KHON KAEN AGR. J. 48 (3): 661-672 (2020)./doi:10.14456/kaj.2020.61.

ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำโดยการคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำในการอนุบาลกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)

Efficiency of water treatment with black plastic sheeting for nursing of Giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)

ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์[1*]

Pattama Wiriyapattanasub[1*]

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของการบำบัดน้ำโดยการคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำเพื่อนำไปใช้การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยแบ่งเป็นชุดการทดลองที่ 1 ที่ใช้น้ำทะเลความเค็ม 15 ppt เติมคลอรีนผงที่ความเข้มข้น 30 ppm เป็นชุดควบคุม (WC) และชุดการทดลองที่ 2 ที่ใช้น้ำทะเลความเค็ม 15 ppt คลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ (WP) หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งสองชุดทดลองตามระยะเวลาที่ 0 (เริ่มการทดลอง), 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96,120, 144 และ 168 ชั่วโมง ผลการศึกษา พบว่า ในกลุ่ม WC ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึง 72 นั้น ไม่พบปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณ *Vibrio* ในน้ำ จนกระทั่งในชั่วโมงที่ 96 จึงเริ่มพบปริมาณแบคทีเรียรวม ($3.85\pm2.82x10^2$ CFU/ml) จนกระทั่งมีปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 168 คือ $52.80\pm17.22x10^2$ CFU/ml ส่วนปริมาณ *Vibrio* เริ่มพบในชั่วโมงที่ 96 ($2.90\pm3.95x10^2$ CFU/ml) และมีปริมาณสูงสุดที่ 168 ชั่วโมงหลังจากเริ่มทำการทดลอง คือ $12.85\pm9.55x10^2$ CFU/ml ในขณะที่กลุ่ม WP ในชั่วโมงที่ 0 มีปริมาณแบคทีเรียรวมสูงสุด คือ $47.47\pm8.06x10^2$ CFU/ml และลดลงต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 120 ที่พบเพียง $0.10\pm0.05x10^2$ CFU/ml ส่วนปริมาณ *Vibrio* ในน้ำพบสูงสุดในชั่วโมงที่ 0 คือ $9.27\pm1.45x10^2$ CFU/ml จนกระทั่งครบชั่วโมงที่ 96 ของการทดลองและระยะเวลาหลังจากนั้นไม่พบปริมาณ *Vibrio* ในน้ำตัวอย่าง ส่วนคุณภาพน้ำของทั้งสองชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จากผลการทดลองที่ 1 จะเห็นได้ว่าน้ำที่ได้จากการบำบัดในกลุ่ม WP อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการอนุบาลกุ้งก้ามกราม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม WP ที่มีการพักน้ำไว้ที่ 120 ชั่วโมง สำหรับการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และคุณภาพลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยแบ่งเป็นชุดการทดลองที่ 1 น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยคลอรีนเข้มข้น 30 ppm พักน้ำไว้เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง (WC-M) และชุดการทดลองที่ 2 น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยการคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ และพักน้ำไว้เป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง (WP-M) ปล่อยลูกกุ้งระยะนอเพียสลงในถังไฟเบอร์กลาสที่ภายในบรรจุน้ำ 200 ลิตร ในอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร (ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ) พบว่า ลูกกุ้งทั้งสองชุดการทดลองเข้าสู่ระยะโพสลาวาร์ ในวันที่ 30 ของการอนุบาล โดยลูกกุ้งในกลุ่ม WC-M มีอัตราการรอดตายและเข้าสู่ระยะโพสลาร์วา (อัตราการคว่ำ) ของกุ้ง คือ 43.33 และ 39.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่ม WP-M มีอัตราการรอดตายและอัตราการคว่ำ ของกุ้ง คือ 45.67 และ 37.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง ด้านคุณภาพลูกกุ้งระยะคว่ำพบว่า ลูกกุ้งทั้งสองชุดการทดลองอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นน้ำที่ผ่านการบำบัดน้ำโดยใช้วิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำเป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง (5 วัน) มีประสิทธิภาพดีและมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการอนุบาลกุ้งก้ามกราม

คำสำคัญ : กุ้งก้ามกราม, บำบัดน้ำ, แบคทีเรีย, วิบริโอ

Received June 1, 2020

accepted June 18, 2020

[1] สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of fishery, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: pattawi@kku.ac.th

ABSTRACT: The study of using black plastic sheeting for water treatment to apply in nursing of Giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) was investigated in two experiments. First experiment studied the optimal period of time in order to adequately treated water by using black plastic sheeting for reducing total bacteria and *Vibrio* spp. This experiment was divided into two groups, by maintaining 15 ppt of salinity water. Water treated with 30 ppm chlorine as a control group (WC) via standard method and water covered with black plastic sheeting as a treatment group (WP). Treatment times of 0, 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96,120, 144 and 168 hours (h) were investigated for all groups. The results showed that total bacteria and *Vibrio* spp. in WC group were not found at 0 to 72 h. Besides, total bacteria and *Vibrio* spp. were increased at 96 h, On the other hand, total bacteria and *Vibrio* spp. were continuously decreased in WP group that showed the highest number of total bacteria and *Vibrio* spp. ($47.47\pm8.06x10^2$ CFU/ml and $9.27\pm1.45x10^2$ CFU/ml, respectively) at the starting time (0 h). Particularly at 120 h of water treatment showed the best results that were given the lowest number of total bacteria and zero number of *Vibrio* spp. In WP group, water quality parameters after treated was given the optimal levels that available for nursing of giant freshwater prawn. Second experiment aims to determine the effect of water treatment on survival, growth and quality of giant freshwater prawn that was designed from the first experimental results, that was divided into two groups; using the water were treated with 30 ppm chlorine for 72 h (WC-M) and using water were treated by covering black plastic sheeting for 120 h (WP-M). Nauplius were stocked into 10 fiberglass-tanks (5 replications/group, 200L of water) with high density (100 pcs/L). Both treatments showed the development into post larval stage at day 30^{th} of nursing process. The survival rate and development to PL rate were '43.33 and 39.33 percentage, respectively' in WC-M group and '45.67 and 37.00 percentage, respectively' in WP-M group, there were no significant difference between groups. The overall quality of prawn was given the good results in both groups via standard issues. Conclusion, the treating water for 120 h (five days) by using black plastic sheeting was achieved efficiency in giant freshwater prawn nursing.
Keywords: Giant freshwater prawn, water treatment, bacteria, *Vibrio*.

บทนำ

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*; Giant freshwater prawn) เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย (วณิชยา, 2544) ซึ่งเป็นกุ้งที่มีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างมาก และมีความต้องการบริโภคสูงขึ้นทุกปี ในปัจจุบันกุ้งก้ามกรามจึงจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง และมีเกษตรกรให้ความสนใจในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งแหล่งเพาะเลี้ยงที่สำคัญ ได้แก่ ในพื้นที่ภาคกลาง และบางจังหวัดในภาคอื่นๆ ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การเลี้ยงสำคัญอยู่ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งในประเทศไทยปี พ.ศ. 2562 มีรายงานผลผลิตกุ้งก้ามกราม 22,036 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2563 มีผลผลิต 22,257 ตัน ซึ่งมีผลผลิตในทุกๆ ปีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ต้นทุนของการผลิตมีอัตราสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากปัจจัยการผลิตหลักมีราคาสูงขึ้น ทั้งในด้านอาหารกุ้ง ลูกพันธุ์กุ้ง รวมถึงค่าจ้างแรงงานสูง จึงทำให้เกษตรกรบางส่วนประสบปัญหาการขาดทุน (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2563) นอกจากนั้นในบางพื้นที่ยังประสบปัญหาโรคระบาดที่มีสาเหตุจากการติดเชื้อแบคทีเรียและไวรัส รวมถึงกุ้งอ่อนแอระหว่างการอนุบาลและการเลี้ยง ส่งผลทำให้เกิดวิกฤตการณ์กุ้งโตช้า มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกัน และมีปัญหาที่สำคัญอีกประการ คือ มีการตรวจพบยาปฏิชีวนะตกค้างในตัวกุ้ง เนื่องจากมีการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียในระหว่างการอนุบาลและการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (นิติ และคณะ, 2548; ชลอ และคณะ, 2549; Yoganandhan et al., 2006) ในปัจจุบันจึงมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นระบบอินทรีย์ ซึ่งการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบนี้นั้น เป็นกระบวนการผลิตสัตว์น้ำที่ทุกขั้นตอนของการผลิตต้องไม่มีการใช้สารเคมีและสารสังเคราะห์ต่างๆ และต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ผลิตผลที่เป็นไปตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (ทวี และคณะ, 2561)

โดยทั่วไปการเตรียมน้ำสำหรับการอนุบาลลูก

กุ้งก้ามกรามในระบบโรงเพาะฟักกุ้งนั้น จะใช้คลอรีนผง (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์) ในการฆ่าเชื้อที่มีความเข้มข้นสูงประมาณ 30-50 ส่วนในล้านส่วน (parts per million, ppm) (นิติ และคณะ, 2548) ซึ่งมีผลกระทบเชิงลบทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนลดลง และสูญเสียธาตุอาหารบางส่วนที่ลูกกุ้งสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนั้นที่ระดับความเข้มข้นของคลอรีน 0.28 ppm ยังส่งผลกระทบทำให้ลูกกุ้งระยะนอเพียส (nauplius) มีอัตราการตายมากกว่า 50% ภายใน 24 ชั่วโมง (สุวรรณา และพรเลิศ, 2539) อีกทั้งคลอรีนยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อมหรือแหล่งน้ำภายนอกฟาร์มเพาะเลี้ยงที่มีผลทำให้แพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดิน (benthos) ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อนตาย ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศในบริเวณที่มีการใช้คลอรีนอีกด้วย (Boyd, 2008) อย่างไรก็ตามจากการรายงานของ Moriarty (1999) พบว่าปริมาณของแบคทีเรียในน้ำทะเล โดยเฉพาะกลุ่มของวิบริโอ (*Vibrio* spp.) ที่เป็นสาเหตุของโรค Vibriosis สามารถเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากที่คลอรีนสลายตัวหมด

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อหาแนวทางการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ลดการเสี่ยงจากปัญหาโรคต่างๆ ลดปัญหาการใช้สารเคมีและรักษาสิ่งแวดล้อมในทุกกระบวนการผลิต อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและด้านต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรและยังต้องเป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติ ซึ่งในขั้นตอนแรกของการผลิตลูกกุ้งนั้นต้องมีการเตรียมน้ำสำหรับใช้การอนุบาลให้ปลอดจากสารเคมีและปราศจากเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค ในการศึกษาครั้งนี้จึงนำผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ (plastic sheeting) มาใช้ โดยที่รู้จักกันในชื่อ plastic tarpaulin, tarp, polythene sheet หรือ polyethene sheet เป็นผ้าใบที่มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทานต่อการเสื่อมสภาพ ทนความร้อน ยืดหยุ่นได้ดี และต้านทานน้ำได้ (Rick, 2007) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงยังสามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการใช้ผ้าใบชนิดนี้ปิดคลุม และพักน้ำไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Sutisna et al., 2017) ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการประยุกต์วิธีและขั้นตอนการบำบัดน้ำด้วยการปิดคลุมด้วยผ้าใบมาใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาของการพักน้ำที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน (parts per thousand, ppt) โดยใช้วิธีคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ เพื่อใช้ในการบำบัดน้ำลดจำนวนแบคทีเรีย อีกทั้งยังศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต โดยพิจารณาจากระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นระยะโพสลาร์วา (post larva; PL) หรือระยะคว่ำของลูกกุ้งก้ามกราม และคุณภาพของลูกกุ้งที่ผ่านการอนุบาลด้วยน้ำที่บำบัดโดยใช้วิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ ซึ่งข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นตอนกระบวนการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามระบบอินทรีย์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการและหมวดประมง สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วยการทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ เพื่อให้ทราบระยะเวลาการบำบัดน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ปราศจากแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคและนำไปใช้ในการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต (ระยะเวลาการพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสลาร์วาหรือระยะคว่ำ) และคุณภาพลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยการคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ

การทดลองที่ 1 การศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ

ทำการทดลองในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 300 ลิตร จำนวน 10 ถัง โดยภายในบรรจุน้ำทะเล 200 ลิตร ที่มีความเค็ม 15 ppt โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 (WC): นำถังไฟเบอร์กลาสที่ภายในบรรจุน้ำทะเลที่มีความเค็ม 15 ppt จากนั้นเติมคลอรีนผง (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ สารออกฤทธิ์ 65%)

ลงไปในปริมาณ 30 กรัม/ปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร (ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm) ผสมให้เข้ากันทั้งถัง โดยใช้เครื่องให้อากาศ เมื่อผสมเข้ากันแล้วจึงปิดเครื่องให้อากาศเพื่อให้สารอินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยากับคลอรีนตกตะกอนที่พื้นบ่อ ซึ่งเป็นชุดควบคุมเนื่องจากเป็นวิธีมาตรฐานในการบำบัดน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (นิติ และคณะ, 2548)

ชุดการทดลองที่ 2 (WP): นำถังไฟเบอร์กลาสที่ภายในบรรจุน้ำทะเลที่มีความเค็ม 15 ppt จากนั้นคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยไม่ใช้เครื่องให้อากาศ

หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งสองชุดกลุ่มทดลองตามช่วงเวลาดังนี้ 0 (เริ่มทำการทดลอง), 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96,120, 144 และ 168 ชั่วโมง หลังจากเริ่มทำการทดลอง เก็บตัวอย่างน้ำตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยเก็บ 2 จุด คือ ที่บริเวณลึกลงไปจากผิวหน้าน้ำ 10-30 เซนติเมตร และบริเวณที่สูงจากพื้นบ่อ 10-30 เซนติเมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) จากนั้นนำน้ำที่เก็บจาก 2 จุดนี้มาผสมกันให้เข้ากัน เพื่อนำไปศึกษาปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำต่อไป

โดยนำตัวอย่างที่เก็บแต่ละช่วงเวลามาตรวจหาปริมาณแบคทีเรีย โดยวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (total bacteria count) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiosulfate citrate bile-salt sucrose (TCBS) agar โดยใช้วิธี spread plate ตามวิธีของ Ganesh et al. (2010) ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ นำน้ำตัวอย่างที่เก็บแต่ละช่วงเวลาดังกล่าวมาวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำ (water temperature) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO) ด้วยเครื่อง DO meter (YSI Model 550A) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (Eutech pH 150) ความเค็ม (salinity) และความนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) ของน้ำ ด้วยเครื่อง Conductivity/Salinity Meter (YSI 30/10 FT) ส่วนความเป็นด่างรวม (total alkalinity) ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia-nitrogen; TAN) ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (nitrite-nitrogen) และความกระด้าง (hardness) ของน้ำตามวิธีของ APHA et al. (2012)

การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และคุณภาพลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ

ทำการเตรียมน้ำโดยใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 300 ลิตร จำนวน 10 ถัง ภายในบรรจุน้ำทะเล 200 ลิตร ที่มีความเค็ม 15 ppt โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 (WC-M): นำถังไฟเบอร์กลาสที่ภายในบรรจุน้ำทะเลที่มีความเค็ม 15 ppt จากนั้นเติมคลอรีนผง ลงไปในปริมาณ 30 ppm ขั้นตอนการเตรียมเหมือนการทดลองที่ 1 และพักไว้เป็นระยะเวลาตามผลการทดลองที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการบำบัดน้ำ (72 ชั่วโมง หรือ 3 วัน)

ชุดการทดลองที่ 2 (WP-M): นำถังไฟเบอร์กลาสที่ภายในบรรจุน้ำทะเลที่มีความเค็ม 15 ppt จากนั้นปิดคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยไม่ใช้เครื่องให้อากาศ และพักไว้เป็นระยะเวลาตามผลการทดลองที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการบำบัดน้ำให้ปราศจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค (120 ชั่วโมง หรือ 5 วัน) ทำการเปิดผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำออกเมื่อครบระยะเวลา ที่พักน้ำเพื่อเตรียมอนุบาลลูกกุ้ง

น้ำที่ผ่านการเตรียมจากชุดการทดลองที่ 1 (WC-M) ต้องมีการตรวจเช็คการหลงเหลือของคลอรีนก่อนเริ่มการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม เพื่อยืนยันว่าน้ำที่ใช้ปราศจากคลอรีน หากยังพบคลอรีนหลงเหลืออยู่ทำการกำจัดโดยการใช้สารเคมีกำจัดคลอรีน หลังจากนั้นนำลูกกุ้งก้ามกรามตั้งแต่ระยะนอเพียสมาอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสในแต่ละชุดการทดลองโดยปล่อยลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร (10,000 ตัว/ในน้ำ 100 ลิตร หรือ 20,000 ตัว/ถัง) โดยมีเครื่องให้อากาศตลอดเวลา จนกระทั่งลูกกุ้งพัฒนาเข้าสู่ระยะคว่ำ (post larva; PL) จึงสิ้นสุดการทดลอง

ระหว่างการเลี้ยงมีการให้อาหารและการจัดการทั้งสองชุดการทดลอง ดังนี้ อาหารที่ใช้ในการอนุบาลเริ่มให้ในวันที่ 2 หลังจากฟักเป็นตัว คือ ตัวอ่อนอาร์ทีเมีย โดยให้ในปริมาณ 5 กรัมต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความต้องการของลูกกุ้ง โดยสังเกตจาก

ปริมาณอาร์ทีเมียที่เหลือในบ่อ และควรใช้น้ำอุ่นลวกอาร์ทีเมียก่อนนำไปให้เป็นอาหารลูกกุ้ง เพื่อให้อาร์ทีเมียไม่เคลื่อนไหว ซึ่งง่ายต่อการจับกินของลูกกุ้ง ให้อาหารวันละ 4 มื้อ (ที่เวลา 6.00, 10.00, 14.00, และ 18.00 น.) วันที่ 4 เริ่มใส่สีน้ำวิทยาศาสตร์สีน้ำตาล เพื่อพรางแสงไม่ให้น้ำที่ใช้เลี้ยงใส ลูกกุ้งจะกินอาหารดีขึ้น ให้อาหารวันละ 4 มื้อ เช่นเดิม วันที่ 6 เป็นต้นไป เริ่มเสริมไข่ตุ๋นเป็นอาหารร่วมกับการให้อาร์ทีเมีย วันละ 4 มื้อ โดยการให้ไข่ตุ๋นเสริมในการอนุบาลจะทำให้ลูกกุ้งลอกคราบได้ดี โดยช่วงเช้าก่อนให้อาหารควรจะใช้สวิงตักคราบกุ้งออกก่อนและหลังจากวันที่ 10 จึงเริ่มมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50-60% ของน้ำที่ใช้เลี้ยงทุกๆ 3 วัน โดยดูดน้ำออกผ่านผ้ากรองขนาดตาประมาณ 100 ไมโครเมตร และเติมน้ำให้อยู่ในระดับเดิม โดยน้ำที่ใช้เปลี่ยนเป็นน้ำที่เตรียมด้วยวิธีที่ตามแต่ละชุดการทดลอง ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 5 วัน ตามพารามิเตอร์เช่นเดียวกับที่ทำการศึกษาการทดลองที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดทดลองทั้งสองชุด โดยเริ่มวิเคราะห์ตั้งแต่ก่อนอนุบาลลูกกุ้งไปจนสิ้นสุดการทดลอง

สังเกตการเจริญเติบโต (การพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสลาร์วาหรือระยะคว่ำ) ของลูกกุ้งในแต่ละชุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนลูกกุ้งในแต่ละถังทดลองเพื่อหาอัตรารอดตาย และสุ่มลูกกุ้งจำนวน 50 ตัวจากแต่ละถังการทดลอง เพื่อตรวจคุณภาพลูกกุ้งตามเกณฑ์การให้คะแนน ด้วยวิธีวนัชสุนทร (ชลอ และพรเลิศ, 2547; จักรพงศ์, 2549)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณ *Vibrio* คุณภาพน้ำ และอัตรารอดตาย นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลความเค็ม 15 ppt ที่น้ำผ่านการบำบัดด้วยวิธีที่แตกต่างกัน แสดงไว้ใน **Table 1** ซึ่งก่อนเริ่มต้นการทดลองของปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำ คือ ปริมาณแบคทีเรียรวม $47.47\pm8.06\times10^2$ CFU/ml ปริมาณ *Vibrio* $9.27\pm1.45\times10^2$ CFU/ml สำหรับคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิของน้ำ 28.9±0.17 °C ความเป็นกรด-ด่าง 8.0±0.04 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 7.04±0.61 mg/l ความเค็ม 15.2±0.82 ppt ความนำไฟฟ้า 22.6±1.29 mS/cm ความเป็นด่างรวม 116.3±4.69 mg/l as $CaCO_3$ ความกระด้าง 2,733.6±157.0 mg/l ปริมาณแอมโมเนียรวม 0.04±0.02 mg/l และไนไตรท์ 0.03±0.01 mg/l) พบว่า ในน้ำของชุดการทดลองที่ 1 ที่เตรียมน้ำด้วยคลอรีนความเข้มข้น 30 ppm (WC) หลังจากใส่คลอรีนลงในน้ำแล้ว พบว่า ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึง 72 นั้น ตรวจไม่พบปริมาณแบคทีเรียรวมและ *Vibrio* spp. ในน้ำ จนกระทั่งในชั่วโมงที่ 96 จะเริ่มพบปริมาณแบคทีเรียรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ย $3.85\pm2.82\times10^2$ CFU/ml เนื่องจากคลอรีนในน้ำนั้นเริ่มสลายตัวหรือมีประสิทธิภาพลดลงจึงส่งผลต่อการฆ่าเชื้อโรค และมีแนวโน้มของปริมาณแบคทีเรียรวมเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งมีปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 168 ($52.80\pm17.22\times10^2$ CFU/ml) ส่วนปริมาณ *Vibrio* spp. นั้น มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแบคทีเรียรวม กล่าวคือ ตรวจไม่พบปริมาณ *Vibrio* spp. ในน้ำ จนกระทั่งในชั่วโมงที่ 96 จะเริ่มพบปริมาณ *Vibrio* spp. ซึ่งมีปริมาณ $2.90\pm3.95\times10^2$ CFU/ml และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมีค่าสูงสุด หลังจากทำการทดลองไปแล้ว 168 ชั่วโมง ($12.85\pm9.55\times10^2$ CFU/ml) ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 ที่ไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนแต่ปิดคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ (WP) มีปริมาณแบคทีเรียรวมสูงสุด เมื่อเริ่มการทดลอง (ชั่วโมงที่ 0) ($47.47\pm8.06\times10^2$ CFU/ml) ซึ่งยังพบว่าปริมาณแบคทีเรียรวมเริ่มลดลงตั้งแต่ใน

ช่วงวันที่ 1 ของการทดลอง (ชั่วโมงที่ 1 ถึง 24) และยังคงลดลงเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเห็นได้อย่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 48, 72 และ 96 ที่มีปริมาณแบคทีเรียรวมเหลือเพียง $17.75\pm5.90\times10^2$, $7.92\pm1.45\times10^2$ และ $1.25\pm0.35\times10^2$ CFU/ml ตามลำดับ และลดลงต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 120 จนเหลือเพียง $0.10\pm0.05\times10^2$ CFU/ml ส่วนปริมาณ *Vibrio* spp. ในน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียรวม โดยมีค่าสูงสุดเมื่อเริ่มการทดลอง (ชั่วโมงที่ 0) ($9.27\pm1.45\times10^2$ CFU/ml) และ มีปริมาณ *Vibrio* spp. ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งตรวจไม่พบปริมาณ *Vibrio* spp. ในน้ำในชั่วโมงที่ 96 จนสิ้นสุดการทดลองในชั่วโมงที่ 168 (**Table 1**) จากผลการศึกษาในการทดลองที่ 1 นี้สอดคล้องกับรายงานของชลอ และพรเลิศ (2547) ที่พบว่าคลอรีนที่มีความเข้มข้น 30 ppm จะเริ่มสลายตัวภายใน 96 ชั่วโมง หลังจากการบำบัดน้ำ และสอดคล้องกับ Moriarty (1997) ที่พบว่าเมื่อคลอรีนสลายตัวหรือหมดประสิทธิภาพ แบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์กินแบคทีเรียเป็นอาหารในน้ำถูกคลอรีนฆ่าจนหมด ซึ่งการที่แบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่น่าจะมาจากการอยู่ปะปนกับตะกอนหรือถูกห่อหุ้มด้วยตะกอนต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่ ทำให้แบคทีเรียไม่ถูกสัมผัสโดยตรงกับคลอรีน ประกอบกับได้รับสารอาหารมากขึ้นจากซากแพลงก์ตอนสัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีผลให้แบคทีเรียกลับมาเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และอาจสามารถก่อให้เกิดโรคได้

Table 1 Levels of total bacteria and *Vibrio* spp. in WC and WP groups.

Time (hour)	Mean±SD (CFU/ml)			
	Total bacteria		*Vibrio* spp.	
	control (WC)	plastic sheet (WP)	control (WC)	plastic sheet (WP)
0	0^{b}	$47.47\pm8.06\times10^{2\,a}$	0^{b}	$9.27\pm1.45\times10^{2\,a}$
1	0^{b}	$43.20+6.57\times10^{2\,a}$	0^{b}	$6.72\pm1.13\times10^{2\,a}$
3	0^{b}	$32.25\pm8.58\times10^{2\,a}$	0^{b}	$7.85\pm4.49\times10^{2\,a}$
6	0^{b}	$40.06\pm18.58\times10^{2\,a}$	0^{b}	$2.70\pm1.23\times102^{\,a}$
12	0^{b}	$36.55\pm11.05\times10^{2\,a}$	0^{b}	$3.42\pm1.16\times102^{\,a}$
24	0^{b}	$26.40\pm17.18\times10^{2\,a}$	0^{b}	$2.37\pm1.36\times10^{2\,a}$
48	0^{b}	$17.75\pm5.90\times10^{2\,a}$	0^{b}	$0.85\pm0.15\times10^{2\,a}$
72	0^{b}	$7.92\pm1.45\times10^{2\,a}$	0^{b}	$0.10\pm0.07\times10^{2\,a}$
96	$3.85\pm2.82\times10^{2a}$	$1.25\pm0.35\times10^{2\,a}$	$2.90\times\pm3.95\times10^{2b}$	$0^{\,a}$
120	$18.60\pm5.02\times10^{2b}$	$0.10\pm0.05\times10^{2\,a}$	$7.85\pm4.55\times10^{2b}$	$0^{\,a}$
144	$38.40\pm17.34\times10^{2b}$	$0.50\pm0.11\times10^{2\,a}$	$7.75\pm2.05\times10^{2b}$	$0^{\,a}$
168	$52.80\pm17.22\times10^{2b}$	$0.30\pm0.25\times10^{2\,a}$	$12.85\pm9.55\times10^{2b}$	$0^{\,a}$

Means within a column of total bacteria and *Vibrio* spp. with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

สำหรับผลการศึกษาคุณภาพน้ำตลอดการทดลองในชุดการทดลองที่ 1 ที่บำบัดน้ำด้วยคลอรีน และชุดการทดลองที่ 2 ที่บำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำและไม่ใช้เครื่องให้อากาศ (Table 2) พบว่าอุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ความนำไฟฟ้า ความเป็นด่างรวม ความกระด้าง ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ของทั้งสองชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการอนุบาลเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (ชลอ และพรเลิศ, 2547; New, 2002) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยการใช้คลอรีนและการคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ พบว่า การบำบัดน้ำด้วยคลอรีนยังคงเป็นวิธีที่สามารถฆ่าและควบคุมเชื้อแบคทีเรียได้รวดเร็วที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกที่คลอรีนยังมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งในทางปฏิบัติควรนำน้ำเฉพาะในส่วนที่อยู่ระดับผิวน้ำจนถึงน้ำที่อยู่ลึกกลางบ่อไปใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง โดยหลีกเลี่ยงการใช้น้ำที่อยู่ระดับพื้นบ่อที่มีตะกอนซึ่งยังอาจมีแบคทีเรียบางส่วนที่ยังมีชีวิตอาศัยอยู่ อย่างไรก็ตามเมื่อคลอรีนเริ่มสลายตัวหรือมีประสิทธิภาพลดลง ปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อ *Vibrio* spp. เริ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งในชั่วโมงที่ 96 ของการทดลองเห็นได้ชัดว่าชุดการทดลองที่บำบัดน้ำด้วยคลอรีน มีปริมาณแบคทีเรียรวมไม่แตกต่าง (P>0.05) กับชุดการทดลองที่บำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มชุดการทดลองที่บำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ ตรวจไม่พบปริมาณ *Vibrio* spp .ในน้ำอีกเลยจนสิ้นสุดการทดลอง จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการบำบัดน้ำทะเลที่มีความเค็ม 15 ppt โดยคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ และไม่ใช้เครื่องให้อากาศในระยะเวลาที่นาน 120 ชั่วโมง (5 วัน) จะเป็นวิธีบำบัดน้ำที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตผ้าบาติก (batik) ที่บำบัดโดยปิดคลุมด้วย plastic sheet เป็นเวลาอย่างน้อย 5 วัน ส่งผลให้ปริมาณ chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD) และ total suspended solids (TSS) ลดลงอย่างมาก (Sutisna et al., 2017) ซึ่งวิธีบำบัดน้ำนี้สามารถลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทางการเพาะสัตว์น้ำอินทรีย์ ซึ่งแบคทีเรียสามารถลดจำนวนลงจากการพักน้ำตามระยะเวลาดังกล่าว เนื่องจากในน้ำไม่มีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Moriarty, 1997; 1998; 1999) นอกจากนั้นการพักน้ำตามช่วงระยะเวลาดังกล่าวยังเป็นการกำจัดไวรัสในน้ำที่ก่อโรคในกุ้งได้ (สุธี, 2553; Flegel, 1997)

จากผลการทดลองที่ 1 สรุปได้ว่าการบำบัดน้ำเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง โดยการใช้คลอรีน และการบำบัดน้ำโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ เป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง ให้ผลการบำบัดน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงนำไปใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

Table 2 Mean values of water quality parameters during treatment process (control: WC and plastic sheet: WP)

Water quality parameters	Mean±SD	
	control (WC)	plastic sheet (WP)
Temperature (°C)	29.2±0.20[a]	28.9±0.17[a]
pH	8.1±0.05[a]	8.0±0.04[a]
DO (mg/l)	6.95±0.58[a]	7.04±0.61[a]
Salinity (ppt)	15.0±0.91[a]	15.2±0.82[a]
Electrical conductivity (mS/cm)	21.4±1.39[a]	22.6±1.29[a]
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	120.3±5.17[a]	116.3±4.69[a]
Hardness (mg/l)	2,679.6±175.3[a]	2,733.6±157.0[a]
TAN (mg/l)	0.04±0.01[a]	0.04±0.02[a]
Nitrite-N (mg/l)	0.05±0.02[a]	0.03±0.01[a]

Means within a row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

การศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และคุณภาพลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีคลุมผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ

จากผลการทดลองที่ 1 น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยคลอรีนเข้มข้น 30 ppm พักน้ำไว้เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง เป็นชุดการทดลองที่ 1 (WC-M) ส่วนน้ำที่ผ่านบำบัดการคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำ โดยไม่ใช้เครื่องให้อากาศ พักน้ำไว้เป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง เป็นชุดการทดลองที่ 2 (WP-M) นำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง เพื่อศึกษาอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต (ระยะเวลาการพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสลาร์วาหรือระยะคว่ำ) และคุณภาพลูกกุ้ง แสดงไว้ใน **Table 3** พบว่า ลูกกุ้งก้ามกรามทั้งสองชุดการทดลองเข้าสู่ระยะคว่ำ ในวันที่ 30 ของการอนุบาลลูกกุ้ง โดยมีอัตราการรอดตายและอัตราการคว่ำของกุ้งใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยลูกกุ้งในชุดการทดลองที่ 1 (WC-M) และชุดการทดลองที่ 2 (WP-M) มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ 43.33 % และ 45.67 % มีอัตราการคว่ำของกุ้งเฉลี่ยที่ 39.33 % และ 37.00 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับการตรวจคุณภาพลูกกุ้งระยะคว่ำตามวิธีวนัชสุนทรมีพารามิเตอร์ดังนี้ คือ ตรวจวัดปริมาณเม็ดไขมันในตับและตับอ่อน (hepatopancreas) ของลูกกุ้ง การตรวจหาปรสิตภายนอก การตรวจสีของลำตัวตามธรรมชาติ และลักษณะกล้ามเนื้อช่องท้องตรวจความสมบูรณ์ของกรีและรยางค์ และอัตรากล้ามเนื้อต่อลำไส้ ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งหมดนี้ถูกใช้วัดเพื่อบอกคุณภาพของลูกกุ้งในปัจจุบัน ลูกกุ้งที่ผ่านการตรวจนี้จะให้ผลการเลี้ยงที่ดีเมื่อนำลูกกุ้งลงเลี้ยงในบ่อดินต่อไป (ชลอ และพรเลิศ, 2547; จักรพงศ์, 2549) และลูกกุ้งได้รับอาหารที่มีคุณภาพดี จะทำให้ตับและตับอ่อนมีความสมบูรณ์แล้ว จะทำให้มีปริมาณเม็ดไขมันสะสมในตับและตับอ่อนมากขึ้นด้วย (กรรณวิท, 2545; Vogt et al., 1985) โดยปริมาณเม็ดไขมันที่สะสมในตับและตับอ่อนนี้เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่บอกถึงคุณภาพของลูกกุ้งที่ดีได้ (Arellano, 1990; Saurabh et al., 2006) นอกจากนี้ยังต้องมีการตรวจหาปรสิตภายนอกเพื่อดูความแข็งแรงของลูกกุ้งโดยจะต้องไม่พบกปรสิต แบคทีเรียเส้นสาย รวมถึงโพรโทซัวบางกลุ่ม เช่น *Zoothamnium*, *Epistylis* และ *Vorticella* เป็นต้น ซึ่งถ้าพบปรสิตจำพวกนี้แสดงว่าลูกกุ้งเริ่มอ่อนแอ รวมถึงสีของลำตัวถ้าลูกกุ้งมีคุณภาพดีต้องมีช่วงลำตัวเป็นสีส้มหรือแดงและโปร่งแสง หากลำตัวทึบแสงและมีสีดำหรือเทาแสดงว่าลูกกุ้งอ่อนแอและคุณภาพไม่ดี นอกจากนั้นยังมีตรวจความสมบูรณ์ของรยางค์ต่างๆตั้งแต่ขาเดินขาว่ายน้ำ

รวมทั้งหนวดคู่หน้าของลูกกุ้ง เพื่อเช็คความสมบูรณ์ของตัวลูกกุ้ง หากพบว่ามีรยางค์ไม่ครบสมบูรณ์ ลูกกุ้งที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อดินจะมีอัตรารอดที่น้อยลง ซึ่งมีรายงานว่าลูกกุ้งที่ผ่านเกณฑ์พิจารณาแบบนี้ เมื่อนำไปเลี้ยงในบ่อดินแล้ว พบว่ามีอัตราการรอดตายสูง (Clifford, 1992; Smith et al. 1992; Saurabh et al., 2006) อีกทั้งยังต้องมีการพิจารณาอัตราส่วนความหนาของกล้ามเนื้อกับทางเดินอาหารของกุ้ง (muscle to gut ratio; MGR) โดยการดูจากขนาดของกล้ามเนื้อและขนาดของลำไส้ในปล้องลำตัวปล้องที่ 6 ของกุ้ง ลูกกุ้งที่มีสุขภาพดีต้องมีอัตราส่วนมากกว่า 4:1 (ชลอ และพรเลิศ, 2547) จากผลการตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งก้ามกรามที่อยู่ในระยะคว่ำในวันที่ 30 ของการอนุบาลลูกกุ้ง ตามวิธีวนัชสุนทรพบว่า ลูกกุ้งทั้งสองชุดการทดลองจัดเป็นลูกกุ้งที่มีคุณภาพดีที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยในชุดการทดลองที่ 1 (WC-M) ได้คะแนนคุณภาพ 90% และชุดการทดลองที่ 2 (WP-M) ได้คะแนนคุณภาพ 85 % ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานการยอมรับในการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ ต้องได้คะแนนการตรวจตั้งแต่ 85 % ขึ้นไป (**Table 3**)

Table 3 The quality parameters of giant freshwater prawn postlarvae in nursery process during trial.

Parameter	control (WC-M)	plastic sheet (WP-M)
The developing of Nauplius to Post Larval stage (day)	Day 30th	Day 30th
Microscopic Examination		
- Quantity of fatty droplet in hepatopancreas	Medium	Medium
- External parasite	no	no
- Color of body	Normal	Normal
- Rostrum and pleopods development	Normal	Normal
- Muscle to Gut Ratio	> 75%	> 75%
Overview of quality level (%)	(90%) Good	(85%) Good
Survival rate (%)	43.33±3.06^{a}	45.67±1.53^{a}
Development into PL (%)	39.33±1.53^{a}	37.00±1.73^{a}

Means within a row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

ส่วนคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม (**Table 4**) พบว่า คุณภาพน้ำของทั้งสองชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอยู่ในระดับที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง (ชลอ และพรเลิศ, 2547; New, 2002) โดยอุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความนำไฟฟ้า ความเป็นด่างรวม และความกระด้างตลอดระยะเวลาการศึกษานั้นอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง ส่วนความเค็มของน้ำในการอนุบาลลูกกุ้งมีความเค็มที่เหมาะสม คือ อยู่ที่ประมาณ 15 ppt อย่างไรก็ตามในโรงเพาะฟักทั่วไปหลังจากที่ลูกกุ้งมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะคว่ำแล้วจะเริ่มปรับความเค็มให้ลดลงเพื่อให้เท่ากับความเค็มของน้ำที่จะนำไปปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินต่อไป ในส่วนของปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไนไตรท์ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง เนื่องจากมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและมีการเติมน้ำทดแทนในระหว่างการอนุบาลลูกกุ้ง

Table 4 Mean values of water quality parameters during trial.

Water quality parameters	Mean±SD	
	control (WC-M)	plastic sheet (WP-M)
Temperature (˚C)	28.62±0.52[a]	28.53±0.51[a]
pH	8.27±0.12[a]	8.32±0.13[a]
DO (mg/l)	6.67±0.58[a]	6.64±0.61[a]
Salinity (ppt)	15.12±0.21[a]	15.03±0.40[a]
Electrical conductivity (mS/cm)	21.4±1.39[a]	22.6±1.29[a]
Alkalinity (mg/l as $CaCO_3$)	98.83±10.13[a]	100.74±10.14[a]
Hardness (mg/l)	1,979.6±175.3[a]	2,033.6±157.0[a]
TAN (mg/l)	0.50±0.34[a]	0.53±0.36[a]
Nitrite-N (mg/l)	0.23±0.20[a]	0.22±0.24[a]

Means within a row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

สรุป

การบำบัดน้ำด้วยคลอรีนยังคงเป็นวิธีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อได้รวดเร็วที่สุด แต่ส่งผลกระทบของต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศอย่างมาก ในขณะที่การบำบัดน้ำโดยใช้ผ้าใบพลาสติกทึบแสงสีดำคลุมและไม่ใช้เครื่องให้อากาศนั้นสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัด 5 วัน (120 ชั่วโมง) ไปใช้ในการเพาะฟักกุ้งได้ (แต่ในการบำบัดน้ำด้วยวิธีนี้ควรคำนึงถึงสารแขวนลอยในน้ำของแต่ละแหล่งน้ำด้วย) โดยสามารถลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมี และสามารถใช้อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามจนได้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพดีและมีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันกับลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยน้ำที่บำบัดด้วยคลอรีน จึงจัดเป็นทางเลือกที่ดีอีกวิธีหนึ่งในการบำบัดน้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและยั่งยืนที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

กรรณวิท รุจิรวัฒน์. 2545. โรงเพาะฟักกับการผลิตลูกกุ้งในแนวทางชีวภาพ. วารสารสัตว์น้ำ 156:10-15.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2549. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2563. สถานการณ์กุ้งก้ามกรามปี 2562 และแนวโน้ม ปี 2563. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง.

จักรพงศ์ นีละมนต์. 2549. ผลของไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* Nodavirus (MrNV) และ Extra Small Virus (XSV) ในแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามต่อคุณภาพลูกกุ้ง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ, และ พรเลิศ จันทร์รัชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. บริษัท เมจิค พับบลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ, นิติ ชูเชิด, วราห์ เทพาหุดี, ชัชรี แก้วสุรลิขิต, เต็มดวง สมศิริ, กุลวรา แสงรุ่งเรือง, และ ทิมโมที วิลเลียมฟีเกล. 2549.

การวิจัยเพื่อพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ กุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งก้ามกรามอย่างยั่งยืน (ปีที่ 2). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ทวี วิพุทธานุมาศ, อัมพุธนี นวลแสง, และสราลี ชูฉิม. 2561. คู่มือการเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์. กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ,กรมประมง.

นิติ ชูเชิด, ชลอ ลิ้มสุวรรณ, วราห์ เทพาหุดี, เต็มดวง สมศิริ, นิธิศ ภัทรกุลชัย, และ ศุภมาศ ศรีวงศ์พุก. 2548. การศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ การเกิดโรค และอัตารอดในการอนุบาลกุ้งก้ามกรามสายพันธุ์ที่ปรับปรุงแล้ว. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

วณิชยา น้อยวังคลัง. 2544. อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1868 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุธี วงศ์มณีประทีป. 2553. ผลของอุณหภูมิต่อความรุนแรงของไวรัสดวงขาว (White Spot Syndrome Virus) ในกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวรรณา วรสิงห์, และ พรเลิศ จันทร์รัชชกุล. 2539. ความเป็นพิษเฉียบพลันและผลของคลอรีนที่มีต่อกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*, Fabricius. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี. กรมประมง.

APHA, AWWA, and WEF (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation). 2012. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. American Public Health Association. Washington, D.C., USA.

Arellano, E. 1990. Fatty acid composition of wild and culture *Penaeus vannamei* as a method to evaluate postlarvae quality, P. 50. In: Abstracts of the World Aquaculture Society Meeting, National Research Council Canada. Ottawa.

Boyd, C.E. 2008. Chlorine effective disinfectant in aquaculture. Global Aquac. Adv. 11: 52-53.

Clifford, H.C. 1992. Marine shrimp pond management: a review, P.110-137. In: J. Wyban, ed. Processings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.

Flegel, T.W., 1997. Special topic review: major viral diseases of the black tiger prawn (*Penaeus monodon*) in Thailand. World J. Microbiol. Biotechnol. 13: 433-442.

Ganesh, E.A., S. Das, K. Chandrasekar, G. Arun, and S. Balamurugan. 2010. Monitoring of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp. in an aquaculture pond. Curr. Res. J. Biol. Sci. 2: 48-52.

Moriarty, D.J.W. 1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. Aquaculture. 151: 333-349.

Moriarty, D.J.W. 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. Aquaculture. 164: 351-358.

Moriarty, D.J.W. 1999. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. In: C.R. Bell, M. Brylinsky, and P. Johnson-Green eds., Microbial Biosystems: New Frontiers. Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.

New, M.B. 2002. Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper No. 428, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Rick B. 2007. Plastic sheeting: A guide to the specification and use of plastic sheeting in humanitarian relief. Oxfam Publishing, Oxford, UK.

Saurabh, S., V. Kumar, S. Karanth, and G. Venkateshwarlu. 2006. Selection of high-health postlarvae: A prerequisite for sustainability of the Indian shrimp industry. Aquac. Asia. 11: 4-9.

Smith, L.L., T.M. Samacha, J.M. Biedenbach, and A.L. Lawrence. 1992. Use of one-liter Imhoff cones to optimize larviculture production, P. 287-300. In: A.W. Fast and L.J. Lester, eds. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Sutisna, E.W., M. Rokhmat, D.Y. Rahman, R. Murniati, Khairurrijal, and M. Abdullah. 2017. Batik wastewater treatment using TiO_2 nanoparticles coats on the surface of plastic sheet. Procedia Engineering 170: 78-83.

Vogt, G., V. Storch, E.T. Quinitio and F.P. Pascual. 1985. Midgut gland as monitor organ for functional value of diets in *Penaeus monodon*. Aquaculture. 48: 1-12.

Yoganandhan, K., M Leartvibhas, S. Sriwongpuk and C. Limsuwan, 2006. White tail disease of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Thailand. J. Aquat. Org. 69: 255-258.