

## ผลของระดับออกซิเจน แอมโมเนีย และ พีเอช

### ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม

#### Effects of Dissolved Oxygen, Ammonia and pH levels

#### on feed intake of *Litopenaeus vannamei*

ทัศนีย์ นลวชัย<sup>1</sup>, วัชรียา ภูริวิโรจน์กุล<sup>2</sup>, นิตี ชูเชิด<sup>1</sup>, เกศินี หลายสุทิสสาร<sup>1</sup> และ ชลล ลิมสุวรรณ<sup>1</sup>

Thasane Nonwachai<sup>1</sup>, Watchariya Purivirojkul<sup>2</sup>, Niti Chuchird<sup>1</sup>, Kesinee Laisutisan<sup>1</sup> and Chalor Limsuwan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กทม.10900

<sup>2</sup> ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

### บทคัดย่อ

การทดลองผลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) (7 กรัม) ในตู้ทดลองขนาดความจุ 100 ลิตร (ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิ  $28 \pm 1$  °C) พบว่ากุ้งชุดการทดลองที่เลี้ยงในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) มีอาหารเหลือหลังจากให้อาหาร 30 นาทีมากที่สุด ( $73.31 \pm 3.65$  เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับกุ้งชุดการทดลองที่ควบคุม DO ให้อยู่ระหว่าง 2-4 พีพีเอ็มเท่ากับ  $13.22 \pm 5.67$  เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่มีค่า DO มากกว่า 4 พีพีเอ็มเท่ากับ  $2.60 \pm 3.31$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อทำการทดลองผลของระดับออกซิเจน ร่วมกับการควบคุมปริมาณแอมโมเนียรวมให้ได้ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าพีเอช 7.5 และ 8.5 ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม พบว่ากุ้งชุดการทดลองที่ควบคุม DO ต่ำกว่า 2 พีพีเอ็มที่พีเอช 8.5 มีอาหารเหลือหลังจากให้อาหาร 30 นาทีมากที่สุด ( $73.38 \pm 1.90$  เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับกุ้งชุดการทดลองที่ควบคุม DO ต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม ที่พีเอช 7.5 ( $73.09 \pm 1.44$  เปอร์เซ็นต์) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกุ้งในชุดการทดลองที่ควบคุม DO ให้อยู่ระหว่าง 2-4 และมากกว่า 4 พีพีเอ็ม ทั้งพีเอช 7.5 และ 8.5 การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีผลต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม

**คำสำคัญ:** ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แอมโมเนีย พีเอช การกินอาหาร กุ้งขาวแวนนาไม

### Abstract

Effects of the different concentrations of dissolved oxygen on feed intake of *Litopenaeus vannamei* (7 g) were placed in 100-liter aquaria (salinity 25 parts per thousand,  $28 \pm 1$  °C) were studied. Shrimp in the group that dissolved oxygen (DO) less than 2 mg/l (ppm) had highest leftover feed after 30 minutes of feeding  $73.31 \pm 3.65\%$  which was statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) from DO 2-4 ppm of  $13.22 \pm 5.67\%$  and higher than 4 ppm of  $2.60 \pm 3.31\%$  respectively. Effects of DO and total ammonia maintained at 3 ppm at pH levels of 7.5 and 8.5 on feed intake of

*L. vannamei* were studied. Shrimp in DO less than 2 ppm at pH 8.5 had highest leftover feed after 30 minutes of feeding ( $73.38 \pm 1.90\%$ ) with no statistically significant difference in DO less than 2 ppm at pH 7.5 ( $73.09 \pm 1.44\%$ ) but significantly different in DO 2-4 ppm and higher than 4 ppm at both pH levels 7.5 and 8.5. This study indicated that dissolved oxygen had more effects on feed intake of *Litopenaeus vannamei* than ammonia and pH levels of 7.5-8.5.

**Key words:** Dissolved Oxygen, Ammonia, pH, feed intake, *Litopenaeus vannamei*

## คำนำ

ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ให้ประสบความสำเร็จนอกจากจะต้องใช้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพดีซึ่งถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากแล้ว การจัดการในระหว่างการเลี้ยงได้แก่ การควบคุมคุณสมบัติของน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยคุณสมบัติของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่เหลือจากการกินอาหารของกุ้ง (Limsuwan, 2000) เนื่องจากในอาหารกุ้งมีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 35-50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแหล่งของสารอินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง (Peter, 1999) คุณสมบัติของน้ำบางช่วงเวลาอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยเฉพาะในบ่อที่มีปริมาณกุ้งอย่างหนาแน่น แต่มีจำนวนเครื่องให้อากาศจำกัด ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในตอนกลางคืนถึงเช้ามีอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม) ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ซึ่งมักจะพบในช่วงท้าย ๆ ของการเลี้ยง (Boyd, 1982; Limsuwan and Chanratchakool, 2004) เนื่องจากระดับออกซิเจนที่ต่ำมีผลต่อการกินอาหารของกุ้งและการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ โดยเฉพาะในกระบวนการเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์และต่อไปเป็นไนเตรทจะต้องมีออกซิเจนเพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงท้าย ๆ ของการเลี้ยงดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผลของแอมโมเนียต่อกุ้งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในรูปของความเป็นพิษเฉียบพลัน (Lin and Chen, 2001) นอกจากนั้นความเป็นพิษของแอมโมเนียยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) ซึ่งที่พีเอชสูงแอมโมเนียจะอยู่ในรูปของ unionized ( $\text{NH}_3$ ) จะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมาก (Whiffeld, 1974) ตามปกติในบ่อเลี้ยงกุ้งบ่อยครั้งเมื่อมีระดับแอมโมเนียสูงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะค่อนข้างต่ำแต่การศึกษาผลของแอมโมเนียร่วมกับระดับออกซิเจนต่อกุ้งยังมีน้อยมาก ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการทราบผลของระดับออกซิเจนเพียงอย่างเดียวต่อพฤติกรรมและระยะเวลาในการกินอาหารและปริมาณออกซิเจนร่วมกับปริมาณแอมโมเนียในช่วงที่พีเอชแตกต่างกันต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการควบคุมการให้อาหารให้เหมาะสม จะทำให้สามารถลดต้นทุนค่าอาหารรวมทั้งไม่ทำให้คุณสมบัติของน้ำเสื่อมลงจากการให้อาหารมากเกินไปส่งผลให้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมประสบความสำเร็จมากขึ้นต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. ผลของระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อการกินอาหารของกึ่งชาวแวนนาไม

นำกึ่งชาวแวนนาไมขนาดเฉลี่ย 7 กรัม จากฟาร์มเลี้ยงของเอกชนมาปรับสภาพในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ในระดับ มากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีพีเอ็ม)

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม

ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม

โดยแต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ตู้ทดลอง ขนาดความจุ 100 ลิตร ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน (พีพีที) ที่อุณหภูมิ  $28 \pm 1$  °C ควบคุมพีเอชให้อยู่ในระดับ  $7.50 \pm 0.3$  ควบคุมระดับออกซิเจนโดยปรับเพิ่มและลดปริมาณออกซิเจนจากവാൾควบคุมที่ต่อเข้ากับระบบให้อากาศหลักภายในศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นตรวจเช็คปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้เครื่อง YSIDO200-4M ทุกชุดการทดลองใส่กุ้งตัวละ 10 ตัว

#### การให้อาหาร

สำหรับกึ่งชาวแวนนาไมขนาดน้ำหนัก 7 กรัม ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป 3.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวแบ่งให้อาหารจำนวน 3 มื้อ มื้อละ 1.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่ช่วงเวลาที่สังเกตพฤติกรรมการกินอาหารจะทำในช่วงเวลาประมาณ 13.00 น. เพราะเนื่องจากในช่วงเวลาตอนเย็นจนกระทั่งเช้าวันรุ่งขึ้นทุกชุดการทดลองมีการเปิดเครื่องให้อากาศอย่างเต็มที่ให้กับกุ้งเพราะในชุดการทดลองที่ต้องการควบคุมระดับออกซิเจนในระดับต่ำถ้าลดปริมาณออกซิเจนให้ต่ำติดต่อกันตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลองกุ้งอาจจะตายได้ ตั้งแต่ตอนเช้าถึงประมาณเที่ยงวันจะเริ่มควบคุมระดับออกซิเจนให้อยู่ในช่วงที่ต้องการในแต่ละชุดการทดลองจึงเริ่มการทดลอง ปริมาณอาหารที่ให้ต่อเมื่อเมื่อซึ่งปริมาณอาหารแล้วทำการนับจำนวนเม็ดอาหารและจดบันทึกจำนวนเม็ดอาหารไว้ จากนั้นเมื่อให้อาหารกุ้งสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งและจดบันทึกจำนวนเม็ดอาหารที่เหลือหลังจากให้อาหาร 15, 30, 45 และ 60 นาทีตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลที่จดบันทึกได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์อาหารเหลือต่อไป

### 2. ผลของระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แอมโมเนียและพีเอช ต่อการกินอาหารของกึ่งชาวแวนนาไม

ทดลองโดยใช้กึ่งชาวแวนนาไมขนาดเฉลี่ย 7 กรัม วิธีปรับสภาพเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 1 แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ตู้ ใส่กุ้ง 10 ตัวต่อตู้ โดยทำการทดลองในตู้กระจกที่บรรจุน้ำความเค็ม 25 พีพีที ปริมาตร 100 ลิตร มีเครื่องให้อากาศ ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและพีเอชให้อยู่ในระดับต่าง ๆ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ในระดับ มากกว่า 4 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 7.5
- ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ในระดับ มากกว่า 4 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 8.5
- ชุดการทดลองที่ 3 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ระหว่าง 2-3 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 7.5
- ชุดการทดลองที่ 4 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ระหว่าง 2-3 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 8.5
- ชุดการทดลองที่ 5 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 7.5
- ชุดการทดลองที่ 6 ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อยู่ต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม ที่ระดับพีเอช 8.5
- การปรับค่าพีเอชของน้ำ

- การลดพีเอชใช้ 0.5 M กรดบอริก ( $H_3BO_3$ )
- การเพิ่มพีเอชใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์  $Ca(OH)_2$  หรือปูนขาว โดยละลายปูนขาวในถังไฟเบอร์กลาส จนกระทั่งอิมตัวจนตกตะกอน นำเฉพาะน้ำส่วนที่ใสมาใช้เติมสารละลายที่เตรียมจนได้ระดับโดยปรับให้พีเอชมีค่าสูงขึ้นจนกว่าจะถึงระดับที่ต้องการทดลอง ทุกชุดการทดลองปรับแอมโมเนียรวมให้อยู่ในระดับ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมสารละลายโดยใช้แอมโมเนียมคลอไรด์ ( $NH_4Cl$ ) ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 38.2 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ammonia-N และทำให้เจือจางด้วยน้ำทะเลที่เตรียมไว้สำหรับทดลองให้ได้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ตามที่ต้องการโดยใช้สูตร

$$(N_1V_1) \text{ stock solution} = (N_2V_2) \text{ dilution}$$

$N$  = ความเข้มข้นของสารละลาย (mg/l ammonia-N)

$V$  = ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยเป็นมิลลิลิตร)

ปรับปริมาณแอมโมเนียโดยเติมสารละลายที่เตรียมไว้ จนกระทั่งวันที่ 7 แอมโมเนียรวมในทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อลิตรการให้อาหารเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 1 จดบันทึกจำนวนเม็ดอาหารที่ให้หลังจากซึ่งน้ำหนักรอาหารแล้ว เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์อาหารที่เหลือหลังจากให้อาหาร 15, 30, 45 และ 60 นาที

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. ผลของระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม

จากการทดลองพบว่าถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม กุ้งจะกินอาหารหมดภายในเวลา 45 นาที แต่จะช้ากว่าในชุดการทดลองที่มีปริมาณออกซิเจนสูงกว่า (มากกว่า 4 พีพีเอ็ม) ส่วนในชุดการทดลองที่ออกซิเจนต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม กุ้งจะกินอาหารน้อยและช้ากว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และกินไม่หมด ภายในเวลา 60 นาที (Table 1) ตามปกติในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโอกาสที่ในบ่อเลี้ยงจะมีระดับออกซิเจนต่ำกว่า 2 พีพีเอ็มมีเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในบ่อที่มีกุ้งอย่างหนาแน่นมากและจำนวนเครื่องให้อากาศไม่เพียงพอ ในช่วงท้าย ๆ ของการเลี้ยงเวลาการคืนจนถึงเช้ามืด และส่วนใหญ่จะมีกุ้งบางส่วนที่อ่อนแอในบ่อจะมีกุ้งที่มีสุขภาพแข็งแรงแตกต่างกันมาก แต่ในการทดลองครั้งนี้ใช้เฉพาะกุ้งที่มีสุขภาพแข็งแรงมาทำ

การทดลองในน้ำที่สะอาดมาก เมื่อออกซิเจนค่อย ๆ ปรับลดลงมา กุ้งก็สามารถปรับตัวได้ในระดับหนึ่งและยังคงกินอาหารได้ใกล้เคียงกับระดับปกติ แต่ในชุดการทดลองที่ออกซิเจนต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม การกินอาหารลดลงชัดเจนมากกว่าชุดการทดลองที่ระดับออกซิเจนอยู่ระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม ซึ่งในบ่อเลี้ยงจริงปริมาณออกซิเจนระดับต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม กุ้งนอกจากจะกินอาหารช้าและลดลงมากแล้ว อาจมีกุ้งบางส่วนป่วยหรือทยอยตายได้

**Table 1** Feed intake of *L. vannamei* at three different dissolved oxygen concentrations.

Treatment	Dissolve Oxygen (ppm)	Percent leftover feed (minutes)			
		15	30	45	60
1	>4	21.03 ± 5.43 <sup>a</sup>	2.60 ± 3.31 <sup>a</sup>	0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0 ± 0.00 <sup>a</sup>
2	2-4	56.10 ± 6.03 <sup>b</sup>	13.22 ± 5.67 <sup>b</sup>	0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0 ± 0.00 <sup>a</sup>
3	<2	84.28 ± 6.00 <sup>c</sup>	73.31 ± 3.65 <sup>c</sup>	59.27 ± 5.04 <sup>b</sup>	45.27 ± 7.80 <sup>b</sup>

N.B. Values in the same column followed by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

## 2. ผลของระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แอมโมเนียและพีเอช ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม

จากการทดลองผลของระดับออกซิเจนที่แตกต่างกันในน้ำที่มีแอมโมเนียรวมในระดับที่สูงประมาณ 3 พีพีเอ็มและมีพีเอชระหว่าง 7.5-8.5 ในห้องปฏิบัติการ พบว่าหลังจากให้อาหาร 45 นาที กุ้งในชุดการทดลองที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า 4 พีพีเอ็ม และชุดการทดลองที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม ที่พีเอช 7.5 และ 8.5 มีปริมาณอาหารเหลือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ในชุดการทดลองที่ออกซิเจนต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม กุ้งจะกินอาหารน้อยและช้ากว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และกินไม่หมดภายในเวลา 60 นาที (Table 2) โดยกุ้งบางตัวจะว่ายน้ำวนอยู่บริเวณผิวน้ำ บางตัวอยู่นิ่ง ๆ บริเวณพื้นตู้ทดลอง และกุ้งที่กินอาหารจะนำอาหารขึ้นไปกินที่บริเวณผิวน้ำ (Figure 1) ในทุกระดับของออกซิเจนกุ้งจะกินอาหารลดลงในชุดการทดลองที่มีพีเอชสูง แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ที่ระดับออกซิเจนเดียวกัน การที่มีพีเอชสูงขึ้น แอมโมเนียจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่เป็นพิษมากขึ้น คือ  $\text{NH}_3$  (Losordo *et al.*, 1992; Masser *et al.*, 1992) เช่น ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนียที่อยู่ในรูปที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ที่ระดับพีเอช 7.4 มีค่าเท่ากับ 1.73 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่พีเอช 8.4 จะมีปริมาณสูงถึง 14.95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำมาเปรียบกันพบว่าที่พีเอช 8.4 มีค่าแอมโมเนียที่เป็นพิษมากกว่าพีเอช 7.4 ถึง 8 เท่า ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเท่ากัน แอมโมเนียที่เป็นพิษขึ้นกับปริมาณ ammonia-N, พีเอช, ความเค็มและอุณหภูมิ (Warren, 1962; Trussell, 1972; Skarheim, 1973; Whifield, 1974; Emerson *et al.*, 1975; Armstrong *et al.*, 1978; Bower and Bidwell, 1978; Chen and Sheu, 1990) นอกจากนี้ปริมาณแอมโมเนียส่งผลต่อระบบภูมิคุ้มกันในกุ้งขาวแวนนาไมด้วย (Liu and Chen, 2004) กุ้งขาวแวนนาไมเมื่ออยู่ในน้ำที่มีปริมาณ

ammonia-N มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลามากกว่า 12 ชั่วโมงสามารถทำให้กุ้งตายได้ (Frias-Espericueta *et al.*, 1999; Lin and Chen, 2001) ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งในช่วงท้ายของการเลี้ยงปริมาณของเสียและสารอินทรีย์มากขึ้นส่งผลให้มีแอมโมเนียจำนวนมากเนื่องจากการย่อยสลายของเศษอาหารที่เหลือและแพลงก์ตอนที่ตายเศษซากพืชซากสัตว์ ดังนั้นเกษตรกรควรควบคุมระดับพีเอชไม่ให้สูงมาก โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำมากขึ้น หรืออาจจะควบคุมปริมาณแอมโมเนียไม่ให้สูงเกินไปโดยการเติมจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียที่สามารถนำแอมโมเนียไปใช้ ในขณะที่เดียวกันแบคทีเรียในชุดการทดลองนี้ต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อการเผาผลาญและสร้างพลังงาน ถ้าในน้ำขาดออกซิเจนหรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่เพียงพอจะทำให้แอมโมเนียเปลี่ยนเป็นไนไตรท์และไนเตรทไม่สมบูรณ์ ดังนั้นควรจะมีเครื่องให้อากาศในช่วงท้าย ๆ อย่างเพียงพอด้วย เพื่อช่วยให้กระบวนการเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนเตรทเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งไนเตรทไม่เป็นพิษต่อกุ้ง (Limsuwan and Chanratchakool, 2004)

**Table 2** Feed intake of *L. vannamei* at three different dissolved oxygen concentrations and two pH levels under ammonia 3 ppm.

Treatment	Dissolved oxygen (ppm)	pH	Percent leftover feed (minutes)			
			15	30	45	60
1	> 4	7.5	21.49±0.95 <sup>a</sup>	2.05±1.49 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>
2	>4	8.5	21.69±1.90 <sup>a</sup>	2.84±2.15 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>
3	2-4	7.5	54.09±1.99 <sup>b</sup>	13.12±1.47 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>
4	2-4	8.5	54.52±1.88 <sup>b</sup>	13.51±1.79 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>a</sup>
5	< 2	7.5	83.27±1.78 <sup>c</sup>	73.09±1.44 <sup>c</sup>	54.50±1.24 <sup>b</sup>	43.90±1.35 <sup>b</sup>
6	<2	8.5	83.75±1.96 <sup>c</sup>	73.38±1.90 <sup>c</sup>	54.67±0.85 <sup>b</sup>	43.92±1.37 <sup>b</sup>

N.B. Values in the same column followed by different letters are significantly different ( $p < 0.05$ )

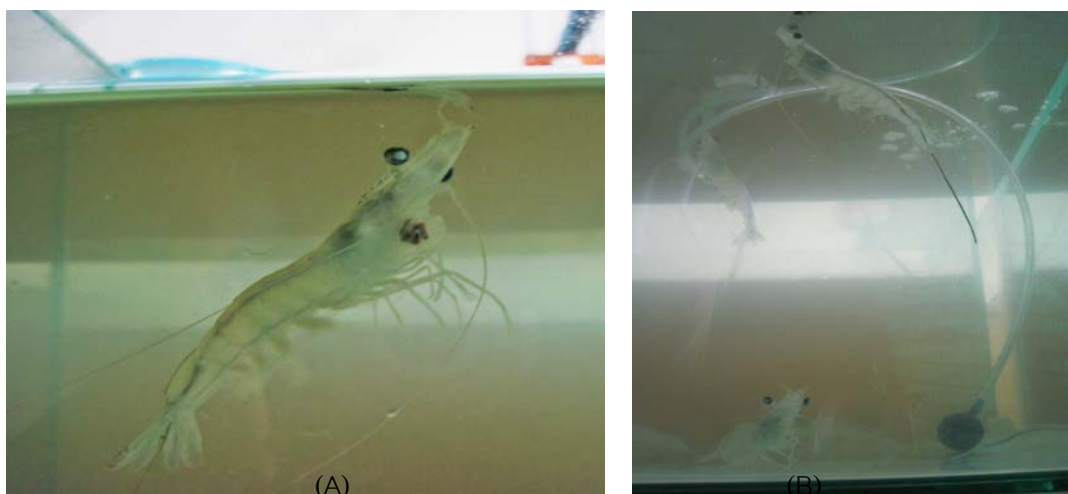


Figure1 Behavior of shrimp under low oxygen concentrations.

(A) Shrimp swim to the surface to catch the feed.

(B) Shrimp swim around water surface and some shrimp become motionless.

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของระดับออกซิเจน ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไมในห้องปฏิบัติการพบว่า กุ้งที่เลี้ยงภายใต้ระดับออกซิเจนที่สูงกว่า 4 พีพีเอ็ม จะมีเปอร์เซ็นต์อาหารเหลือน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งในกลุ่มที่เลี้ยงภายใต้ระดับออกซิเจนระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม และต่ำกว่า 2 พีพีเอ็มตามลำดับ ในส่วนของการศึกษาผลของระดับออกซิเจน แอมโมเนีย และ พีเอช ต่อการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไมในห้องปฏิบัติการพบว่า กุ้งที่เลี้ยงภายใต้ระดับออกซิเจนที่สูงกว่า 4 พีพีเอ็มและควบคุมพีเอชที่ 7.5 จะมีเปอร์เซ็นต์อาหารเหลือน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งที่เลี้ยงภายใต้ระดับออกซิเจนระหว่าง 2-4 พีพีเอ็ม และต่ำกว่า 2 พีพีเอ็มทั้งสองระดับพีเอช (พีเอช 7.5 และ 8.5) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) กับกุ้งที่เลี้ยงภายใต้ระดับออกซิเจนที่สูงกว่า 4 พีพีเอ็มและควบคุมพีเอชที่ 8.5

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนมีความสำคัญอย่างมากในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยเฉพาะถ้าต้องเลี้ยงอย่างหนาแน่น ซึ่งระดับออกซิเจนที่สูงตลอดเวลาจะส่งผลต่อการกินอาหารของกุ้ง ทำให้กุ้งกินอาหารได้ดี และไม่มีปริมาณอาหารเหลือตกค้างภายในบ่อซึ่งจะมีผลในการเพิ่มสารอินทรีย์ให้กับน้ำ ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งควรจะให้ความสนใจในการควบคุมระดับออกซิเจนให้อยู่ในระดับที่สูงและเหมาะสมตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้การเลี้ยงกุ้งประสบความสำเร็จตามเป้าหมายในการเลี้ยงกุ้งควรมีการควบคุมระดับออกซิเจนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตลอดการเลี้ยงโดยเฉพาะช่วงท้ายของการเลี้ยงจะมีปริมาณของเสียสะสมเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นเกษตรกรควรมีการควบคุมการให้อาหาร และควบคุมระดับพีเอชไม่ให้สูงมากเกินไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณจิวรี่ฟาร์ม อำเภอ นายายอาม จังหวัดจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างกุ้งในการศึกษาครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Limsuwan, C. 2000. Thai Shrimp. 2000. Charoerat Publication Co.,Ltd., Bangkok. 260 p.
- Limsuwan, C. and P. Chanratchakool. 2004. Shrimp Industry of Thailand. Magic Publication Co., Ltd., Bangkok. 206 p.
- Armstrong, D.A., D. Chipendale, D.W. Knight and J.E. Colt. 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Biological Bulletin 154,15-31.
- Boyd, C.E. 1982. Water Quality in Management for Fish Pond Culture. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Netherlands. 318 p.
- Bower, C.E. and J.P. Bidwell. 1978. Ionization of ammonia in Seawater. effects of temperature, pH and salinity. J. Fish. Res. Board Can. 35:1012-1016.
- Chen, J.C. and S.C. Lei. 1990. Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. J. World Aquac. Soc. 21,300-306.
- Chen, J.C. and T.S. Sheu. 1990. Effect of ammonia at different pH on *Penaeus japonicus* larvae. pp. 61-64 In R. Hirano and I. Hanyu editors. The Second Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Emerson, K., R.L. Russo and R.V. Thurston. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effects of pH and temperature. J. Fish. Res. Board Can. 32, 2379-2388.
- Frias-Espicueta, M.G., M. Harfush-Melendez, J.I. Osuna-López and F. Páez-Osuna. 1999. Acute toxicity of ammonia to juvenile *Penaeus vannamei* Boone. Bull. Envir. Cont. and Tox. 62,646-652.
- Lin, Y.C. and J.C. Chen. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 259:109-119.
- Liu C.H. and J.C. Chen. 2004. Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. Fish Shellfish Immunol. 16:321-334.



- Losordo, T.M., M.P.Masser and J. Rakocy. 1992. Recirculating aquaculture tank production systems. A overview of critical conservations. Southern Regional Aquaculture Centre Publication no: 45. Stoneville, MS, 6 pp.
- Masser, M.P., J. Rakocy and T.M. Losordo. 1992. Recirculating aquaculture tank production system. Management of recirculating systems. Southern Regional Center Publication no: 452 Stoneville, MS, 12 pp.
- Peter, V.W. 1999. Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems.pp.125-139. In Farming Marine Shrimp in Recirculation Freshwater Systems.Florida Department of Agriculture and Consumer Service.
- Skarheim, H.P. 1973. Tables of the fraction of ammonia in the undissociated form for pH 6 to 9, temperature 0 to 30 °C.TDS 0 to 3.000 mg/l and salinity 5 to 35 g/kg.Sanitary Engineering. Research Laboratory, University of California,Berkeley, Report 75-5,33pp
- Trussell, R.P. 1972. The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperatures.J. Fish. Res. Board Can.29:1505-1507.
- Warren, K.S. 1962. Ammonia toxicity and pH. Nature 195: 47-49.
- Whifield, M. 1974. The hydrolysis of ammonium ions in sea water- a theoretical study.J. Mar. Biol. Ass. U. K. 54: 565-580.