score of PL8 (%)	Total score of PL12 (%)
2 hours	80±0.03[a]	85±0.03[a]	68.33±0.34[a]	85±0.83[a]
4 hours	76.66±0.04[a]	81.66±0.08[a]	66.66±0.10[a]	78.33±0.11[a]
6 hours	73.33±0.12[a]	81.66±0.03[a]	63.33±0.12[a]	73.33±0.03[a]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของลูกกุ้ง ระยะ PL8 และ PL12 พบว่าความสมบูรณ์ของตับและตับอ่อนรวมถึงปริมาณเม็ดไขมัน ของลูกกุ้งนั้น ขึ้นอยู่กับอาหารที่ลูกกุ้งได้รับ ถ้าลูกกุ้งกินอาหารดี ลำตัวจะอ้ว นยาว มีขนาดสม่ำเสมอ ลำตัวจะมีสีดำแดงหรือสีน้ำตาล แต่ถ้าลูกกุ้งกินอาหารไม่มีคุณภาพ ลูกกุ้งจะมีสีซีด ส่วนหัวและส่วนหางจะแหลม ตัวสั้น เมื่อนำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์อาจจะพบปรสิต เช่น *Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp., *Epistylis* sp. สังเกตได้ว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการขนส่งมากขึ้น คุณภาพลูกกุ้งก็ ลดลงด้วย

นอกจากนี้การขนส่งลูกกุ้งที่อัตราความหนาแน่นต่ำและระยะเวลาน้อย จะมีเปอร์เซนต์ความสมบูรณ์ของลักษณะภายนอกของลูกกุ้งมากกว่า กลุ่มที่ขนส่ง ด้วยอัตราความหนาแน่นสูงและระยะเวลาขนส่งนานเนื่องจาก ความหนาแน่นที่มากเกินไปทำให้กุ้งเกิดการกินกันเอง เห็นได้จากจำนวนลูกกุ้งที่รยางค์กุดกร่อน ไม่ครบสมบูรณ์จะพบมากขึ้นตามระยะเวลาขนส่งที่สูงขึ้น

จากผลการตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ (Table 4) พบว่าปริมาณวิบริโอทั้งในลูกกุ้ง PL8 และ PL12 มีปริมาณมากขึ้น ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของลูกกุ้งและความหนาแน่นที่แตกต่างกัน พ บว่าลูกกุ้ง PL8 ที่ความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตร มีปริมาณแบคทีเรีย น้อยที่สุด ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

Table 4 Total number of *Vibrio* spp. from 100 postlarvae by shrimp biotech method.

Transportation time (hour)	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
	Total *Vibrio*spp.of PL8 (colony)	Total *Vibrio*spp.of PL12 (colony)	Total *Vibrio*spp.of PL8 (colony)	Total *Vibrio*spp.of PL12 (colony)
2 hours	260±17.32[a]	953.33±429.11[a]	196.00±15.28[a]	1480.00±638.52[a]
4 hours	6133.33±1821.44[b]	1506.67±192.96[a]	7086.67±720.58[b]	1833.33±197.57[ab]
6 hours	13803.33±1458.92[c]	5236.67±761.21[b]	16803.33±2390.91[c]	2823.33±614.36[b]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

ปริมาณแบคทีเรีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิบริโอที่ให้โคโลนีสีเขียวเป็นแบคทีเรีย ก่อโรคที่สำคัญ ซึ่งโคโลนีที่พบในการทดลองนี้ส่วนใหญ่แล้วเป็นโคโลนีสีเหลือง 85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ก่อนที่จะมีการขนส่งเมื่อนำน้ำที่โรงเพาะฟักมาตรวจพบเพียง 37±46.17 โคโลนี แต่หลังจากการขนส่งพบว่า มีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทั้งในลูกกุ้ง ระยะ PL8 หรือ PL12 เนื่องจากอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญในการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรีย และปริมาณสิ่งขับถ่ายจากลูกกุ้งในระหว่างการขนส่งครั้งนี้ลูกกุ้งที่อยู่ในถุงได้รับ ความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เหมาะแก่การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย

ในส่วนของคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ ในถุงลูกกุ้งแต่ละความหนาแน่นอยู่ในช่วงที่กว้างมากคือ 6.2-12.53 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องมาจากปริมาณออกซิเจนที่บรรจุในแต่ละถุงมีปริมาณที่แตกต่างกัน จึงส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนในแต่ละถุงแตกต่างกัน แต่เมื่อเทียบกับปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นที่วัด ณ โรงเพาะฟักที่มีค่าเท่ากับ 13.2 mg/l หลังจากการขนส่งพบว่ามีปริมาณออกซิเจนลดลง ค่าพีเอชเริ่มต้น 8.5 ส่วนค่าแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ มีค่าเริ่มต้น ณ โรงเพาะฟักเท่ากับ 0 mg/l เนื่องจากเป็นน้ำที่เตรียมใหม่ก่อนการบรรจุลูกกุ้ง เมื่อเริ่มต้นขนส่งที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมงพบว่าลูกกุ้งทั้ง PL8 และ PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลิตรมีค่าพีเอชเลดลง จากค่าเริ่มต้น คืออยู่ในช่วง 7.39-8.37 ซึ่งที่ระยะการขนส่งที่ 4 และ 6 ชั่วโมงก็มีการลดลงของพีเอชเช่นเดียวกัน และพบว่าค่าแอมโมเนียรวมสูงสุดในลูกกุ้ง PL12 ที่ความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตร ขนส่งนาน 6 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.49 mg/l เพิ่มจากค่าแอมโมเนียรวมเริ่มต้นคือ 0 mg/l ส่วนค่าไนไตรท์พบว่าเพิ่มสูงสุดในลูกกุ้ง PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร ขนส่งนาน 6 ชั่วโมงและใกล้เคียงกับลูกกุ้ง PL12 ที่ความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลิตร ขนส่งนาน 6 ชั่วโมงคือ 0.211 mg/l และ 0.219 mg/l ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Water quality parameter after transportation of postlarvae at different times.

Parameter	Hour	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
		PL8	PL12	PL8	PL12
DO (mg/l)	2	12.53±0.58[a]	8.40±0.10[b]	11.47±0.45[a]	8.03±0.12[a]
	4	11.83±1[a]	9.43±0.35[b]	11.13±0.47[a]	8.83±0.15[a]
	6	12.30±0.79[a]	10.9±0.8[a]	11.63±0.51[a]	6.2±1.11[b]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

Parameter	Hour	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
		PL8	PL12	PL8	PL12
pH	2	8.37±0.32[a]	8.3±0.17[a]	8.37±0.12[a]	8.2±0.05[a]
	4	8.40±0.1[a]	8.04±0.1[b]	8.43±0.06[b]	7.68±0.09[b]
	6	7.39±0.12[b]	7.76±0.01[b]	7.47±0.06[b]	7.86±0.12[b]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

Parameter	Hour	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
		PL8	PL12	PL8	PL12
TAN (mg/l)	2	0.04±0.01[a]	0.04±0.02[a]	0.05±0.11[a]	0.06±0.11[a]
	4	0.26±0.13[b]	0.34±0.06[b]	0.33±0.04[b]	0.37±0.03[b]
	6	0.37±0.04[b]	0.47±0.04[c]	0.48±0.07[b]	0.49±0.06[c]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

Parameter	Hour	2,000 PLs/liter		3,000 PLs/liter	
		PL8	PL12	PL8	PL12
NO_2^- (mg/l)	2	0.009±0.008[a]	0.018±0.008[a]	0.009±0.008[a]	0.028±0.005[a]
	4	0.012±0.003[a]	0.198±0.004[b]	0.017±0.007[a]	0.200±0.004[b]
	6	0.021±0.004[a]	0.211±0.015[b]	0.035±0.02[a]	0.219±0.012[c]

Mean values with different letters in the same column were statistically significantly different (P<0.05)

PL=Postlarvae TAN=Total ammonia nitrogen

การศึกษาครั้งนี้ หลังจากการขนส่งลูกกุ้ง พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะ และเพียงพอ และค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการขนส่ง ความหนาแน่น และขนาดของลูกกุ้ง แต่ อยู่ในช่วงที่ไม่ถือว่าเป็นอันตรายต่อลูกกุ้ง เนื่องจากในระหว่างการขนส่งลูกกุ้งจะเครียดมากกว่าในภาวะปกติ จะมีการหายใจที่มากขึ้น และขับถ่าย ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมีพีเอชลดล ง ส่วนค่าแอมโมเนียรวมและไนไตรท์มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากแอมโมเนีย รวมที่เพิ่มขึ้นนั้นอาจมาจากของเสียที่ลูก กุ้งขับถ่ายออกมาในระหว่างการขนส่ง ยิ่งความหนาแน่นมาก และขนาดของลูกกุ้งที่ใหญ่ขึ้น ก็ส่งผลให้ค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่อยู่ในระดับที่ต่ำมากน่าจะมาจากการที่มีระดับออกซิเจนสะสมในน้ำสูงมาก แอมโมเนียจึงเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์บางส่วน ทำให้ปริมาณแอมโมเนียที่คงเหลืออยู่จึงอยู่ในระดับที่ต่ำมาก แอมโมเนียที่พบอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูป 2 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และแอมโมเนีย มไอออน (NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (Armstrong *et al*., 1978) แอมโมเนียทั้งสองรูปแบบนี้จะ สามารถเปลี่ยนรูป ($NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+$)

ตามการขึ้นลงของพีเอช และอุณหภูมิ น้ำ (Bower and Bidwell, 1978) ซึ่งมีรายงานถึงความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0.45 mg/l จะทำให้การเจริญเติบโต ของกุ้งกุลาดำลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (Kungwankij and Chen, 1986) สังเกตได้ว่าหลังจากการขนส่งลูกกุ้ง พบว่าคุณภาพน้ำ โดยรวมเมื่อนำมาว่าค่าพ ารามิเตอร์ต่างๆ มีค่าที่เปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับคุณภาพน้ำก่อนเริ่มการขนส่ง ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เสื่อม ลง ทำให้ลูกกุ้งเกิดความเครียดระหว่างการขนส่ง ส่งผลให้ลูกกุ้งอ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย จากค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้แสดงให้เห็นว่า หากนำลูกกุ้งไปเลี้ยงต่อก็ไม่ได้ทำความเสียหายมาก ซึ่งก่อนปล่อยลูกกุ้งลงบ่อ ควรจะมีการคัดเลือกลูกกุ้งที่อ่อนแอออกโดยใช้ฟอร์มาลินความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) แช่นาน 30 นาที จะช่วยลดปัญหาต่างๆ ได้มากในระหว่างการเลี้ยง เช่น ไวรัสดวงขาว *Zoothamnium* sp. และแบคทีเรียที่ติดมากับตัวของลูกกุ้งจะถูกกำจัดออกไปด้วย

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าขนาดของลูกกุ้ง (PL) อัตราความหนาแน่น และระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีผลต่ออัตราการรอดตายในระหว่างการขนส่ง โดย ลูกกุ้งระยะ PL12 ที่ความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลิตร ใช้ระยะเวลาขนส่ง 2 ชั่วโมง มีคุณภาพดีที่สุดเมื่อทำการตรวจสอบตามวิธีของ วิธีชริมพ์ไบโอเทค และพบ อัตราการตายน้อยที่สุดเมื่อผ่านการทดสอบความเครียดโดยแช่ลูกกุ้งในน้ำจืดเป็นเวลา 30 นาที หรือการแช่ในฟอร์มาลิน 100 พีพีเอ็มเป็นเวลา 120 นาที

เอกสารอ้างอิง

กรรณวิท รุจิรวัฒน์ และคำรณ ไวยครุฑา. 2546. การตรวจคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธี “ไบโอเทคแลป” หน้า 271-280.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทร์รัชชกุล. 2547. **อุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย**. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัทเมจิคพับบลิเคชั่น จำกัด.

ทิพย์ภาพร หล่อสิงห์คำ. 2554. **การประเมินประสิทธิภาพของสารไอโซยูจินิลเพื่อใช้เป็นยาสลบสำหรับกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2537. สหสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรคุณภาพน้ำกับข้อมูลการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาในเขตอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. **เอกสารวิชาการ** ฉบับที่ 10/2534. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 11 น.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. **หลักการวางแผนการทดลอง**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 350น.

APHA, AWWA and AWCA. 1995. Standard Methods for Examination Water and Wastewater. 20th ed. United Book Press, Maryland.

Armstrong, D. A., D. Chippendale, A. W. Knight, and J. E. Colt. 1978. Interaction of ionized and unionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Biological Bulletin 154: 15-31.

Bower, C. E. and J. P. Bidwell. 1978. Ionization of ammonia in seawater – effect of temperature, pH, and salinity. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 1012-1016.

Harris, L. J. and L. Owens. 1999. Productions of exotoxins by two luminous *Vibrio harveyi* strains known to be primary pathogens of *Penaeus monodon* larvae. Diseases of Aquatic Organisms, 38: 11-22

Hose, J.E. D.V. Lightner. 1980. Absence of formaldehyde residues in penaeid shrimp exposed to formalin. **Aquaculture** 21: 197-201.

Kungwankij, P. and T.E. Chen. 1986. Shrimp Culture Design Operation and Management. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Network of Aquculture Center. **In Asia (NACA), Region Lead Center in Philippines (RLCP).** Lioilo, Philippines. 178 p

Lin, Y.-C.and J.-C. Chen. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juviniles at different salinity levels. **Aquaculture** 224: 193-201.

Strickland, J. D. H. and T. R. Parson. 1972. A Practical Hand-book of Seawater Analysis. 2nd ed., Bull. Fish. Res. Bd. Can. No. 167, 310 pp.

Subasinghe, S. 1997. Live fish-handling and transportation. **INFOFISH Intern.** 2/39 – 43.