



วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj>



ผลของวิตามินอีที่เสริมในอาหารต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri*)

The effect of dietary vitamin E on growth and reproductive performance of Lanchester's freshwater prawn (*Macrobrachium lanchesteri*)

จุลทรรศน์ คีรีแลง¹, ชาวาลีย์ ใจสุข¹, อมรชัย ล้อทองคำ¹, ขนิษฐา หอมจันทร์¹, บุษบา มะโนแสน¹, จิรัชต์ กันทะขู้¹, พัชรา นิธิโรจน์ภักดี², ยุพา บุญมี² และ จีรนันท์ ธรรมณวโสพล^{3*}

Julatat Keereelang¹, Chaowalee Jaisuk¹, Amornchai Lothongkham¹, Kanitha Homjun¹, Busaba Manosan¹, Jirarat Kantakoo¹, Patchara Nithirojpakdee², Yupha Boonmee² and Jeeranan Thamnawasolos^{3*}

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน จังหวัดน่าน 55000

¹ Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Nan Campus, Nan, 55000, Thailand

² คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี 22210

² Faculty of Argo-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chanthaburi Campus, Chanthaburi, 22210, Thailand

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

³ Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao, Thailand, 24000

บทคัดย่อ: กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri*) เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของตลาดสูง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยศึกษาผลของการเสริมวิตามินอีในอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า กุ้งฝอยในทุกชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม การศึกษาลักษณะทางมิวชีววิทยาของรังไข่พบความแตกต่างที่สำคัญโดยชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ตรวจพบระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์จำนวน 7 และ 6 ระยะ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินอีพบเพียง 5 ระยะ จากทั้งหมด 8 ระยะ ข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ว่าการเสริมวิตามินอีส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์โดยช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์อย่างต่อเนื่องซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพในการวางไข่ได้หลายครั้ง จึงสรุปได้ว่าการเสริมวิตามินอีที่ระดับ 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการส่งเสริมประสิทธิภาพการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในกุ้งฝอย ทั้งนี้ เพื่อการพัฒนาสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงกุ้งฝอยเชิงพาณิชย์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในด้านการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของการใช้วิตามินอีร่วมกับสารอาหารชนิดอื่น ๆ เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้จริงต่อไป

คำสำคัญ: กุ้งฝอย; วิตามินอี; การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

ABSTRACT: Lanchester's freshwater prawn (*Macrobrachium lanchesteri*), is an economically important aquatic species with high market demand. This study aimed to enhance production efficiency by investigating the effects of dietary vitamin E supplementation at concentrations of 0, 100, and 200 mg/100 g of diet on growth performance and reproductive development efficiency. The results indicated that growth performance, survival rates, rate of

* Corresponding author: jeeranan.tha@rru.ac.th

Received: date; February 20, 2025 Revised: date; January 15, 2026

Accepted: date; January 16, 2026 Published: date; June 24, 2026

oocyte development, and number of eggs did not differ significantly among treatments ($p>0.05$). However, ovarian histological examination revealed significant differences; the groups supplemented with 100 and 200 mg vitamin E/100 g of diet exhibited 7 and 6 germ cell developmental stages, respectively, whereas the control group without dietary vitamin E supplementation showed only 5 out of the 8 stages. These findings indicate that vitamin E supplementation positively influences the reproductive system by stimulating continuous ovarian development, thereby enhancing the potential for multiple spawning. Consequently, it can be concluded that dietary vitamin E supplementation at 100 mg/100 g of diet is the optimal level for promoting reproductive development efficiency in *M. lancesteri*. Furthermore, to enhance the efficiency of commercial feed formulations for freshwater prawn culture in terms of both growth and reproductive performance, additional studies on the combined effects of vitamin E and other nutrients are recommended to facilitate practical application.

Keywords: freshwater prawn; vitamin E; reproductive performance

บทนำ

กุ้งฝอย (*Macrobrachium lancesteri* De Man; Lancaster's Freshwater Prawn หรือ Riceland prawn) เป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ราคาโลกรัมละ 400 - 500 บาท การผลิตกุ้งฝอยยังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค การผลิตลูกกุ้งฝอยให้เพียงพอต่อการเพาะเลี้ยงต้องพัฒนาการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีหลายการศึกษาที่แสดงถึงบทบาทสำคัญของวิตามินอีต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์สัตว์น้ำ (Azzi and Stocker, 2000) การเจริญเติบโต การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ การสร้างไข่ น้ำเชื้อ รวมถึงการส่งผลให้ไข่มีอัตราการฟัก และมีอัตราการรอดตายสูง (อภิชาติ, 2546) การเสริมวิตามินอีในอาหารจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายโดยการดูดซึมที่ผนังกระเพาะอาหารผ่านกระแสโลหิตเพื่อลำเลียงไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ (Asli and Tamer, 2017) วิตามินอีจึงถูกนำมาเสริมในอาหารสำหรับสัตว์น้ำเพื่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ เช่น Watanabe and Vassallo-Agius (2003) พบว่าวิตามินอีสามารถพัฒนาระบบสืบพันธุ์รวมทั้งความดกไข่ อัตราการปฏิสนธิ คุณภาพไข่ และคุณภาพลูกปลาให้ดีขึ้น ฉัตรชัย และคณะ (2549) ศึกษาบทบาทของวิตามินอีต่อการสืบพันธุ์ของปลานิล พบว่าการเสริมวิตามินอี 63.06 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ในอาหารปลานิลมีผลทำให้ลักษณะที่แสดงออกในการสืบพันธุ์ ได้แก่ จำนวนแม่พันธุ์ที่วางไข่ จำนวนไข่ที่ได้ เปอร์เซ็นต์การฟัก และอัตราการรอดของลูกปลาดีขึ้น สุริยัญ และคณะ (2567) ทดลองเลี้ยงปลาเวียน (*Tor tambroides* (Bleeker, 1854)) ด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมวิตามินอีในบ่อคอนกรีตระบบน้ำหมุนเวียน พบว่าอัตราการวางไข่ของปลาเวียนที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมวิตามินอีพบว่าอัตราการวางไข่มากกว่าปลาเวียนที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไม่เสริมวิตามิน โดยการเสริมวิตามินอีในอาหาร 60 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเพาะพันธุ์ปลาเวียนดีที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาผลของการเสริมสารอาหารในกลุ่มวิตามินอีต่อสัตว์น้ำตระกูลกุ้ง ดังเช่นรายงานของ Arshadi et al. (2020) และ Ebadi et al. (2021) ในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ที่พบว่า การเสริมวิตามินอีในระดับ 30 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดต่อการพัฒนาของกุ้ง นอกจากนี้ Putri et al. (2024) ยังได้ทำการศึกษาในลูกกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินอีที่ระดับ 30 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินอีอย่างมีนัยสำคัญ

อาหารที่กุ้งได้รับเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งฝอยให้สามารถเจริญเติบโตและสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้นั้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงศึกษาถึงผลของการเสริมวิตามินอีในอาหารสำเร็จรูปที่ระดับความเข้มข้นต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์กุ้งฝอยต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมบ่อทดลองและพ่อแม่พันธุ์กุ้งฝอย

เตรียมบ่อพลาสติกขนาด 40x60x30 เซนติเมตร ระดับน้ำลึก 25 เซนติเมตร จำนวน 9 บ่อ ในบ่อทดลองใส่หัวทรายเพิ่มอากาศจำนวน 3 อัน ควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ให้ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบ่อทดลองจะใส่เชือกฟางในจำนวน 30 เส้นในทุกบ่อทดลองเพื่อเป็นพื้นที่ให้กุ้งอาศัย ส่วนการรวบรวมกุ้งฝอยดำเนินการโดย รวบรวมกุ้งฝอยจากแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 1,000 ตัว

นำมาพักไว้เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ แล้วจึงคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งไปทำการทดลองโดยปล่อยกุ้งฝอยอัตราส่วนเพศ 1 : 2 พ่อพันธุ์กุ้งจำนวนบ่อละ 20 ตัวและแม่พันธุ์กุ้ง 40 ตัว ให้อาหาร 3 % ต่อน้ำหนักตัวให้วันละ 2 เวลา คือ 9.00 และ 17.00 น. เป็นเวลา 4 เดือน โดยให้อาหารพื้นฐานที่ให้ คือ อาหารเม็ดโปรตีน 35 % ผสมน้ำมันปลาทูน่า 2,700 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร และวิตามินซี (Mono-phosphate) 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร การศึกษานี้เสริมวิตามินอีในอาหารที่ความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือ 0 (ชุดควบคุมไม่เสริมวิตามินอี), 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองได้รับอาหารที่แตกต่างกันดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดโปรตีน 35 %

ผสมน้ำมันปลาทูน่า 2,700 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

วิตามินซี (Mono-phosphate) 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

ชุดควบคุม (ไม่เสริมวิตามินอี)

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดโปรตีน 35 %

ผสมน้ำมันปลาทูน่า 2,700 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

วิตามินซี (Mono-phosphate) 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

วิตามินอีในปริมาณ 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดโปรตีน 35 %

ผสมน้ำมันปลาทูน่า 2,700 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

วิตามินซี (Mono-phosphate) 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

วิตามินอีในปริมาณ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตราการรอด

การเจริญเติบโตทำได้โดยบันทึกน้ำหนักของกุ้งเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักเริ่มต้น (Initial body weight) น้ำหนักสิ้นสุด (Final body weight) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) บันทึกความยาวของกุ้งเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองเพื่อคำนวณค่าความยาวเริ่มต้น (Initial body length) ความยาวสิ้นสุด (Final body length) และความยาวที่เพิ่มขึ้น (Increase in length) คำนวณเปอร์เซ็นต์อัตราการรอด (Survival rate) จากจำนวนกุ้งสิ้นสุดการเลี้ยงต่อจำนวนกุ้งเริ่มเลี้ยงคูณด้วย 100

การเก็บข้อมูลการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Rate of oocyte development) ทำโดยการบันทึกข้อมูลจำนวนแม่พันธุ์กุ้งที่มีรังไข่บริเวณส่วนหัว กุ้งและแม่กุ้งที่มีไข่ที่ท้องแล้วนำมาคำนวณต่อจำนวนแม่กุ้งทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลองคูณด้วย 100 จำนวนไข่ (Number of eggs) ทำโดยนำแม่กุ้งฝอยที่มีไข่ของแต่ละชุดการทดลองมานับจำนวนไข่แล้วหาค่าเฉลี่ย และศึกษาลักษณะมิวติพิยาของอวัยวะเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยเพื่อตรวจสอบระยะการพัฒนารังไข่ของแม่กุ้งโดยนำรังไข่ของแม่กุ้งของแต่ละชุดการทดลอง จำนวน 5 ตัวต่อชุดการทดลอง มาตัดแยกเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์จากนั้นแช่ในสารละลาย Davidson's เพื่อรักษาสภาพเนื้อเยื่อ ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการย้อมสี Hematoxylin และ Eosin ที่ห้องปฏิบัติการทางพยาธิวิทยา ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล แล้วจึงศึกษาการพัฒนาเนื้อเยื่ออวัยวะเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) (รุ่น DP73, Olympus, Japan) โดยระบุการพัฒนาของอวัยวะเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียในระยะต่าง ๆ ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนพื้นที่เนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์โดยใช้โปรแกรม ImageJ software v2.0 และคำนวณเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ในแต่ละระยะเทียบกับจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด 8 ระยะ ได้แก่ Oogonia, Primary oocyte, Early previtellogenic, Late previtellogenic, Initial vitellogenic oocyte, Early vitellogenic oocyte, Late vitellogenic oocyte และ Mature oocyte (O'Donovan et al., 1984; Chang and Shih, 1995; Martins et al., 2007; Meeratana and Sobhon, 2007; Huang et al., 2010)

การจัดการคุณภาพน้ำระหว่างเลี้ยง

การจัดการคุณภาพน้ำ ทำความสะอาดบ่อทดลองและระบบน้ำหมุนเวียนโดยดูดตะกอนและล้างวัสดุกรองเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 % เดือนละ 1 ครั้ง ตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเป็นด่าง ค่าความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แอมโมเนีย และไนโตรเจน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งนี้ค่าคุณภาพน้ำไม่ได้เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดลอง

แผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ completely randomized design (CRD) มี 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ วิตามินอี 0 (ชุดควบคุม), 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลการเจริญเติบโต อัตรารอด และข้อมูลการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูลด้วยวิธี One-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของชุดการทดลองด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการศึกษา

การเจริญเติบโต อัตรารอด การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่

ชุดการทดลองที่ 1 การทดลองที่ไม่ได้เสริมวิตามินอี (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 การเสริมวิตามินอีในปริมาณ 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร และชุดการทดลองที่ 3 การเสริมวิตามินอีในปริมาณ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร พบมีการเจริญเติบโต รายละเอียดดังนี้ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 0.37 ± 0.01 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 0.34 ± 0.01 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 0.32 ± 0.02 กรัม ซึ่งค่าน้ำหนักเริ่มต้นมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 0.46 ± 0.05 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 0.46 ± 0.04 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 0.45 ± 0.06 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 0.09 ± 0.05 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 0.11 ± 0.03 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 0.12 ± 0.08 กรัม ความยาวเริ่มต้นชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 3.44 ± 0.08 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 2 3.50 ± 0.13 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 3 3.44 ± 0.07 เซนติเมตร ความยาวสิ้นสุดชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 3.58 ± 0.15 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 2 3.71 ± 0.01 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 3 3.69 ± 0.13 เซนติเมตร ความยาวที่เพิ่มขึ้นชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 0.15 ± 0.13 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 2 0.21 ± 0.14 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 3 0.24 ± 0.10 เซนติเมตร อัตรารอดชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 76.67 ± 0.00 % ชุดการทดลองที่ 2 58.89 ± 11.33 % ชุดการทดลองที่ 3 62.22 ± 5.67 % การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 26.09 ± 10.65 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ 2 41.48 ± 8.16 % ชุดการทดลองที่ 3 34.62 ± 7.70 % และค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ในการทดลองที่ 1 มีค่าเป็น 151.43 ± 30.05 ฟอง ชุดการทดลองที่ 2 201.00 ± 44.78 ฟอง ชุดการทดลองที่ 3 217.75 ± 102.19 ฟอง ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความยาว อัตรารอด การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ของทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 1)

คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงมีค่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง 7.0 - 7.5 ค่าความเป็นด่าง 50 - 60 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความกระด้าง 70 - 80 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 5 - 7 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนีย 0.00 - 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร และไนโตรเจน 0.00 - 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ประเทือง, 2534)

Table 1 Initial body weight (g), Final body weight, weight gain, Initial body length, final body length, increase in length, survival rate, rate of oocyte development, and number of eggs (egg) of *Macrobrachium lanchesteri* fed with diets containing three vitamin E levels

	Vitamin E level (mg/100 g of diet)		
	0	100	200
Initial body weight (g)	0.37 ± 0.01	0.34 ± 0.01	0.32 ± 0.02
Final body weight (g)	0.46 ± 0.05	0.46 ± 0.04	0.45 ± 0.06
Weight gain (g)	0.09 ± 0.05	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.08
Initial body length (cm)	3.44 ± 0.08	3.50 ± 0.13	3.44 ± 0.07
Final body length (cm)	3.58 ± 0.15	3.71 ± 0.01	3.69 ± 0.13
Increase in length (cm)	0.15 ± 0.13	0.21 ± 0.14	0.24 ± 0.10
Survival rate (%)	76.67 ± 0.00	58.89 ± 11.33	62.22 ± 5.67
Rate of oocyte development (%)	26.09 ± 10.65	41.48 ± 8.16	34.62 ± 7.70
Number of eggs (egg)	151.43 ± 30.05	201.00 ± 44.78	217.75 ± 102.19

Data represent mean ± standard deviation (n = 3), and no significant differences were found among treatments (p> 0.05)

การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์โดยลักษณะมิถุนวิทยา

การศึกษาการพัฒนาของเนื้อเยื่ออวัยวะเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยออกเป็น 8 ระยะ คือ Oogonia, Primary oocyte, Early previtellogenic, Late previtellogenic, Initial vitellogenic oocyte, Early vitellogenic oocyte, Late vitellogenic oocyte และ Mature oocyte (**Figure 1**) ทั้งนี้ได้จัดลำดับระยะเซลล์สืบพันธุ์ที่พบมากที่สุดในรังไข่ของกุ้งฝอยในแต่ละชุดการทดลองดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 คือ เซลล์สืบพันธุ์ในระยะ Late vitellogenic oocyte โดยมีจำนวน 39.99 ± 8.07 % เซลล์สืบพันธุ์ที่พบลำดับรองลงมา คือ Early vitellogenic oocyte จำนวน 31.47 ± 3.39 % Mature oocyte จำนวน 15.71 ± 2.31 % Initial vitellogenic oocyte จำนวน 8.25 ± 3.41 % และ Late previtellogenic จำนวน 4.58 ± 2.59 % แต่ไม่พบเซลล์ไข่ในระยะ Oogonia Primary oocyte และ Early previtellogenic ชุดการทดลองที่ 2 คือ เซลล์สืบพันธุ์ในระยะ Late vitellogenic oocyte โดยมีจำนวน 25.88 ± 1.94 % เซลล์สืบพันธุ์ที่พบลำดับรองลงมาคือ Early previtellogenic จำนวน 21.47 ± 5.35 %, Late previtellogenic จำนวน 18.50 ± 1.43 % Mature oocyte จำนวน 14.11 ± 1.51 % Primary oocyte จำนวน 8.03 ± 2.64 % Early vitellogenic oocyte จำนวน 6.49 ± 1.39 % และ Initial vitellogenic oocyte จำนวน 5.52 ± 1.57 % แต่ไม่พบเซลล์ไข่ในระยะ Oogonia ชุดการทดลองที่ 3 คือ เซลล์สืบพันธุ์ในระยะ Early vitellogenic oocyte โดยมีจำนวน 32.44 ± 7.08 % เซลล์สืบพันธุ์ที่พบลำดับรองลงมาคือ Late vitellogenic oocyte จำนวน 28.73 ± 1.66 % Initial vitellogenic oocyte จำนวน 13.11 ± 1.64 % Late previtellogenic จำนวน 11.27 ± 3.33 % Early previtellogenic จำนวน 8.19 ± 4.04 % และ Mature oocyte จำนวน 6.26 ± 113 % แต่ไม่พบเซลล์ไข่ในระยะ Oogonia และ Primary oocyte (**Table 2**)

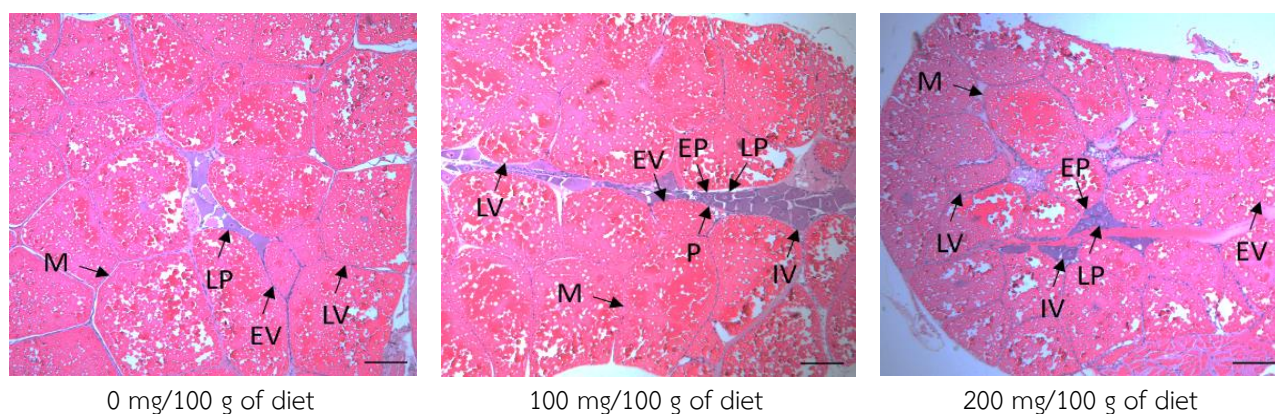


Figure 1 Germ cells in the ovary throughout the reproductive cycle of *M. lanchesteri* fed diets containing different dietary vitamin E levels (mg/100 g of diet). O; oogonia, P; primary oocyte, EP; early previtellogenic oocyte, LP; late previtellogenic oocyte, IV; initial vitellogenic oocyte, EV; early vitellogenic oocyte, LV; late vitellogenic oocyte, and M; mature oocyte. Scale bar = 200 μ m.

สำหรับการเปรียบเทียบประเภทเซลล์สืบพันธุ์ในรังไข่แต่ละระยะพบว่า ระยะ Oogonia เซลล์สืบพันธุ์ในระยะเริ่มต้น ไม่พบเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเริ่มต้นในทุกชุดการทดลอง ระยะ Primary oocyte พบในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งมีจำนวน 8.03 ± 2.64 % ซึ่งมีความแตกต่างจากชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) ระยะ Early previtellogenic พบในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีจำนวน 21.47 ± 5.35 % 8.19 ± 4.04 % ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 2 มีจำนวนระยะ Early previtellogenic มากที่สุด และแตกต่างจากทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ระยะ Late previtellogenic พบในทุกชุดการทดลอง 1 2 และ 3 ซึ่งมีจำนวน 4.58 ± 2.59 % 18.50 ± 1.43 % และ 11.27 ± 3.33 % ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 2 มีจำนวนระยะ Late previtellogenic มากที่สุด และแตกต่างจากทุกชุด ($p < 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ 3 มีจำนวนระยะ Late previtellogenic เป็นลำดับรองลงมา ทั้งนี้ชุดการทดลองที่ 3 มีความแตกต่างจากชุดการทดลองที่ 1 ($p < 0.05$) ระยะ Initial vitellogenic oocyte พบในทุกชุดการทดลองโดยมีจำนวน 8.25 ± 3.41 % 5.52 ± 1.57 % และ 13.11 ± 1.64 % ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 3 มีจำนวนระยะ Initial vitellogenic oocyte มากที่สุด และแตกต่างจากชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ($p < 0.05$) ระยะ Early vitellogenic oocyte พบในทุกชุดการทดลองมีจำนวน 31.47 ± 3.39 % 6.49 ± 1.39 % และ 32.44 ± 7.08 % ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 1 และ 3 มีจำนวนระยะ Early vitellogenic oocyte มากไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากชุดการทดลองที่ 2 ($p < 0.05$) ระยะ Late vitellogenic oocyte พบในทุกชุดการทดลองซึ่งมีจำนวน 39.99 ± 8.07 % 25.88 ± 1.94 % และ 28.73 ± 1.66 % ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 1 มีจำนวนระยะ Late vitellogenic oocyte มากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองอื่น ๆ ($p < 0.05$) ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีจำนวนระยะ Late vitellogenic oocyte เป็นลำดับรองลงมาและไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ระยะ Mature oocyte พบในทุกชุดการทดลอง ซึ่งมีจำนวน 15.71 ± 2.31 % 14.11 ± 1.51 % และ 6.26 ± 1.13 % ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีจำนวนระยะ Mature oocyte มากไม่แตกต่างกันแต่ต่างจากชุดการทดลองที่ 3 ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 2 The relative frequency of the germ cells in ovary throughout the reproductive cycle of *M. lancesteri* fed with diets containing three vitamin E levels

Ovarian development	Vitamin E level (mg/100 g of diet)		
	0	100	200
Oogonia: O	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a
Primary oocyte: P	0.00±0.00 ^a	8.03±2.64 ^b	0.00±0.00 ^a
Early previtellogenic: EP	0.00±0.00 ^a	21.47±5.35 ^c	8.19±4.04 ^b
Late previtellogenic: LP	4.58±2.59 ^a	18.50±1.43 ^c	11.27±3.33 ^b
Initial vitellogenic oocyte: IV	8.25±3.41 ^a	5.52±1.57 ^a	13.11±1.64 ^b
Early vitellogenic oocyte: EV	31.47±3.39 ^b	6.49±1.39 ^a	32.44±7.08 ^b
Late vitellogenic oocyte: LV	39.99±8.07 ^b	25.88±1.94 ^a	28.73±1.66 ^a
Mature oocyte: M	15.71±2.31 ^b	14.11±1.51 ^b	6.26±1.13 ^a

Data represent mean ± standard deviation (n = 3)

^{a, b, c} Means in the same row with different superscripts differ significantly (p<0.05)

วิจารณ์

จากการศึกษาโดยจัดชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ให้อาหารเม็ดที่มีระดับโปรตีน 35 % โดยไม่เสริมวิตามินอี ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดระดับโปรตีน 35 % เสริมวิตามินอี 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร และชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดระดับโปรตีน 35 % เสริมวิตามินอี 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งฝอยทั้งด้านน้ำหนักและความยาว อัตราการรอดตาย อัตราการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมี แสดงให้เห็นว่าการเสริมวิตามินอีในระดับที่ศึกษานี้ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตโดยตรง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่าชุดการทดลองที่ได้รับการเสริมวิตามินอีทั้งในระดับ 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีแนวโน้มให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ สูงกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้แม้ว่าการเสริมวิตามินอีจะไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่งานวิจัยหลายฉบับรายงานว่าวิตามินอีมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ โดย Ebadi et al. (2021) รายงานว่ากุ้งขาว (*L. vannamei*) มีการเจริญเติบโตและระดับเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดเมื่อได้รับอาหารที่มีไขมัน 70 กรัมต่อลิตรรวมกับการเสริมวิตามินซี 10 มิลลิกรัมและวิตามินอี 30 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ Putri et al. (2024) ที่รายงานว่าลูกกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินอี 30 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมวิตามินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกันงานวิจัยในสัตว์น้ำชนิดอื่นรายงานผลเชิงบวกของวิตามินอีต่อระบบสืบพันธุ์ เช่น ฉัตรชัย และคณะ (2549) ศึกษาการเสริมวิตามินอีมีผลต่อการสืบพันธุ์ของปลานิลโดย พบว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารปลานิลมีผลทำให้ลักษณะที่แสดงออกในการสืบพันธุ์บางประการของปลานิลดีขึ้น โดยชุดทดลองที่เสริมวิตามินอี 63.06 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีเปอร์เซ็นต์จำนวนแม่ปลาที่ให้ไข่มากที่สุด 23.61 % มีความดกไข่มากที่สุด 1,675.57 ฟอง มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยมากที่สุด 58.67 % และอัตราการรอดของลูกปลามีอัตราการรอดเฉลี่ยเท่ากับ 83.01 % ซึ่งแม้การทดสอบจะไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองอื่น ๆ (p>0.05) แต่ผลที่ได้แสดงถึงวิตามินอีมีบทบาททำให้การสืบพันธุ์ของปลานิลดีขึ้น Watanabe et al. (1991) ในปลา red seabream (*Pagrus major*) ที่พบว่าพ่อแม่พันธุ์ซึ่งได้รับอาหารเสริมวิตามินอี 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีอัตราการฟักและความสมบูรณ์ของลูกปลาสูงกว่าชุดควบคุม สุริยัญ และคณะ (2567) ศึกษาการเสริมวิตามินอีใน

อาหารเพื่อระบบสืบพันธุ์และความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์ปลาเวียน (*T. tambroides*) พบว่าการเลี้ยงปลาเวียนด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมวิตามินอี 60 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเพาะพันธุ์ปลาเวียนดีที่สุดแสดงให้เห็นว่าวิตามินอีมีผลต่อพัฒนาการของไข่ปลาจึงส่งผลให้แม่พันธุ์ปลาเวียนที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมวิตามินอีมีการวางไข่ดีกว่าแม่พันธุ์ปลาเวียนที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่เสริมวิตามินอี สอดคล้องกับ วลีรัตน์ และคณะ (2553) ศึกษาผลของวิตามินอีต่อการพัฒนารังไข่และคุณภาพไข่ของแม่พันธุ์ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) จากอาหารทดลอง 4 สูตร ตามปริมาณวิตามินอีที่ใส่ในอาหาร คือ 0 10 20 และ 40 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร แม่ปลาตะกรับชุดที่เสริมวิตามินอี 20 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีเปอร์เซ็นต์แม่ปลาที่มีไข่เข้าสู่ระยะที่ 5 มากกว่าชุดการทดลองอื่น ดัชนีความสมบูรณ์เพศแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสูตรอาหาร ($p>0.05$) หลังจากเลี้ยงครบ 90 วัน นำแม่ปลาไปฉีดฮอร์โมน พบว่าแม่ปลาทุกชุดการทดลองสามารถฉีดไข่ผสมพันธุ์ได้แต่มีเฉพาะชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 20 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหารให้ไข่ฟักออกเป็นตัว Arshadi et al. (2020) ได้ศึกษาถึงผลของการเสริมวิตามินอีในอาหารสำหรับแม่พันธุ์กุ้งขาว (*L. vannamei*) ในระดับความเข้มข้น 0 10 30 และ 50 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ผลพบว่ากุ้งขาวมีความยาวนานักตัวรวม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตรารอดชีวิต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ จำนวนไข่ จำนวนไข่ต่อน้ำหนักตัวแม่กุ้งในทุกชุดการทดลองมีค่าไม่ต่างกัน ($p>0.05$) และกุ้งขาวที่กินอาหารผสมวิตามินอี มีค่าดัชนี ความตกไข่ ขนาดไข่ ที่ดีกว่ากุ้งที่กินอาหารไม่ผสมวิตามินอี โดยการผสมวิตามินอีในอาหาร 30 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการสืบพันธุ์และการแสดงออกของไวเทลโลจีนินยีน (*vitellogenin gene*)

ผลการศึกษาทางมัลติเพล็กซ์ของเซลล์สืบพันธุ์ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงผลของการเสริมวิตามินอีในอาหารต่อพัฒนาการของเซลล์ไข่ของกุ้งฝอยอย่างชัดเจน โดยพบว่าเซลล์ไข่ระยะ Primary oocyte ตรวจพบเฉพาะในชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ขณะที่เซลล์ไข่ระยะ Early previtellogenic พบในชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอีทั้งในระดับ 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ในทางตรงกันข้าม ไม่พบเซลล์ไข่ทั้งสองระยะดังกล่าวในชุดควบคุม นอกจากนี้ เซลล์ไข่ระยะ Late previtellogenic พบมากที่สุดชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร สำหรับเซลล์ไข่ระยะ Initial vitellogenic oocyte และ Early vitellogenic oocyte พบได้มากที่สุดชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร ขณะที่เซลล์ไข่ระยะ Late vitellogenic oocyte และ Mature oocyte พบได้มากที่สุดชุดการทดลองที่ไม่ได้เสริมวิตามินอี เมื่อพิจารณาจำนวนระยะของเซลล์ไข่ที่ตรวจพบ พบว่าชุดการทดลองที่เสริมวิตามินอี 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหารตรวจพบระยะของเซลล์ไข่จำนวน 7 และ 6 ระยะ ตามลำดับ จากทั้งหมด 8 ระยะ ในขณะที่ชุดควบคุมตรวจพบเพียง 5 ระยะ อีกทั้งจำนวนเซลล์ไข่ในแต่ละระยะของชุดที่ได้รับการเสริมวิตามินอีมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม แสดงให้เห็นว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารมีบทบาทในการส่งเสริมพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การพบเซลล์ไข่ในหลายระยะพร้อมกันภายในรังไข่บ่งชี้ว่ากุ้งฝอยที่ใช้ในการศึกษานี้มีศักยภาพในการวางไข่ได้หลายครั้งเมื่อได้รับอาหารเสริมวิตามินอี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Huang et al. (2010) ที่ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกุ้งน้ำจืด *Macrobrachium asperulum* ในธรรมชาติ และพบว่ากุ้งชนิดดังกล่าวสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี โดยพิจารณาจากการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ที่ปรากฏอย่างต่อเนื่อง ในด้านกลไกการทำงานของวิตามินอี Cavalli et al. (2001) รายงานว่าในกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) วิตามินอีมีการสะสมในรังไข่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงการสะสมไข่แดง (รังไข่ระยะที่ 1-3) และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเข้าสู่ระยะที่ 4 และ 5 อันเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายวิตามินอีจากรังไข่ไปสะสมในไข่เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานและสารต้านอนุมูลอิสระสำหรับการพัฒนาของตัวอ่อน รวมถึงทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสียหายของเซลล์ (Ebadi et al., 2021) ผลการศึกษานี้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงชี้ให้เห็นว่าวิตามินอีมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายสัตว์น้ำทั้งด้านการเจริญเติบโต การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ การสร้างไข่และน้ำเชื้อ ซึ่งส่งผลต่ออัตราการฟักและอัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำ (อภิชาติ, 2546) เช่น กุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่กินอาหารเสริมวิตามินอี 62 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหารมีปริมาณสเปิร์มสูง (Montalvo et al., 2022)

สรุป

การเลี้ยงกุ้งฝอยด้วยสูตรอาหารที่เสริมด้วยวิตามินอีในปริมาณที่ต่างกันคือ 0, 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเจริญเติบโต อัตรารอด การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ของทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่ต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าชุดการทดลองที่ได้รับการเสริมวิตามินอีทั้งในระดับ 100 และ 200 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหาร มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และจำนวนไข่ สูงกว่าชุดควบคุม สำหรับการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์โดยลักษณะมีไข่พบพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์แตกต่างในแต่ละชุดการทดลองทั้งในเรื่องจำนวนและระยะเซลล์ไข่ของกุ้งฝอยที่แสดงถึงความต่อเนื่องในการพัฒนาของไข่และจำนวนเซลล์ไข่ที่พบในแต่ละระยะ ทำให้ทราบว่ากุ้งฝอยสามารถวางไข่หลายครั้งจากการเสริมวิตามินอีในอาหาร จึงสรุปได้ว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารสำหรับกุ้งฝอยส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งฝอย โดยการเสริมอาหารกุ้งฝอยด้วยวิตามินอีในปริมาณเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/100 กรัมอาหารเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้วิตามินอีร่วมกับสารอาหารชนิดอื่น ๆ เพื่อพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการส่งเสริมทั้งด้านการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของกุ้งฝอย สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอยเชิงพาณิชย์ต่อไป

การอนุญาตวิจัยในสัตว์

การทดลองนี้ได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารอนุญาตเลขที่ (RMUTL-IACUC 009/2024) โดยคณะกรรมการกำกับและดูแลการดำเนินงานต่อสัตว์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2567 (FF2567P025) อุปรกรณ์ และครุภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย ไทยทุ่งฉิน, นนทวิทย์ อารีชัย, ส่งศรี มหาสวัสดิ์, เรืองวิชัย ยุ่นพันธ์ และสาธิต บุญน้อม. 2549. บทบาทของวิตามินซีและวิตามินอีต่อการสืบพันธุ์ของปลานิล *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). น. 303-313. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.
- ประเทือง เขาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพมหานคร.
- วลีรัตน์ มูลิกะสังข์, กฤษณา งามอาจ, จิระยุทธ รื่นศิริกุล และเพ็ญศรี เมืองยาว. 2553. ผลการเสริมวิตามินอีในอาหารต่อการพัฒนารังไข่และคุณภาพไข่ของแม่พันธุ์ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). กรมประมง. กรุงเทพฯ.
- สุริยัญ แสงหงษ์, นกสร สุขพันธุ์ และสุธิดา โส๊ะปิ่น. 2567. การเสริมวิตามินซีและวิตามินอีในอาหารเพื่อระบบสืบพันธุ์และความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์ปลาเวียน *Tor tambroides* (Bleeker, 1854). เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2567. กรมประมง. กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ เต็มวิชชากร. 2546. ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด, สำนักวิจัยและพัฒนา ประมงน้ำจืด, กรมประมง. กรุงเทพฯ.
- Arshadi A., A. Gharaei, and H. J. Mirdar. 2020. Effect of dietary vitamin E on reproductive performance and vitellogenin gene expression in broodstock of *Litopenaeus vannamei*. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 19: 2475-2492.
- Asli, C., and U. Tamer. 2017. Antioxidant vitamin E/Cyclodextrin inclusion complex electrospun nanofibers: enhanced water solubility, prolonged shelf life and photostability of vitamin E. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 65: DOI10.1021/acs.jafc.7b01562.
- Azzi, A., and A. Stocker. 2000. Vitamin E: non-oxidant roles. Progress in Lipid Research. 39: 231-255.

- Cavalli, R. O., M. Tamtin, P. Lavens, P. Sorgeloos, H. J. Nelis, and A. P. De Leenheer. 2001. The content of ascorbic acid and tocopherol in the tissues and eggs of wild *Macrobrachium rosenbergii* during maturation. Journal of Shellfish Research. 20: 339-343.
- Chang, C. F., and T. W. Shih. 1995. Reproductive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Invertebrate Reproduction and Development. 27: 11-20.
- Ebadi, H., M. Zakeri, S. M. Mousavi, V. Yavari, and M. Souiri. 2021. The interaction effects of dietary lipid, vitamin E and vitamin C on growth performance, feed utilization, muscle proximate composition and antioxidant enzyme activity of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture Research. 52: 3767-3779.
- Huang, K. H., J. P. Wu, S. Y. Wang, D. J. Huang, and H. C. Chen. 2010. Ovarian development in the freshwater prawn *Macrobrachium asperulum* (decapoda: palaemonidae). Journal of Crustacean Biology. 30: 615-623.
- Martins, J., K. Ribeiro, T. Rangel-Figueiredo, and J. Coimbra. 2007. Reproductive cycle, ovarian development, and vertebrate-type steroids profile in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Crustacean Biology. 27: 220-228.
- Montalvo, G., S. Campos, M. Arenas, A. Barreto, K. Escalante, G. Cuzon, and G. Gaxiola. 2022. Immune gene expression and antioxidant response to vitamin E enriched diets for males *Litopenaeus vannamei* breeder (Boone, 1931). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 268: 111187.
- Meeratana, P., and P. Sobhon. 2007. Classification of differentiating oocytes during ovarian cycle in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de man. Aquaculture. 270: 249-258.
- O'Donovan, P., M. Abraham, and D. Cohen. 1984. The ovarian cycle during the intermolt in ovigerous *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 36: 347-358.
- Putri, N. N. K. S., P. G. S. Julyantoro, and N. L. G. R. A. Saraswati. 2024. The effect of the addition of vitamin E and vitamin K on growth and survival of Giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) larvae. Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences. 8: 159-163.
- Watanabe, T., and R. V. Vassallo-Agius. 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. Aquaculture. 227: 35-61.
- Watanabe, T., M. Lee, J. Mizutani, T. Yamada, S. Satoh, T. Takeuchi, N. Yoshida, T. Kitada, and T. Arakawa. 1991. Effective components in cuttlefish meal and raw krill for improvement of quality of red sea bream *Pagrus major* eggs. Nippon Suisan Gakkaishi. 57: 681-694.