โครงการวิจัยย่อยที่ 2

การศึกษาระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชัง

หัวหน้าโครงการวิจัย

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

บทคัดย่อ

การศึกษาระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) ที่เหมาะสมในกระชัง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 การทดลอง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่น อัตราการให้อาหาร ความถี่ในการให้อาหาร และการเสริมวิตามินซี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอดของลูกกุ้งก้ามกราม (P_{20}) ในกระชังที่ขึงในบ่อดิน ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว/วัน ส่งผลดีต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตรารอดของลูกกุ้ง อย่างไรก็ตามเมื่อลดอัตราการให้อาหารเป็น 10%ของน้ำหนักตัว/วัน เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่ระดับความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) การเสริมวิตามินซีในระดับ 2% ของน้ำหนักอาหาร จะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชัง ควรเลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. เพราะในระดับนี้ส่งผลดีในการผลิตกุ้งใหญ่เพื่อจำหน่าย ทั้งด้านการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของกุ้ง

ABSTRACT

Six separate trials were conducted to study on the appropriate cage culture systems for freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). The aims of this study were to examine the effect of stocking density, feeding ration, feeding frequency and vitamin C supplementation on growth performance, feed efficiency (FCR) and survival of postlarvae (PL20) of *M. rosenbergii* in cage fixed in side an earthen pond. Enhanced weight gain and survival rate of the prawn were generally observed in prawn at the density of 200 PLs/m^2 with feeding frequency and feeding ration 3 time/day and 15% bw/day respectively. However, the reduction or feeding ration to 10% bw/day seems to be suitable for nursing in high density (600 PLs/m^2) Prawn fed the diet with 2% L-ascorbic acid on nursery phase culture were found to have higher growth and survival performance. After the nursery phase culture, a density of 5 prawn/m^2 was showed the higher growth rate and improved feed efficiency as well as meet to the marketable size.

บทนำ

ในปัจจุบัน การบริโภคกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้นจากการขยายตัวของธุรกิจท่องเที่ยวและร้านอาหาร การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็นอาชีพที่ได้รับความสนใจของประชาชนทั่วไป แต่ยังมีปัญหาสำคัญอยู่ที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงเกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถดำเนินการได้ (ทวี และขวัญกมล, 2535)

ศศิวิมล (2544) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า มีวิธีการเลี้ยง 2 แบบ คือ การเลี้ยงแบบปล่อยกุ้งแรกคว่ำลงบ่อเลี้ยง และการเลี้ยงแบบปล่อยกุ้งแรกคว่ำลงบ่ออนุบาลก่อน 60-80 วัน แล้วย้ายไปปล่อยในบ่อเลี้ยง ซึ่งพบว่าวิธีหลังให้ผลตอบแทนสูงกว่าวิธีแรก ทั้งนี้เพราะลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยวิธีแรกมีอัตราการรอดต่ำและมีขนาดเล็กกว่า นอกจากนี้เกษตรกรมักปล่อยลูกกุ้งลงในบ่อเลี้ยงในความหนาแน่นที่สูงกว่าคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ประมง เพราะไม่สามารถประเมินอัตรารอดที่แน่นอน และใช้วิธีทยอยจับกุ้งตัวเล็กแคะแกรนออกจำหน่ายเพื่อลดความหนาแน่นในภายหลัง

การอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนและประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติแล้วในสัตว์น้ำหลายชนิด แต่ยังมีการศึกษาน้อยมากในกุ้งก้ามกราม ทั้งที่เป็นวิธีการที่เป็นไปได้และประสบความสำเร็จแล้วในอิสราเอล (Sagi et al., 1986) ในบราซิล โดย Marques et al. (2000) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามตั้งแต่ระยะ postlarvae ในกระชังด้วยความหนาแน่นสูง (400-800 ตัว/ตร.ม.) ได้ผลดีทั้งในแง่ของน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นและอัตรารอดของลูกกุ้ง อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นสูงให้ผลลบในด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัว

บุรฉัตรและไพบูลย์ (2540) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 3 วันในบ่อซีเมนต์กลมจนเป็นลูกกุ้งคว่ำเกิน 50% พบว่าอัตราการปล่อย 150 ตัว/ลิตร มีอัตรารอด (55.09%) สูงกว่าอัตราการปล่อย 200 และ 250 ตัว/ลิตร แต่อัตราการปล่อย 250 ตัว/ลิตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย (64,623 ตัว/บ่อ) สูงกว่า และต้นทุนการผลิต (0.057 บาท/ตัว) ต่ำกว่า

ทวีและขวัญกมล (2535) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% และอาหารที่นิยมใช้เป็นอาหารผสมแห้งอัดเม็ดที่คงสภาพในน้ำได้นาน 12-24 ชม. โดยให้อาหารอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็น อัตราให้อาหารควรให้ในปริมาณที่กินหมดพอดี โดยมีการตรวจดูอาหารเหลือที่ก้นบ่อทุกวันเพื่อปรับปริมาณการให้อาหาร ศศิวิมล (2544) รายงานว่าในการเลี้ยงกุ้งใหญ่ ควรปล่อยกุ้งในอัตรา 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน Ang et al. (1992) ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใน

กระชังด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 และ 50 ตัว/ตร.ม. อย่างไรก็ตามที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม. จะได้น้ำหนักรวมสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ผลิตอาหารใช้เองมักใส่ยาปฏิชีวนะลงในอาหารซึ่งอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ ลัดดาวัลย์ (2541) ระบุว่าอาหารกุ้งก้ามกรามที่เกษตรกรนิยมผลิตขึ้นใช้เองมักนิยมผสมออกซีเตตราซัยคลินเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและทำให้อัตรารอดสูงขึ้น เกิดการตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ และได้ทำการทดลองพบว่าการใช้วิตามินซีและวิตามินซีเคลือบ ผสมในอาหารแทนออกซีเตตราซัยคลินในอัตราส่วน 0.25% ให้ผลของการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และอัตรารอดไม่แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซีเตตราซัยคลินผสมในอาหารกุ้ง แต่ควรเสริมวิตามินซีลงไปในอาหารทดแทน และ นนทวิทย์ (2544) แนะนำว่า ควรเสริมวิตามินซี 2-3 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อลดความเครียด เสริมความต้านทานโรค มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า สูตรอาหารที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใช้และส่วนประกอบของวิตามินที่บริษัทขายยามาจดทะเบียนกับกรมประมงนั้นขาดวิตามินซี ดังนั้นควรใส่วิตามินซีเคลือบ หรือวิตามินซี ฟอสเฟต 1-2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม อมรรัตน์และมะลิ (2539) รายงานว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งที่รับอาหารที่ไม่ได้เสริมวิตามินซี 46.03%

ธนัฏฐา และนนทวิทย์ (2544) การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาวา (PL) ที่ได้รับวิตามินซีในรูป L-ascorbyl; dipotassium – 2 – sulfate dihydrate โดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมีย 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกกุ้งทุกชุดที่ได้รับวิตามินซีมีอัตราการตายต่ำกว่าชุดควบคุม เมื่อนำลูกกุ้งระยะ PL 19 มาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio harveyi* พบว่าลูกกุ้งชุดที่ได้รับวิตามินซีมีความต้านทานต่อเชื้อดีกว่าชุดควบคุม

มะลิและคณะ (2533) ได้ศึกษาความต้องการวิตามินซีของลูกปลากะพงขาวในน้ำเค็ม พบว่าระดับวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 500 – 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และที่ระดับวิตามินซี 1,100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหารมีความจำเป็นต่อการรักษาระดับความปกติของวิตามินซีในเนื้อเยื่อปลา

วุฒิพร (2539) รายงานว่า ทำการทดลองเลี้ยงปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัม พบว่า อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม เพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง วุฒิพร และคณะ (2541) แนะนำว่าการเสริมวิตามินซีในรูปแบบปกติ (L-ascorbic acid) ซึ่งมีความ

คงทนต่ำ ดังนั้นจึงต้องเสริมลงในอาหารให้มากกว่าปกติ 4-5 เท่า เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของวิตามินในกระบวนการต่างๆ

ยังมีการศึกษาน้อยมากในด้านของการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการให้อาหารและความถี่ในการให้อาหารในการอนุบาลและการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชัง การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มักเน้นเกี่ยวกับเรื่องความหนาแน่นที่เหมาะสม Lambert และ Dutil (2001) รายงานว่า การศึกษาด้านความหนาแน่น ความถี่ของการให้อาหาร และ การคัดขนาดของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยง เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุดในการอนุบาลและการเลี้ยงปลา Atlantic cod นอกจากนี้ Amornsakun และ Hassan (1996) แนะนำว่า การจัดการด้านความถี่และอัตราการให้อาหารในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยลดการสูญเปล่าของอาหาร ให้อัตราแลกเนื้อที่ดี และช่วยลดแรงงานในการให้อาหาร และเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปในหลักของการอนุบาลสัตว์น้ำที่ว่าเมื่อสัตว์น้ำมีขนาดโตขึ้นจะมีความต้องการปริมาณอาหารต่อน้ำหนักตัวน้อยลง และอัตราการให้อาหารต่อวันควรมีการปรับให้เหมาะสมกับขนาดของสัตว์น้ำ (Coche, 1982) นอกจากนี้ การเพิ่มความถี่ของการให้อาหาร โดยการแบ่งการให้อาหารต่อวันออกเป็นหลายมื้อ จะสามารถช่วยเพิ่มอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารและได้ผลผลิตสูงขึ้น (Coche, 1982 และ Pullin, 1982)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้กระชังไนลอนขนาด 1.0×1.0×0.7 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) ขึงในบ่อดินขนาด 1,000 ตร.ม. ด้วยเสาไม้ไผ่ให้ก้นกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. และรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. เพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 40 ซม. คิดเป็นปริมาตรน้ำในกระชัง 200 ลิตร ตลอดการทดลอง ตรงกลางกระชังวางตะแกรงพลาสติกขนาด 40×40 ซม. ในแนวตั้งเพื่อเป็นที่ยึดเกาะและหลบซ่อนของลูกกุ้ง ทำการเปลี่ยนกระชังใหม่เพื่อนำกระชังเก่าไปล้างทำความสะอาดหลังจากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตรารอด ทุก 15 วัน สำหรับการทดลองที่ 6 จะใช้กระชังทดลองขนาด 2.0×10.0×1.0 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกกุ้งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกุ้งคว่ำ (post larvae) ที่ซื้อจากโรงเพาะฟักเอกชน โดยนำกุ้งมาพักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 5 ตร.ม. ด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 18 ชม. ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกกุ้งเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลอง สำหรับการทดลองที่ 6 จะใช้ลูกกุ้งที่ผ่านการอนุบาลแล้วในการทดลองที่ 5 เป็นกุ้งทดลอง โดยนำลูกกุ้งจากการทดลองที่ 5 ทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกันทำการคัดขนาดลูกกุ้งให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกันแล้วสุ่มแยกลงเลี้ยงในกระชังทดลอง

อาหารทดลอง

ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับอนุบาลลูกกุ้งและอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่มีขายในท้องตลาด เป็นอาหารทดลอง โดยมีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 15 วัน ตลอดทุกการทดลอง ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxlhet method, เยื่อใย โดยวิธี fritted glass crucible, เถ้า โดยการเผาใน muffle furnace 550°ซ 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105°ซ 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1990)

การวางแผนการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u> : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 200, 300, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 12 กระชัง แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกกุ้งวันละครั้งในตอนเย็น ด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 10% ของน้ำหนักตัวใน75 วันหลัง

<u>การทดลองที่ 2</u> : ศึกษาความหนาแน่นและความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหารอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. และให้อาหารวันละ 1 2 และ 3 ครั้ง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกกุ้งด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 10% ของน้ำหนักตัวใน75 วันหลัง

<u>การทดลองที่ 3</u> : ศึกษาความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. และให้อาหารในอัตราวันละ50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 5% 10%และ 15% ของน้ำหนักตัว ใน 75 วันหลัง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

<u>การทดลองที่ 4</u> : ศึกษาความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 1 2 และ 3 ครั้ง และในอัตราวันละ 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 5% 10% และ 15% ของน้ำหนักตัว ใน75 วันหลัง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

ข. อัตรารอด (Survival) (%)

= (จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนกุ้งบเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) x 100

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

= น้ำหนักของอาหารที่กุ้งกิน (กรัม) / น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase) (กรัม)

= น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)

จ. Marginal rate of net return (%)

= Δ ผลตอบแทน X 100 / Δ ต้นทุนการผลิต

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0.0 แต่ในการทดลองแบบ factorial design หากพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 และ600 ตัว/ตร.ม. อัตรารอดมีแนวโน้มลดลงตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น โดยลูกกุ้งและที่ความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. มีอัตรารอดต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม.มีค่าต่ำสุด แต่ไม่แตกต่างจากอัตราความหนาแน่น 200 และ 600 ตัว/ ตร.ม. (ตารางที่ 1)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืด (Alston และ Sampaio, 2000)

ตารางที่ 1 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ

	อัตราความหนาแน่น			
	200 ตัว/ตร.ม.	300 ตัว/ตร.ม.	400 ตัว/ตร.ม.	600 ตัว/ตร.ม.
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	1.17±0.12 ^{a}	1.03±0.01 ^{ab}	0.86±0.03 ^{b}	0.96±0.04 ^{ab}
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	1.13±0.12 ^{a}	1.00±0.01 ^{ab}	0.83±0.03 ^{b}	0.91±0.04 ^{ab}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	3.99±0.09 ^{a}	3.90±0.01 ^{ab}	3.72±0.02 ^{b}	3.80±0.03 ^{ab}
อัตรารอด (%)	77.00±5.20 ^{a}	69.50±1.83 ^{ab}	59.00±0.58 ^{b}	42.92±3.12 ^{c}
อัตราการแลกเนื้อ	3.62±0.21 ^{a}	3.47±0.11 ^{a}	4.46±0.12 ^{b}	4.14±0.17 ^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SEตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ (ค่าเฉลี่ย ± SE)

คุณภาพน้ำ	อัตราความหนาแน่น			
	200 ตัว/ตร.ม.	300 ตัว/ตร.ม.	400 ตัว/ตร.ม.	600 ตัว/ตร.ม.
pH	7.68±0.04	7.68±0.07	7.77±0.08	7.74±0.08
DO (mg/l)	4.98±0.16	5.15±0.15	4.79±0.25	4.90±0.29
อุณหภูมิ (^{0}C)	27.78±0.36	27.72±0.36	27.83±0.35	27.94±0.35
Alkalinity (mg/l)	102.27±3.42	102.59±2.82	95.68±2.84	96.23±3.08
Ammonia (mg/l)	0.14±0.02	0.15±0.02	0.15±0.01	0.16±0.02

<u>การทดลองที่ 2</u> : ศึกษาความหนาแน่นและความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหารอนุบาลลูกกุ้ง

พบว่าที่ระดับความหนาแน่นต่ำ 200 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 3 ครั้ง/วัน ส่งผลให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่สำหรับการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นปานกลางและสูง (400 และ 600 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผล ($P>0.05$) ต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารในทุกระดับความหนาแน่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการแลกเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับอัตรารอดของลูกกุ้งพบว่า ที่ระดับความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่ออัตรารอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ที่ระดับความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 3 ครั้ง/วัน กลับทำให้ลูกกุ้งมีอัตรารอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ทำให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตรารอดสูงสุด แตกต่างจากการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นปานกลางและสูง (400และ600 ตัว/ตร.ม.)ในทุกความถี่การให้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)(ตารางที่ 3)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืด (Alston และ Sampaio, 2000)

ตารางที่ 3 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน

อัตราความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
200	1	0.0330±0.0007	1.1669±0.1220 ^{a}	1.1339±0.1212 ^{a}	3.9957±0.0925 ^{a}	67.00±3.46 ^{abc}	3.6246±0.2151 ^{ab}
	2	0.0321±0.0010	1.3678±0.0513 ^{ab}	1.3357±0.0503 ^{ab}	4.2145±0.0083 ^{ab}	71.25±3.61 ^{bc}	3.4080±0.1691 ^{ab}
	3	0.0317±0.0002	1.7184±0.1687 ^{b}	1.6867±0.1686 ^{b}	4.4763±0.1099 ^{b}	73.67±2.85 ^{c}	3.0090±0.0072 ^{a}
400	1	0.0315±0.0017	1.0256±0.0980 ^{a}	0.9941±0.0963 ^{a}	3.9081±0.0474 ^{a}	50.88±2.53 ^{de}	3.7412±0.0561 ^{b}
	2	0.0311±0.0018	0.9970±0.0229 ^{a}	0.9660±0.0246 ^{a}	3.9010±0.0907 ^{a}	58.13±1.95 ^{abe}	3.6872±0.1910 ^{ab}
	3	0.0336±0.0021	1.0874±0.0568 ^{a}	1.0538±0.0589 ^{a}	3.9088±0.1286 ^{a}	59.00±0.58 ^{abe}	3.6423±0.1283 ^{ab}
600	1	0.0318±0.0006	1.0442±0.0127 ^{a}	1.0124±0.0133 ^{a}	3.9225±0.0332 ^{a}	48.00±4.04 ^{de}	3.6632±0.0597 ^{ab}
	2	0.0315±0.0000	1.1021±0.0285 ^{a}	1.0705±0.0285 ^{a}	3.9929±0.0282 ^{a}	42.92±3.13 ^{d}	3.6531±0.1121 ^{ab}
	3	0.0305±0.0000	1.1686±0.0622 ^{a}	1.1381±0.0622 ^{a}	4.0923±0.0613 ^{a}	33.58±4.47 ^{f}	3.0741±0.1539 ^{ab}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
อัตราความหนาแน่น		NS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044
ความถี่ในการให้อาหาร		NS	0.001	0.001	0.002	NS	0.004
อัตราความหนาแน่น × ความถี่การให้อาหาร		NS	NS	NS	0.040	0.001	NS

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ NS = Non Significant

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย ± SE)

อัตราความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม)	ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	Alkalinity (mg/l)	Ammonia (mg/l)
200	1	7.66±0.13	5.47±0.33	27.67±0.67	101.72±4.80	0.17±0.04
	2	7.86±0.14	4.93±0.45	27.83±0.65	94.67±5.23	0.14±0.03
	3	7.77±0.10	4.92±0.28	27.83±0.65	102.38±4.86	0.15±0.03
300	1	7.74±0.13	4.70±0.47	27.83±0.65	95.90±4.99	0.15±0.03
	2	7.72±0.14	5.22±0.53	27.83±0.65	94.47±4.61	0.15±0.04
	3	7.66±0.09	4.77±0.39	27.67±0.67	100.28±8.12	0.15±0.03
400	1	7.68±0.15	4.55±0.49	28.00±0.63	98.17±6.24	0.17±0.05
	2	7.70±0.15	4.75±0.48	27.83±0.65	96.47±5.43	0.15±0.03
	3	7.67±0.08	5.17±0.24	27.83±0.65	103.28±5.54	0.14±0.03
600	1	7.69±0.07	5.02±0.23	27.83±0.65	103.25±4.62	0.14±0.03
	2	7.82±0.14	4.93±0.52	28.00±0.63	96.07±5.94	0.15±0.04
	3	7.61±0.13	5.07±0.11	27.67±0.67	103.67±5.82	0.15±0.04

การทดลองที่ 3 : ศึกษาความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

พบว่าที่ระดับความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มอัตราการให้อาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ที่ระดับความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 %น้ำหนักตัว/วัน ช่วยให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การเพิ่มความหนาแน่นในการอนุบาลลูกกุ้งในขณะที่ให้อาหารในอัตราต่ำและปานกลาง (5 และ 10 %น้ำหนักตัว/วัน) ทำให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารสูงขึ้นเป็น 15% น้ำหนักตัว/วัน จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเติบโตของลูกกุ้ง โดยทำให้น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกระดับความหนาแน่น

การเพิ่มอัตราการให้อาหารให้สูงขึ้นในทุกระดับความหนาแน่นไม่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ส่งผลให้ลูกกุ้งมีอัตราแลกเนื้อสูงกว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นต่ำ (200 ตัว/ตร.ม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกอัตราการให้อาหาร

สำหรับอัตรารอดของลูกกุ้งพบว่า การอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 %น้ำหนักตัว/วัน ส่งผลให้อัตรารอดของลูกกุ้งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวกลับไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) เมื่ออนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม.

การทดลองครั้งนี้พบว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ด้วยอัตราการให้อาหาร 15 %น้ำหนักตัว/วัน ส่งผลดีต่อลูกกุ้งทั้งด้านอัตรารอดและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดี (ตารางที่ 5)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน

อัตราความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	อัตราการให้อาหาร (%น้ำหนักตัว/วัน)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
200	5	0.0251±0.0014	1.3195±0.0005 ^{a}	1.2943±0.0019 ^{a}	4.3081±0.0613 ^{a}	44.17±0.73 ^{a}	1.2767±0.0088 ^{a}
	10	0.0281±0.0002	1.4043±0.0320 ^{a}	1.3762±0.0323 ^{a}	4.2514±0.0345 ^{a}	42.50±1.44 ^{ab}	1.5600±0.1300 ^{ab}
	15	0.0263±0.0011	1.2038±0.0373 ^{ab}	1.1774±0.0361 ^{ab}	4.1568±0.0119 ^{a}	56.83±2.62 ^{c}	1.0333±0.0338 ^{a}
400	5	0.0243±0.0012	0.8690±0.1094 ^{cd}	0.8446±0.1081 ^{cd}	3.8714±0.0861 ^{b}	48.75±1.13 ^{a}	1.7100±0.1930 ^{ab}
	10	0.0295±0.0003	0.9055±0.0478 ^{cd}	0.8760±0.0482 ^{cd}	3.7194±0.0705 ^{b}	44.83±0.96 ^{a}	1.8733±0.0819 ^{abc}
	15	0.0292±0.0013	0.9783±0.0070 ^{bc}	0.9491±0.0056 ^{bc}	3.8199±0.0419 ^{b}	54.33±1.92 ^{c}	1.6767±0.1362 ^{ab}
600	5	0.0281±0.0008	0.6706±0.0324 ^{d}	0.6425±0.0316 ^{d}	3.4456±0.0230 ^{c}	35.50±1.92 ^{bd}	2.9167±0.3005 ^{d}
	10	0.0242±0.0003	0.7932±0.0493 ^{cd}	0.7690±0.0490 ^{cd}	3.7883±0.0539 ^{b}	35.72±0.82 ^{bd}	2.3000±0.1127 ^{bcd}
	15	0.0276±0.0003	0.9664±0.0515 ^{bc}	0.0939±0.0488 ^{bc}	3.8748±0.0524 ^{b}	34.50±1.63 ^{d}	2.5667±0.2814 ^{cd}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
อัตราความหนาแน่น		0.495	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
อัตราการให้อาหาร		0.217	0.066	0.067	0.243	0.000	0.325
อัตราความหนาแน่น × อัตราการให้อาหาร		0.022	0.005	0.004	0.000	0.001	0.086

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย ± SE)

อัตราความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	อัตราการให้อาหาร (%น้ำหนักตัว/วัน)	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ (°c)	Alkalinity (mg/l)	Ammonia (mg/l)
200	5	7.82±0.10	6.94±0.23	24.75±0.45	87.95±2.71	0.24±0.03
	10	7.84±0.09	6.93±0.21	24.75±0.45	87.05±2.07	0.24±0.02
	15	7.83±0.08	7.29±0.43	24.75±0.45	87.74±2.44	0.23±0.02
400	5	7.85±0.09	6.98±0.25	24.75±0.45	87.78±2.26	0.22±0.03
	10	7.87±0.08	6.94±0.24	24.75±0.45	87.36±2.51	0.21±0.03
	15	7.85±0.09	6.88±0.26	24.75±0.45	87.38±2.65	0.23±0.03
600	5	7.85±0.09	6.99±0.23	24.75±0.45	87.31±2.39	0.22±0.02
	10	7.86±0.08	6.91±0.22	24.75±0.45	87.55±2.43	0.24±0.03
	15	7.86±0.09	6.84±0.26	24.75±0.45	87.76±3.05	0.22±0.03

การทดลองที่ 4 : ศึกษาความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.)

พบว่าเมื่อให้อาหารในอัตราคงที่การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราแลกเนื้อ และอัตรารอดของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน ช่วยให้น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกระดับความถี่การให้อาหาร

นอกจากนี้ยังพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ที่เสริมกันระหว่างการเพิ่มความถี่ในการให้อาหารควบคู่ไปกับการเพิ่มอัตราการให้อาหาร มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อของลูกกุ้ง โดยเมื่อให้อาหารด้วยความถี่ 1 ครั้ง/วัน การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 10 % น้ำหนักตัว/วัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลดังกล่าวจะสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารเป็น 15 %น้ำหนักตัว/วัน แต่เมื่อเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 2 และ 3 ครั้ง/วัน ควบคู่ไปกับการเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 10 %น้ำหนักตัว/วัน น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราแลกเนื้อของลูกกุ้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับอัตราการให้อาหาร 5 เป็น 15 %น้ำหนักตัว/วัน

ความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในการทดลองครั้งนี้ ไม่มีผลต่ออัตรารอดของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. คือให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ด้วยอัตรา 10 %น้ำหนักตัว/วัน (ตารางที่ 7)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่การให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน

ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	อัตราการให้อาหาร (% น้ำหนักตัว/วัน)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
1	5	0.0314±0.0008	1.3240±0.0108 ^{a}	1.2925±0.0109 ^{a}	4.1548±0.0325 ^{a}	82.74±1.31	3.0356±0.1279 ^{a}
	10	0.0301±0.0010	1.3084±0.0009 ^{a}	1.2768±0.0010 ^{a}	4.1364±0.0044 ^{ab}	75.72±1.72	3.0916±0.1701 ^{a}
	15	0.0322±0.0021	1.5343±0.0406 ^{b}	1.5021±0.0385 ^{b}	4.2957±0.0451 ^{b}	76.26±3.49	2.2760±0.1657 ^{b}
2	5	0.0322±0.0018	1.3067±0.0044 ^{a}	1.2755±0.0040 ^{a}	4.1541±0.6429 ^{a}	74.69±1.37	3.1054±0.0051 ^{a}
	10	0.0311±0.0018	1.3731±0.0311 ^{ac}	1.3408±0.0310 ^{ac}	4.1722±0.0693 ^{ab}	82.21±4.03	2.3724 ±0.0430 ^{ab}
	15	0.0327±0.0022	1.4473±0.0111 ^{bc}	1.4145±0.0111 ^{bc}	4.2149±0.0733 ^{b}	82.87±2.08	2.5105±0.1418 ^{ab}
3	5	0.0324±0.0008	1.3190±0.0050 ^{a}	1.2866±0.0053 ^{a}	4.1187±0.0293 ^{a}	79.31±2.15	3.0524±0.0757 ^{a}
	10	0.0316±0.0001	1.4230±0.0053 ^{abc}	1.3928±0.0059 ^{abc}	4.2851±0.0409 ^{ab}	73.89±2.55	2.7538±0.2647 ^{ab}
	15	0.0308±0.0003	1.4416±0.0482 ^{bc}	1.4107±0.0479 ^{bc}	4.2701±0.0286 ^{b}	83.82±1.69	2.4126±0.1675 ^{ab}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
ความถี่ในการให้อาหาร		0.815	0.627	0.590	0.531	0.602	0.533
อัตราการให้อาหาร		0.621	0.000	0.000	0.026	0.257	0.000
ความถี่ในการให้อาหาร × อัตราการให้อาหาร		0.865	0.007	0.006	0.263	0.010	0.049

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย ± SE)

ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	อัตราการให้อาหาร (% น้ำหนักตัว/วัน)	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ (oc)	Nitrite (mg/l)	Ammonia (mg/l)
1	5	7.17±0.74	5.25±1.78	30.85±1.15	0.04±0.04	0.35±0.24
	10	6.88±0.33	5.70±2.37	30.33±0.60	0.04±0.03	0.24±0.16
	15	6.76±0.46	5.48±1.94	31.08±0.75	0.02±0.03	0.29±0.19
2	5	6.80±0.24	5.15±1.27	30.19±1.33	0.02±0.03	0.26±0.16
	10	6.72±0.32	4.96±1.22	30.82±1.12	0.03±0.05	0.24±0.15
	15	6.73±0.30	5.10±1.62	30.41±0.55	0.01±0.02	0.33±0.33
3	5	6.65±0.33	5.12±1.37	30.47±1.43	0.03±0.02	0.34±0.19
	10	6.71±0.29	5.18±1.52	30.33±1.09	0.04±0.05	0.98±1.40
	15	6.66±0.20	4.85±1.83	29.95±1.10	0.03±0.04	0.30±0.25

การทดลองที่ 5 : ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 2 % มีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 0.5 %และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 1% ส่วนอัตรารอดและอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 2 % มีอัตรารอดสูงและมีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 9)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลอง มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ

	อัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร			
	0 %	0.5 %	1 %	2 %
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.0271±0.0010	0.0269±0.0012	0.0249±0.0013	0.0277±0.0017
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	0.9003±0.0232^{a}	1.1067±0.0444^{a}	1.7525±0.0908^{b}	1.9100±0.0194^{b}
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	0.8732±0.0242^{a}	1.0131±0.2839^{a}	1.7275±0.0897^{b}	1.8822±0.0181^{b}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	3.8929±0.0701^{a}	4.0626±0.0621^{a}	4.7230±0.0308^{b}	4.7055±0.0641^{b}
อัตรารอด (%)	57.41±1.95^{a}	54.91±1.10^{a}	69.66±0.36^{b}	75.88±0.98^{c}
อัตราการแลกเนื้อ	3.7309±0.0508^{a}	3.4956±0.0997^{a}	3.0995±0.0354^{b}	2.5415±0.1254^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม.ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพน้ำ	อัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร			
	0 %	0.5 %	1 %	2 %
pH	7.52±0.55	7.48±0.76	7.59±0.56	7.68±0.43
DO (mg/l)	4.65±0.21	4.85±0.19	4.89±0.20	4.75±0.23
อุณหภูมิ (^{0}C)	24.22±0.45	24.42±0.35	23.47±0.29	23.79±0.37
Nitrite (mg/l)	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.00	0.01±0.00
Ammonia (mg/l)	0.48±0.02	0.02±0.01	0.02±0.01	0.04±0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 6 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งในกระชัง

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสิ้นสุด และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าอัตราความหนาแน่นระดับ 5 ตัว / ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด ที่อัตราความหนาแน่นระดับ15 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำสุด ส่วนอัตราการแลกเนื้อของอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

แต่อัตรารอดของกุ้งกลับมีค่าต่ำสุดที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอัตรารอดของกุ้งที่เลี้ยงในความหนาแน่น 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. (ตารางที่ 11)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ

	อัตราความหนาแน่น		
	5 ตัว/ตร.ม.	10 ตัว/ตร.ม.	15 ตัว/ตร.ม.
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	38.69 ± 1.47 [a]	24.97 ± 0.42 [b]	18.37 ± 0.82 [c]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	35.95 ± 1.48 [a]	22.38 ± 0.44 [b]	15.77 ± 0.85 [c]
อัตรารอด (%)	69.33 ± 1.33 [a]	84.67 ± 2.91 [b]	86.67 ± 3.53 [b]
อัตราการแลกเนื้อ	3.60 ± 0.17	3.27 ± 0.08	3.68 ± 0.13

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ (ค่าเฉลี่ย ± SE)

คุณภาพน้ำ	อัตราความหนาแน่น		
	5 ตัว/ตร.ม.	10 ตัว/ตร.ม.	15 ตัว/ตร.ม.
pH	8.17 ± 0.26	8.14 ± 0.28	8.11 ± 0.28
DO (mg/l)	4.92 ± 0.84	4.83 ± 0.81	4.67 ± 0.86
อุณหภูมิ (^{0}C)	27.68 ± 0.39	27.85 ± 0.34	27.78 ± 0.44
Alkalinity (mg/l)	67.60 ± 7.52	73.63 ± 4.90	69.20 ± 2.92
Nitrite (mg/l)	0.23 ± 0.07	0.27 ± 0.05	0.20 ± 0.10
Ammonia (mg/l)	0.48 ± 0.34	0.53 ± 0.31	0.40 ± 0.33

1. ด้านการเจริญเติบโตคือ น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

จากการทดลองที่ 1,2 และการทดลองที่ 3 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น สอดคล้องกับ Wang และ Leiman (2000) ที่สรุปว่า ความหนาแน่นของลูกกุ้งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้ง ซึ่ง Ray และ Chien (1992) สรุปว่า อัตราการเติบโตของกุ้งแปรผันกับอัตราความหนาแน่น Rodriguez et al. (1993) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำขนาด PL_{20} ในกระชังที่แขวนในบ่อดิน พบว่า อัตราการเติบโตและอัตรารอดของลูกกุ้งแปรผันกับความหนาแน่น และความหนาแน่นที่เหมาะสม คือ 288 ตัว/ตร.ม.

ในการทดลองที่ 1 ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 และ 600 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของ Marques et al. (2000) ศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามขนาดเฉลี่ย 0.053 กรัม ในกระชังด้วยความหนาแน่น 100-800 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 60 วัน พบว่าน้ำหนักสิ้นสุดเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกกุ้ง ที่ความหนาแน่น 100-200 ตัว/ตร.ม. สูงกว่าความหนาแน่น 800 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำหนักรวมของลูกกุ้งสูงกว่าความหนาแน่น 400, 600 และ 800 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และการทดลองของ Savolainen et al. (2004) ทดลองอนุบาล crayfish ขนาด 0.0213 กรัม ด้วยความหนาแน่น 100-800 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 91 วัน ในบ่อคอนกรีต พบว่าอัตราการเติบโตและอัตรารอดแปรผกผันกับความหนาแน่น และสรุปว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาล crayfish ในเชิงพาณิชย์ คือ 200-400 ตัว/ตร.ม.

และการที่อัตราการเติบโตของลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. ไม่แตกต่างจากลูกกุ้งที่อนุบาลในความหนาแน่นต่ำ 200-300 ตัว/ตร.ม. เนื่องจากอัตรารอดของลูกกุ้งลดต่ำลงมากตั้งแต่เดือนที่ 2 ความหนาแน่นของลูกกุ้งจึงลดต่ำลงลูกกุ้งคลายความเครียดลงการเติบโตจึงดีขึ้น ซึ่งผลการทดลองเช่นนี้ คล้ายคลึงกับการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยความหนาแน่นที่ต่างกันของปวีณาและคณะ (2547)

การขยายช่วงเวลาในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามเพื่อให้ได้กุ้งวัยรุ่นขนาดใหญ่ ก่อนนำไปเลี้ยงนั้น ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตกุ้งเนื่องจากจะทำให้กุ้งถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วขึ้น เป็นเหตุให้กุ้งชะงักการเติบโต จากการทดลองพบว่า การปล่อยกุ้งวัยรุ่นที่ผ่านการอนุบาล 61 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 0.67 กรัม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการปล่อยกุ้งวัยรุ่นที่ผ่านการอนุบาล 133 วัน น้ำหนักเฉลี่ย

3.1 กรัม (Tidwell et al., 2003) และ Wang และ Leiman (2000) เสนอแบบจำลองการเลี้ยงกุ้งทะเลที่เหมาะสมว่าควรแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอนุบาลและช่วงการเลี้ยงกุ้งโต โดยช่วงอนุบาลควรปล่อยกุ้งในความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 63 วัน หรือ 550 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 45 วัน

การทดลองที่ 2 พบว่าที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจะทำให้การเจริญเติบโตของลูกกุ้งดีขึ้น โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้ง/วัน ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Robertson et al. (1993) พบว่า ความถี่ในการให้อาหารมีผลในทางบวกต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ตร.ม. น้ำหนักเริ่มต้น 6.7 กรัม พบว่ากุ้งที่ให้อาหารด้วยความถี่ 4 ครั้ง/วัน มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าที่ความถี่ 1 และ 2 ครั้ง/วัน และให้ผลเหมือนกับการทดลองของ Jaime et al. (1996) โดยได้ทดลองเลี้ยง *Penaeus schimitti* ด้วยความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. ในบ่อขนาด 500 ตารางเมตร และการทดลองของ Wang et al. (1998) ได้ทดลองเลี้ยงลูกผสมของปลา sunfish มีน้ำหนักเริ่มต้น 3-8 กรัม โดยใช้ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1 2 3 และ 4 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า น้ำหนักสิ้นสุด ,น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 และ 4 ครั้ง/วัน มีค่าสูงกว่าความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้ง/วัน มีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้อยกว่ากลุ่มความถี่ในการให้อาหาร 3 และ 4 ครั้ง/วัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Josekutty et al. (1996) รายงานว่า เมื่อให้อาหารกุ้งกุลาดำ (น้ำหนักเริ่มต้น 0.2 กรัม) ด้วยความถี่ 3 หรือ 4 ครั้ง/วัน ทำให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งทั้ง 2 ความถี่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน สูงกว่าที่ความถี่ในการให้อาหาร 1 และ 2 ครั้ง/วัน

และจากผลการทดลองที่ 2 พบว่าที่ความหนาแน่นสูงขึ้นไปคือ 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหาร พบว่าน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้งทั้ง 3 ความถี่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Velasco et al. (1999) พบว่า ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารมากกว่า 1 ครั้ง/วัน ไม่มีผลทำให้

อัตราการเจริญเติบโตของ *Litopenaeus vannamei* ดีขึ้นในทางสถิติ ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขนาด 0.5-0.6 กรัม ด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1-15 ครั้ง/วัน และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยระยะ Post larvae 30 น้ำหนักเฉลี่ย 0.39 กรัม ความหนาแน่น 20 ตัว/บ่อ (31.44 ตัว/ตร.ม.) ให้อาหารกุ้งที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.50-3.76 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอยู่ในช่วง 2.21-2.30 %/วัน ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ 3 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำและปานกลางคือ 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (P>0.05) ส่วนที่อัตราความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหาร ลูกกุ้งจะมีน้ำหนักสิ้นสุด ,น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สอดคล้องกับการทดลองของ Allan et al. (1995) ได้ศึกษาผลของการเตรียมบ่อและอัตราการให้อาหารของกุ้งกุลาดำ โดยได้แบ่งอัตราการให้อาหารเป็น 2 ระดับคือ ระดับสูงและระดับต่ำ เท่ากับ 5 และ 2.5 % ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ ใช้ลูกกุ้งขนาด 2.0-7.5 กรัม อัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 71 วัน พบว่าที่อัตราการให้อาหารระดับสูง ลูกกุ้งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าอัตราการให้อาหารระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

และสอดคล้องกับการทดลองของสุขาวดีและคณะ (2548) ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชังด้วยการให้อาหารต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3% ของน้ำหนักตัว อนุบาลเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้การเจริญเติบโตของลูกปลากดแก้วดีขึ้น โดยที่การให้อาหารในอัตรา 12 %ของน้ำหนักตัว มีการเจริญเติบโตสูงสุด (P<0.05) ส่วนการให้อาหารในอัตรา 9 และ 6 %ของน้ำหนักตัว ลูกปลากดแก้วมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าการให้อาหารในอัตรา 3 %ของน้ำหนักตัว (P<0.05) และ Corazon et al.(1987) ทดลองอนุบาลลูกปลานิล น้ำหนัก 12 มิลลิกรัม ยาว 11 มิลลิเมตร ด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร อัตราการให้อาหาร 15% 30% 45% และ60%ของน้ำหนักตัว/วัน หลังจาก 5 สัปดาห์ พบว่าลูกปลานิลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 63 198 232 และ 228 มิลลิกรัม ตามลำดับ จะได้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลให้น้ำหนักลูกปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 4 พบว่าที่ทุกระดับความถี่ในการให้อาหารถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($P<0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว มีการเจริญเติบโตดีสุด แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 และ 3 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหารในระดับเดียวกัน สอดคล้องกับการทดลองของสุขาวดีและคณะ (2548) และการทดลองของ Corazon et al. (1987) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลให้น้ำหนักลูกปลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

Miao และ Tu (1993) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตที่เหมาะสมของกุ้ง redtail โดยศึกษาความถี่ในการให้อาหาร 3 ระดับ คือ 1 3 และ 5 ครั้ง/วัน และอัตราการให้อาหาร 3 ระดับ คือ 5 15 และ 25 % ของน้ำหนักตัว โดยควบคุมอุณหภูมิ 25 และ 30 °c เป็นระยะเวลา 80 วัน พบว่าที่อุณหภูมิ 25 และ30 °c ในช่วง 1-40 วันแรก ความถี่และอัตราการให้อาหารที่ทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ ความถี่ 3 และ 4 ครั้ง/วัน กับอัตราการให้อาหาร 22.38 และ 21.94 % ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 25 และ30 °c ในช่วง 41-80 วันหลัง ความถี่และอัตราการให้อาหารที่ทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือความถี่ 3 และ4 ครั้ง/วัน กับอัตราการให้อาหาร 22.68 และ 21.27 % ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ

การทดลองที่ 5 พบว่าการเจริญเติบโตของลูกกุ้งแปรผันตรงกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้ง โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีผลทำให้น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญจำเพาะดีสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 0.5 %และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 1 % สอดคล้องกับการทดลองของ อาภาภรณ์ (2532) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีหัวกุ้งและกรดแอสคอบิกต่างกัน 3 ระดับ คือ หัวกุ้งร้อยละ 0 7 และ15 % หรือกรดแอสคอบิก 0 2,000 และ 5,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 0.06-0.07 กรัม ในถังกลมความจุ 500 ลิตร ปล่อยลูกกุ้งจำนวน 20 ตัว/ถัง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อาหารที่เติมหัวกุ้งหรือกรดแอสคอบิกระดับต่างๆ เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง แต่เมื่อเติมส่วนประกอบทั้งสองดังกล่าวลงไป จะช่วยให้อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรที่ประกอบด้วยหัวกุ้งร้อยละ 15 และกรดแอสคอบิก 5,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 1.45 กรัม และแตกต่างจากสูตรควบคุม ซึ่งไม่มีส่วนผสมของทั้งหัวกุ้งและกรดแอสคอบิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

และการทดลองของ Hsu และ Shiau (1998) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด คือ L-ascorbyl-2-monophosphate-Na (C2MP-Na) และ L-Ascorbyl-2-

monophosphate-Mg (C2MP-Mg) ในอาหารกุ้ง โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักกุ้งเริ่มต้นเฉลี่ย 0.55 กรัม เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า วิตามินซีทั้ง 2 กลุ่ม มีผลทำให้กุ้งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และกุ้งที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 150 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของวิตามินซีในอาหาร มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของลูกกุ้งดีขึ้น

แต่การทดลองของ Shiau และ Hsu (1994) , Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) , Lee และ Shiau (2002) และการทดลองของ Cavalli et al. (2003) พบว่ากุ้งที่เสริมวิตามินซีมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการเสริมวิตามินซีในระดับต่างๆ กัน ในอาหารกุ้งไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งในทางสถิติ โดย Shiau และ Hsu (1994) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี L-ascorbyl-2-sulfate (C_2) และ L-ascorbyl-2-monophosphate (C_3-M) เปรียบเทียบกับ L-ascorbic acid (C_1) โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักกุ้งเริ่มต้นเฉลี่ย 1.06 กรัม ระยะเวลา 8 สัปดาห์

Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) ศึกษาความต้องการกรดแอสคอบิกในอาหารสำหรับอนุบาลกุ้งวัยรุ่นหนัก 1.7 กรัม ในตู้กระจกจุน้ำ 200 ลิตร นาน 10 สัปดาห์ โดยใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbyl phosphate-Mg (APM) ผสมในอาหาร 0 30 60 และ 100 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กรัม และใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูปascorbic acid glucose (AAG) ผสมในอาหาร 0 25 50 และ 100 มิลลิกรัม

Lee และ Shiau (2002) ศึกษาผลของ L-ascorbic acid (AA) และอนุพันธ์ 4 ชนิด คือ L-ascorbyl–2-sulfate (C2S) , L-ascorbyl–2–polyphosphate (C2PP) ,L-ascorbyl-2-monophosphate-Na (C2MP-Na) และ L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg (C2MPMg) ในกุ้งกุลาดำ โดยเสริมวิตามินซี 2 ระดับในแต่ละชนิด ดังนี้ AA (2,000 และ 10,000) ,C2S (157 และ 785), C2PP (210 และ 1,050), C2MP-Na (106 และ 530) และ C2MP-Mg (40 และ 200) มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม กุ้งเริ่มต้นเฉลี่ย 0.37 กรัม ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์

และ Cavalli et al. (2003) ศึกษาผลของวิตามินซี (ascorbic acid, AA) และวิตามินอี (tocopherol) ในกุ้งก้ามกราม โดยใช้กุ้งตัวเมียให้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 2-ascorbyl

Lpolyphosphate (ApP) และวิตามินอี a-tocopherol acetate (a-TA) ในอัตราต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง ระยะเวลาทดลอง 155 วัน

การทดลองที่ 6 พบว่าการเจริญเติบโตแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น โดยกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 5 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาโดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 4 เดือน พบว่าอัตราการเลี้ยงกุ้งที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดทั้งเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 110.64 และ 62.03 กรัม ตามลำดับ

ธนาวุฒิ และคณะ (2533) ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังในคลองตากใบ จ.นราธิวาส ในกระชังขนาด 2x2x1.5 เมตร ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำน้ำหนักเฉลี่ย 0.845 กรัม ในอัตรา 50 150 250 ตัว/ตารางเมตร โดยใช้อาหารเม็ดจมน้ำเป็นระยะเวลา 111 วัน พบว่าการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราเลี้ยง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 24.14 22.21 15.81 กรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าถ้าเพิ่มอัตราความหนาแน่นจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งลดลง และการทดลองของ Wyban et al. (1987) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้ง *Penaeus vannamei* ด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 15 และ 20 ตัว/ตร.ม. พบว่า การเจริญเติบโตของลูกกุ้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าการเจริญเติบโตแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น

ดังนั้นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีการเจริญเติบโตดี คือ อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังที่มีการเจริญเติบโตดีคือ เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม.

2. อัตรารอดของลูกกุ้ง

จากการทดลองที่ 1 , 2 และการทดลองที่ 3 พบว่าอัตรารอดของลูกกุ้งแปรผกผันกับความหนาแน่น ในการทดลองที่ 1 ที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม.ลูกกุ้งมีอัตรารอดสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของบุรฉัตรและไพบูลย์ (2540) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ในอัตราปล่อย 150 200 และ 250 ตัว/ลิตร พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดสูงที่สุด เท่ากับ 55.09 % ส่วนอัตราปล่อย 200 และ 250 ตัวมีอัตราการรอด เท่ากับ 44.74% และ 43.81% ตามลำดับ และการทดลองของธานีและศักดิ์ชัย (2530) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระดับความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 110 130 150 และ 170 ตัว/ลิตร พบว่ามีอัตราการรอดเฉลี่ยเท่ากับ 44.98 30.37 24.83 และ 18.67% ตามลำดับ จะเห็นว่าถ้าความหนาแน่นสูงขึ้นจะมีผลทำให้ลูกกุ้งมีอัตรารอดลดลง

อัตรารอดของการอนุบาลลูกกุ้งในการทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.9-77.0 % ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของธนาวุฒิและคณะ (2533) ที่เลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำขนาด 0.845 กรัม ในกระชังเป็นเวลา 111 วัน กุ้งมีอัตรารอดเฉลี่ย 58.59-79.67 % แต่การทดลองของสุรเสน (2541) มีอัตรารอดต่ำกว่ามาก โดยเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำหนักเฉลี่ย 0.043 กรัม ในกระชัง เป็นเวลา 90 วัน พบว่ากุ้งมีอัตรารอดเฉลี่ยเพียง 18.67-34.82 % โดยที่การทดลองในกุ้งกุลาดำทั้งสองการทดลองใช้ความหนาแน่นต่ำเพียง 50 150 250 ตัว/ตร.ม. และ 40 80 120 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

และเมื่อเปรียบเทียบกับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่นสูงของ Marques et al.(2000) ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทดลองเพียง 60 วัน ลูกกุ้งมีอัตรารอดเฉลี่ย 75.4-87.6% โดยอัตรารอดที่ต่ำกว่าในการทดลองที่ 1 น่าจะเป็นผลมาจาก ระยะเวลาในการทดลองอนุบาลลูกกุ้งในกระชังที่ยาวนานถึง 90 วันนั้น ส่งผลให้อัตราการรอดของลูกกุ้งลดลงมากหลัง 60 วัน โดย Tidwell et al. (2003) พบว่า อัตรารอดของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามลดลงจาก 93.3 % เหลือเพียง 89.7 % เมื่อเพิ่มระยะเวลาการอนุบาลจาก 61 วัน เป็น 133 วัน ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในกระชังที่เหมาะสมไม่ควรมากกว่า 2 เดือน แม้ว่าจะได้ลูกกุ้งที่มีขนาดเล็ก แต่ลูกกุ้งที่มีขนาดเล็กที่อนุบาลในความหนาแน่นสูงจะสามารถเพิ่มอัตราเจริญเติบโตทดแทนได้เมื่อนำไปเลี้ยงในความหนาแน่นปกติได้ในช่วงการเลี้ยงกุ้งใหญ่ (Marques et al. ,2000)

การทดลองที่ 2 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารทำให้อัตรารอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีอัตรารอดสูงสุดเท่ากับ 73.67 % สอดคล้องกับการทดลองของสุกิจและคณะ (2532) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ P_2- P_{15} ที่อัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร และ 20 ตัว/ลิตร โดยการให้อาหาร 3 ,4 และ 5 ครั้ง/วัน พบว่าอัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีอัตรารอด 75.16 92.75 และ 92.50% ตามลำดับ และอัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร มีอัตรารอด 78.43 83.38 และ

83.08 % ตามลำดับ ในการอนุบาลที่ความหนาแน่นต่ำ และให้อาหาร 4 ถึง 5 ครั้ง/วัน มีอัตรารอดที่ดีกว่า

ส่วนลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นสูงขึ้นไปคือ 600 ตัว/ตร.ม.ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจะทำให้อัตรารอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีอัตรารอดต่ำสุด 33.58 %

การทดลองที่ 3 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำและปานกลาง คือ 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้อัตรารอดดีขึ้น โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว มีอัตรารอดสูงที่สุดเท่ากับ 56.83 % แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. ที่อัตราการให้อาหารในระดับเดียวกัน สอดคล้องกับการทดลองของสุขาวดีและคณะ(2548) ที่ได้ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชังด้วยการให้อาหารต่อวันต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3% ของน้ำหนักตัว พบว่าอัตรารอดตายเท่ากับ 80.67 79.33 82.00 และ 68.67 % ตามลำดับ อัตรารอดตายของการให้อาหารอัตรา 12 9 และ 6% ของน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และการให้อาหารอัตรา 3 % ของน้ำหนักตัว มีอัตรารอดตายต่ำสุด ($P<0.05$)

และการทดลองของ Corazon et al. (1987) ที่ทดลองอนุบาลลูกปลานิล ด้วยอัตราการให้อาหาร 15 30 45 และ60 %ของน้ำหนักตัว พบว่า ลูกปลานิลมีอัตรารอด 53 85 87 และ84 % ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลทำให้ลูกปลานิลมีแนวโน้มว่าอัตรารอดเพิ่มมากขึ้น

ส่วนที่ความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. พบว่าถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารไม่ส่งผลต่ออัตรารอดของลูกกุ้ง ($P>0.05$) และที่ความหนาแน่นสูงมีอัตรารอดต่ำมากอยู่ในช่วง 34-35 %

อัตราการให้อาหารที่ทำให้การเจริญเติบโตของ *Penaeus monodon* และ *Penaeus merguiensis* สูงสุด (น้ำหนักเริ่มต้น 0.1-1.8 กรัม/ตัว) ประมาณ 11-12 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน (Lee, 1971; Sedgwick, 1979)

การทดลองที่ 4 พบว่าที่ทุกความถี่ในการให้อาหาร ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลต่ออัตรารอดของลูกกุ้งในทางสถิติ($P>0.05$) แต่ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว มีอัตรารอดสูงสุดเท่ากับ 83.82 % สอดคล้องกับการทดลองของ Velasco et al. (1999) , Carvalho และ Nunes (2002) , Smith et al. (2002) และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) พบว่าความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างๆ กันไม่มีผลต่ออัตรารอดในทางสถิติ โดย Velasco et al. (1999) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งแบ่งเป็น 2

การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ใช้ลูกกุ้งน้ำหนักเริ่มต้น 185 มิลลิกรัม อัตราความหนาแน่น 150 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 5 8 11 และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เป็นเวลา 20 วัน การทดลองที่ 2 ใช้ลูกกุ้งน้ำหนักเริ่มต้น 0.5-0.6 กรัม อัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 1 2 3 4 และ 6 ครั้ง/วัน ด้วยมือ และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหาร เป็นเวลา 28 วัน พบว่า อัตรารอดของกุ้งทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.6% และ100% ตามลำดับ

Carvalho และ Nunes (2002) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* บ่อขนาด 50 ตร.ม. ปล่อยลูกกุ้งขนาด 2.7 กรัม ที่ระดับความหนาแน่น 80 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกันคือ 2 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 84 วัน พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 53.5-85.0 %

Smith et al. (2002) ได้ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารที่แตกต่างกันในกุ้งกุลาดำ โดยใช้ความถี่ในการให้อาหาร 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัว/ตร.ม. ลูกกุ้งเริ่มต้นมีน้ำหนัก 5.6 กรัม พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 84-85 %

และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยระยะ Post larvae 30 ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.39 กรัม ความหนาแน่น 20 ตัว/บ่อ (31.44 ตัว/ตารางเมตร) ให้อาหารกุ้งที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 73.33-77.68 %

การทดลองที่ 5 พบว่าอัตรารอดของลูกกุ้งแปรผันตรงกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้ง โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีอัตรารอดสูงกว่าระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 75.88 % แต่ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีมีอัตรารอดเพียง 57.41% สอดคล้องกับการทดลองของ Hien et al. ที่ได้ศึกษาผลของวิตามินซีในลูกกุ้งก้ามกราม โดยใช้ L-Ascorbyl 2 monophosphate (AMP) ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่า ลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับสูงสุด คือ 2000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตรารอดสูงสุดเท่ากับ 78.9 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับลูกกุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตรารอดมีค่าเท่ากับ 59.7 % แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) กับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่น

และการทดลองของ Moe et al. (2004) ศึกษาผลของวิตามินซี 2 ชนิด คือ L- ascorbyl -2- monophosphate – Mg (AMP-Mg) และ L- ascorbyl -2 – monophosphate - Na/Ca (

AMP-Na/Ca) ในกุ้ง kuruma โดยเสริมวิตามินซีในอาหารต่างกัน 7 ระดับ คือ AMP-Mg 0 23 223 695 1,034 1,819 และ 2,240 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และ AMP-Na/Ca 0 48 198 614 1,134 1,817 และ 2,494 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ทดลองในกุ้งระยะzoea ถึง postlarva เป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่าอัตรารอดของลูกกุ้งไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิตามินซีทั้ง 2 ชนิด ($p>0.05$) และลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีชนิด AMP-Mg ที่ระดับ 223 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตรารอดสูงสุดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับ 23 695 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับ 1,034 1,819 และ 2,240 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีชนิด AMP- Na/Ca ที่ระดับ 198 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตรารอดสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่ไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่น ๆ

แต่การทดลองของ Shiau และ Hsu (1994) , เศวต (2535), Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) , พนิดา (2539), Hsu และ Shiau (1998) , Cavalli et al. (2003) และการทดลองของ Lee และ Shiau (2002) พบว่ากุ้งที่เสริมวิตามินซีมีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการเสริมวิตามินซีในระดับต่างๆ กัน ในอาหารกุ้งไม่ส่งผลต่ออัตรารอดของกุ้งในทางสถิติ โดย Shiau และ Hsu (1994) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำโดยเสริมวิตามินซี L-ascorbyl-2-sulfate (C_2) และ L-ascorbyl-2-monophosphate (C_3-M) เปรียบเทียบกับ L-ascorbic acid (C_1) โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

เศวต (2535) ศึกษาวิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ โดยใช้สูตรอาหาร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ไม่เสริมวิตามินซี สูตรที่ 2 เสริมวิตามินซีธรรมดา 0.2 % สูตรที่ 3 เสริมวิตามินซีเคลือบไขมัน 0.2 % และสูตรที่ 4 เสริมวิตามินซีฟอสเฟต 0.01 % เลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 14 สัปดาห์ในตู้ 160 ลิตร

Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) ศึกษาความต้องการกรดแอสคอบิกในอาหารสำหรับอนุบาลกุ้งวัยรุ่น โดยใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbyl phosphate-Mg (APM) ผสมในอาหาร 0 30 60 และ 100 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กรัม และใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbic acid glucose (AAG) ผสมในอาหาร 0 25 50 และ 100

พนิดา (2539) ศึกษาผลของซีไวตาเมอร์ (วิตามินซีและอนุพันธ์) 5 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การรอด และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน โดยเลี้ยงกุ้งด้วยอาหารกึ่งสังเคราะห์ 6 สูตร คือ อาหารที่เสริม Ascorbate-2-

monophosphate [M], อาหารที่เสริม Ascorbate-2- polyphosphate [P], อาหารที่ไม่เสริมวิตามินซี [N], อาหารที่เสริม Ascorbate-2- sulfate [S], อาหารที่เสริม L-ascorbic acid [A] และอาหารที่เสริมCoated ascorbic acid [C] จะควบคุมปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 200 ppm แบ่งการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยอ่อนเป็น 3 ระยะคือ ระยะ Zoea , Mysis และ Postlarva

Hsu และ Shiau (1998) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

Cavalli et al. (2003) ศึกษาผลของวิตามินซีและวิตามินอีในกุ้งก้ามกราม โดยใช้กุ้งตัวเมีย ให้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซีและวิตามินอี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง และ Lee และ Shiau (2002) ศึกษาผลของ L-ascorbic acid และอนุพันธ์ 4 ชนิด ในกุ้งกุลาดำ โดยเสริมวิตามินซี 2 ระดับ

Merchie et al. (1997) รายงานว่า กุ้งกุลาดำและกุ้งขาว ต้องการวิตามินซีเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 20 และ 130 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ถ้าวิตามินซีในปริมาณ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เหมาะสำหรับในสภาวะเครียดและติดเชื้อแบคทีเรีย

การทดลองที่ 6 พบว่าอัตรารอดของกุ้งจะแปรผันตรงกับอัตราความหนาแน่น โดยกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตรารอดสูงสุดเท่ากับ 86.67 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. แตกต่างกับการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาโดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าอัตราการเลี้ยงกุ้ง 5 ตัว/ตร.ม. มีอัตรารอดตายสูงที่สุดคือ 83 % แต่ที่อัตราการเลี้ยงกุ้ง 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตรารอดตายต่ำที่สุดคือ 41 % และการทดลองของธนาวุฒิและคณะ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในอัตราความหนาแน่น 50, 150 250 ตัว/ตารางเมตร ในกระชัง พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 50 ตัว/ตร.ม.มีอัตรารอดตายสูงที่สุดคือ 79.67 %

ดังนั้นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีอัตรารอดสูงคือ อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังที่มีอัตรารอดสูงคือ เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม.

3. อัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้ง

การทดลองที่ 1 พบว่าอัตราการแลกเนื้อมีค่าค่อนข้างสูง 3.47-4.46 เนื่องจากอัตรารอดของลูกกุ้งในการทดลองต่ำกว่าการคำนวณอัตราการให้อาหารตามวิธีการของ Tidwell et al. (2003) จึงทำให้มีการให้อาหารเกินความต้องการของลูกกุ้ง แต่กลับเป็นผลดีที่ยืนยันว่าผลการทดลองไม่ได้รับผลกระทบที่เกิดจากการให้อาหารไม่เพียงพอ โดย Savolainen et al. (2004) กล่าวว่าปัจจัยการแก่งแย่งแข่งขันในด้านที่อยู่อาศัยและการหาอาหาร เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การเติบโตของ crayfish ลดลง เมื่อเลี้ยงในความหนาแน่นสูง ซึ่งในการทดลองเกี่ยวกับผลของความหนาแน่นนั้น หากมีการให้อาหารให้มีการกระจายอย่างทั่วถึงในบ่อทดลองก็จะสามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบจากปริมาณอาหารที่ไม่เพียงพอได้ Gydemo และ Westin (1993) สรุปว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ crayfish มีการเติบโตลดลงนั้นมีสาเหตุหลักมาจากความเครียดที่เพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 พบว่าที่ทุกระดับความหนาแน่นถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหาร จะทำให้อัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีค่าอัตราการแลกเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 3.0090 สอดคล้องกับการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) , วินัยและจำเรียง (2545) , Carvalho และ Nunes (2002) , Smith et al. (2002) และการทดลองของ Velasco et al. (1999) พบว่าที่ทุกระดับความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อในทางสถิติ โดยประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545)ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วย ให้อาหารกุ้งที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4, 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการแลกเนื้อ 1.11 1.00 และ 1.48 ตามลำดับ

วินัยและจำเรียง (2545) ได้ศึกษาการอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยความถี่ในการให้อาหารต่างกันคือ 1 2 และ 3 ครั้ง/วัน โดยอนุบาลในตู้กระจก ปริมาตรน้ำ 133 ลิตร ปล่อยลูกปลา 400 ตัว ให้อาหารด้วยปลาเป็ดบดละเอียด 10 %ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 1.7 1.83 และ 1.68 ตามลำดับ

Carvalho และ Nunes (2002) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว โดยใช้ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกันคือ 2 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 84 วัน Smith et al. (2002) ที่ได้ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารที่แตกต่างกันในกุ้งกุลาดำ โดยใช้ความถี่ในการให้อาหาร 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และการทดลองของ Velasco et al. (1999) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 อัตราการให้อาหาร 3 8 11 และ 15 ครั้ง/วัน

ด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เป็นเวลา 20 วัน การทดลองที่ 2 อัตราการให้อาหาร 1 2 3 4 และ 6 ครั้ง/วัน ด้วยมือ และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหาร เป็นเวลา 28 วัน พบว่า อัตราแลกเนื้อของกุ้งทั้ง 2 มีค่าอยู่ในช่วง 1.2-1.3 และ 1.6-2.1 ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 พบว่าทุกอัตราความหนาแน่นถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหาร จะไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้ง($P>0.05$) แต่พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่าที่อัตราความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของกำจัดและมานพ (2533) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังแขวนลอยที่อัตราความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 100 125 150 175 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อของกุ้งที่อัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำที่สุด คือ 2.07 และการทดลองของสุรเสน (2541) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชัง ในอัตราความหนาแน่น 40, 80 และ 120 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราการเลี้ยง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 2.74 และ 3.23 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มว่าที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 40 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด

การทดลองที่ 4 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหารระดับสูงคือ 15 %ของน้ำหนักตัว มีอัตราการแลกเนื้อต่ำสุด เท่ากับ 2.2760 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราการให้อาหาร 5 % และ10 %ของน้ำหนักตัว แตกต่างกับการทดลองของสุขาวดีและคณะ (2548) ที่ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชังด้วยการให้อาหารต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3% ของน้ำหนักตัว พบว่าอัตราการแลกเนื้อของลูกปลาที่ให้อาหารระดับสูงคือ 12 % ของน้ำหนักตัว มีค่าสูงกว่าระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 และ 3 ครั้ง/วัน ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้ง($P>0.05$)

การทดลองที่ 5 พบว่า อัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งแปรผกผันกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้ง โดยลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่ากุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่นและไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.54 สอดคล้องกับการทดลองของ Shiau และ Hsu (1994) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่ากุ้งที่เสริมวิตามินซีมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ในการทดลองของ Hsu และ Shiau (1998) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด ในอาหารกุ้ง โดยใช้ความเข้มข้น 7

ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าวิตามินซีทั้ง 2 ชนิดที่เสริมในปริมาณ 150 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีผลทำให้อัตราการแลกเนื้อต่ำสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกุ้งที่ไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งที่เสริมวิตามินซีในปริมาณอื่น ๆ

การทดลองที่ 6 พบว่าอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งทั้ง 3 อัตราความหนาแน่น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 3.27-3.68 สอดคล้องกับการทดลองของกำจัดและมานพ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังแขวนลอยที่อัตราความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 100 125 150 175 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อของกุ้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยที่อัตราการแลกเนื้อของกุ้ง เท่ากับ 2.07 2.82 2.37 2.84 ตามลำดับ

แต่การทดลองของธนาวุฒิและคณะ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชัง ในอัตรา 50 150 250 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราแลกเนื้อเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราความหนาแน่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 2.91 2.56 ตามลำดับ และการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ที่ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนา โดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 4.14 5.35 และ 6.03 ตามลำดับ และอัตราการแลกเนื้อของทั้ง 3 อัตราความหนาแน่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ดังนั้นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีอัตราการแลกเนื้อต่ำคือ อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กำจัด รื่นเริงดี และ มานพ มิตรสมหวัง. 2533. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon)* ในกระชังที่อัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กัน. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 11 น.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต พัน ยี่สิ้น และสมใจ เพชรมะโน.2543. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ,149 น.

เดชา รอดระรัง และนงนุช สุวรรณเพ็ง. 2546. การอนุบาลกุ้งก้ามกรามด้วยความหนาแน่นสูงในบ่อซีเมนต์.การสัมมนาประชุมวิชาการประมงประจำปี 2546 กรมประมง, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดกาฬสินธุ์.

ทวี จินตธรรม และ ขวัญกมล กลิ่นศรีสุข. 2535. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร 12(36): 1-15.

ธนัฏฐาน สุยวานิช และ นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sunfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกุ้งกุลาดำ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, บทคัดย่อ, กรุงเทพฯ.

ธนาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง ปิยะ จุฬาวิทยานุกูล สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ และอัมพร โพธิยา. 2533. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กันในคลองตากใบ จังหวัดนราธิวาส. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533. กรมประมง. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรุงเทพฯ, น. 272-283.

ธานี พูนดี และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2530. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระดับความหนาแน่นต่างๆ กัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 15 น.

นนทวิทย์ อารีย์ชน.2544. การป้องกันรักษาโรคกุ้งก้ามกรามในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ได้ผลผลิตสูง, เอกสารประกอบการฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, น. 47-59.

บุรฉัตร จันทกานนท์ และไพบูลย์ วรสายัณห์. 2540. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยอัตราปล่อย 3 ระดับ. ใน: การสัมมนาวิชาการประจำปี 2542, บทคัดย่อ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ประพัทธ์พงศ์ เพชรรัตน์, สกนธ์ แสงประดับ, รัชดาภรณ์ เอี่ยมสำอางค์ และ พณารัตน์ สอนสุกใส. 2545. ผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วย. เอกสารวิชาการเลขที่ 24/2545, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 13 น.

ปวีณา ทวีกิจการ ศักดิ์ชัย ชูโชติ บุปผา จงพัฒน์ และอรพรรณ เล่นวารี. 2547. การศึกษาวิธีการอนุบาลเพื่อให้ได้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดปัญหากุ้งแคระ. สัมมนาเผยแพร่งานวิจัยเรื่อง การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งของประเทศไทย วันที่ 28 กันยายน 2547. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์,กรุงเทพฯ. น.280-298.

พนิดา หรูวัฒนะกุล. 2539. ผลของซีไวตาเมอร์ต่อการเจริญ การเติบโต และการรอดของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* วัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 74 น.

พรรณศรี จริโมภาส สุจิตรา สหัสนฤภัยพงษ์ วรรณา ถวิลวรรณ์ และประภาส แก้วโยชน์. 2547. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาโดยใช้อัตราปล่อยต่างๆ กัน. สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 กรมประมง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดและสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด.

พงศ์เทพ จันทรชิต และมารุต ทรัพย์สุขสำราญ.2547.การอนุบาลลูกกุ้งกรามอายุ 30-60 วันในอัตราความหนาแน่น 3 อัตรา.สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 กรมประมง.สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยภูมิและศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย, 57-65.

มะลิ บุณยรัตผลิน นันทิยา อุ่นประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว.สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.

มะลิ บุณยรัตผลิน และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2539. กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 17 น.

ลัดดาวัลย์ ครองพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 83 น.

วินัย จั่นทับทิม และ จำเรียง สงวนงาม.2545. ความถี่ของการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาช่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2545. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสิงห์บุรี กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 15 น.

วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากดเหลือง.วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 18(4): 413-420.

วุฒิพร พรหมขุนทอง อภิญญา ส่งประดิษฐ์ และปิยวรรณ สังฆมานาคิน. 2541. การใช้แอสคอบิล-2-ซัลเฟต เป็นแหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 20(2): 149-156.

ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 น.

เศวต ไชยมงคล. 2535. วิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Fabricius). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46 น.

สุกิจ รัตนวินิจกุล สรรเสริญ ช่อเจี้ยง และทวี โรจนสารัมภกิจ. 2532. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำในระดับความหนาแน่นและความถี่ของการให้อาหารต่างกันในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2532 สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งนครศรีธรรมราช กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 9 น.

สุขาวดี กสิสุวรรณ ศราวุธ เจะโส๊ะ และจิตต์กร เรืองกูล.2548. อัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชัง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา.

สุพล ตั่นสุวรรณ และธวัช ศรีวีระชัย. 2532. การทดลองอนุบาลกุ้งกุลาดำระยะ protozoea ถึงระยะ post larvae 7 ในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2532. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดสงขลา กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, 19 น.

สุรเสน ศรีริการนนท์. 2541. การศึกษาการเลี้ยงกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกันในคลองสิเกา จังหวัดตรัง. การวิจัยงบประมาณปี 2541. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 42 น.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และมะลิ บุณยรัตผลิน. 2539. การพัฒนาอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยวิตามินซี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2539, กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 10 น.

อาภาภรณ์ เมืองเกิด. 2532. การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณหัวกุ้งและกรดแอสคอบิกต่างๆกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 64 น.

Allan, G. L.; D. J. W. Moriarty; and G. B. Maguire. 1995. Effects of pond preparation and feeding rate on production of Penaeus *monodon Fabricius*, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. Aquaculture 130 : 329-349.

Alston, D. E. ; and C. M. S. Sampaio. 2000. Nursery systems and management. In: New, M.B., Valenti, W.C., (Eds.), Freshwater prawn culture. The farming of *Macrobranchium rosenbergii.* Blackwell, Malden, MA, USA, p. 112-125.

Amornsakun, T.; and A. Hassan. 1996. Optimum stocking densities on culturing of freshwater catfish, *Clarias batrachus* Linn. In circular concrete pond. Songklanakarin J.Sci.Technol., 18(4):437-441.

Ang, K. J.; C. S. Komilus; and S. H. Cheah.1992.Culture of *Macrobranchium rosenbergii* in cages. In: Proceedings of third Asian Fisheries Forum, Abstract, Manila, Philippines, p. 127.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15 th edn., AOAC, Arlington, VA. 1360 p.

Boonyaratpalin, M.; and J. Phongmaneerat. 1995. Ascorbic acid derivative requirement of *Penaeus monodon.* Phuket mar. Biol. Cent. Res. Bull. 60: 65-73.

Carvalho, E. A. ; and A. J. P. Nunes.2006.Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-outpatterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. Aquaculture 252: 494– 502.

Cavalli, R. O.; F. M .M. Batista; P. Lavens; P. Sorgeloos; H. J. Nelis ; and A. P. D. Leenheer. 2003. Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* Aquaculture 227:131–146

Coche, A. G.1982. Cage culture of tilapias, p. 205-246. *In* R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 p. ICLARM, Manila, Philippines.

Corazon, B. S.; B. A. Mercedes; and S. R. Ofelia. 1987. Influence of feeding rate and diet form on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry.

SEAFDEC Aquaculture Department, Binangonan Research Station, Binangonan, Rizal The, Philippines, 277-282.

Cuzon, G.; Hew, M.; Cognie, D. and Soletchnik, P. 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus* Bate. Aquaculture 29, 33–44.

Gydemo, R. ; and L. Westin. 1993. Effect of starvation, constant light and partial dactylotomy on survival of noble crayfish, *Astacus astacus* (L.) under high density laboratory conditions. Freshwater Crayfish 9: 79-86.

Hien, T. T. T.; T. H. Oanh; H. V. Viet; and M. N. Wilder. Study on the Effects of Vitamin C on the Larvae of Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) .

Hsu, T. S.; and S. Y. Shiau. 1998 .Comparison of vitamin C requirement for maximum growth of grass shrimp, *Penaeus monodon*, with L-ascorbyl-2-monophosphate-Na and L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg. Aquaculture 163: 203–213.

Jaime, B.; Galindo, J.; A´ lvarez, J.S. and Arencibia, G.1996. La frecuencia de alimentacio´n y su efecto sobre el crecimiento de juveniles de *Penaeus schimitti.* Rev. Cuba. Investig. Pesq. 20,3–5.

Josekutty, P.A. and Jose, S. 1996. Optimum ration size and feeding frequency for rearing of *Penaeus monodon* Fabricius. Fish. Technol. Soc. Fish. Technol. (India) 33, 16–20.

Lambert, Y.; and J -D. Dutil. 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. Aquaculture 192: 233-247.

Lee, D.L. 1971. Studies on the protein utilisation related to the growth on *Penaeus monodon* Fabricius. Coll. Repr. Tungkang Mar. Lab., 1: 191-203.

Lee, M. S.; and S. Y. Shiau. 2002. Dietary vitamin C and its derivatives affect immune responses in grass shrimp, *Penaeus monodon.* Fish & Shellfish Immunology 12:119–129.

Marques, H. L. A.; J. V. Lombardi; and M. V. Boock. 2000. Stocking densitys for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobranchium rosenbergii* in cages. Aquaculture 187:127-132.

Merchie, G.; P. Lavens; and P. Sorgeloos. 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture 155:165-181.

Miao, S. ; and S. Tu. 1993. Modeling the effect of daily ration and feeding frequency on growth of redtail shrimp *Penaeus penicillatus* (Alock) at controlled temperatures. Aquaculture 70: 305 -321.

Moe, Y. Y.; S. Koshio; S. I. Teshima; M. Ishikawa; Y. Matsunaga; and A. Panganiban. 2004. Effect of vitamin C derivatives on the performance of larval kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. Aquaculture 242: 501–512.

Pullin, R. S. V. 1982. General discussion on the biology and culture of tilapias. p. 331-351. *In* R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) The biology and culture of tilapias.ICLARM Conference Proceedings 7, 432 p. ICLARM, Manila, Philippines.

Ray, W. M. ; and T. H. Chien. 1992. Effects of stocking and aged sediment on tiger prawn, *Penaeus monodon*, nursery systems. Aquaculture 140: 231-248.

Robertson, L.; Lawrence, A.L. and Castille, F.L. 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). Aquac. Fish. Manage. 24, 1– 6.

Rodriguez, E. M.; I. Bombeo-Tuburan; S. Fukumoto; and R. B. Ticar. 1993. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (hapa) net enclosures installed in apond. Aquaculture 112: 107-111.

Sagi, A.; Z. Ra'anan; D. Cohen; and Y. Way. 1986. Production of Macrobranchium *rosenbergii* in monosex populations yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. Aquaculture 51 (3 -4): 265-275.

Savolainen, R.; K. Ruohonen; and E. Railo. 2004. Effect of stocking density on growth, survival and cheliped injuries of stage 2 juvenile signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* Dana. Aquaculture 231 : 237-248.

Sedgwick, R.W. 1979. Effect of ration rize and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaerts merguiensis* De Man. Aquaculture, 16: 279-298.

Shiau, S. Y.; and T. S. Hsu. 1994. Vitamin C requirement of grass shrimp, *Penaeus monodon*, as determined with L-ascorbyl-2-monophosphate. Aquaculture 122 : 347-357.

Smith, D. M.; M. A. Burford; S. J. Tabrett; S. J. Irvin; and L. Ward. 2002. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Aquaculture 207: 125– 136.

Tidwell, J. H.; S. D. Coyle; L. A. Bright; A. Van Arnum; and C. Weibel. 2003. The effect of size grading and length of nursery period on growth and population structure of freshwater prawns stocked in temperate zone pond with added substrates. Aquaculture 218 : 209-218.

Velasco, M.; A. L. Lawrence; and F. L. Castille. 1999. Effect of variations in daily feeding frequency and ration sizeon growth of shrimp, Litopenaeus vannamei (Boone), in zero-water exchange culture tanks. Aquaculture 179:141– 148.

Wang, J. K.; and J. Leiman. 2000. Optimizing multi-stage shrimp production systems. Aquacultural engineering 22: 243-254.

Wang, N.; R. S. Hayward; and D. B. Noltie. 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. Aquaculture 165: 261– 267.

Wyban, J. A.; C. S. Lee; V. T. Sato; J. N. Sweeney; and W. K. Richards. 1987. Effect of stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. Aquaculture 61: 23-32.

Wyban, J.A. and Sweeney, J.N. 1991. Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual. The Oceanic Institute, Honolulu, HI.