

# ปัจจัยในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

## Factors for Culturing Giant Freshwater Prawns

### (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) in the Northeastern

นพคุณ ภัคดีณรงค์ \*

Noppakun Pakdeenarong \*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Biology Department, Faculty of Science, Mahasarakham University

วันที่รับบทความ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2557

วันที่ตอบรับตีพิมพ์ 2 มีนาคม พ.ศ. 2558

#### บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้ ได้นำเสนอปัจจัยในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสามารถทำได้ในปัจจุบันนี้ เพราะมีปัจจัยจำเป็นพื้นฐานดังต่อไปนี้ จึงสามารถเลี้ยงได้ เช่น ปัจจัยพื้นฐานด้านสาธารณูปโภค ไฟฟ้า ประปา ถนน บ่อเลี้ยง เครื่องมืออุปกรณ์การเลี้ยง และพื้นดินควรเป็นดินเหนียวปนทราย การออกแบบการไหลของน้ำ การวางแนวบ่อ ต้องให้ออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้น ต้องมีแหล่งน้ำใช้ตลอดปี เช่น อยู่ใกล้แม่น้ำหรือเขื่อน เป็นต้น ด้านการขนส่งควรจะใช้ใกล้กับแหล่งเพาะลูกกุ้งเพื่อลดสภาวะเครียดจากการขนส่ง นอกจากนี้ลูกกุ้งที่นำมาเลี้ยง ต้องเป็นลูกกุ้งที่ปลอดเชื้อและควรดูแลเรื่องคุณภาพของอาหาร ด้านสารเคมีและยาที่มีการใช้เท่าที่จำเป็น และควรใช้จุลินทรีย์ในการสร้างสมดุลภายในบ่อเพิ่มขึ้น เป็นการป้องกันมากกว่าการรักษาจะช่วยส่งเสริมด้านความปลอดภัยทางอาหารสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้

คำสำคัญ: กุ้งก้ามกราม ปัจจัยการเลี้ยง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### Abstract

This article is focused on factors for culturing giant freshwater prawn in the northeastern. The giant freshwater prawn culture can be done nowadays because of the following factors such as the fundamental infrastructure of public utility, electricity and water supply, roads, ponds and farming equipment and the sandy clay soil. Water flow design must be well organization to increase dissolved oxygen in the water. Water sources must be plenty throughout the year located near the dam. Transportation should be close to breeding prawn sites to reduce the stress. Prawn larvae should be germ-free animal and caring about the feed quality. Chemical factors and medication should be applied as needed. Moreover, the balance microorganisms as prebiotics and probiotic should be used to increase prevention rather than curing in order to promote food safety and make consumer confidence.

**Keywords:** giant freshwater prawn, aquaculture factors, northeastern

\*Corresponding author. E-mail: noppakun241@gmail.com

## บทนำ

บทความวิชาการเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการรวบรวมปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะมีผลต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตน้ำจืด โดยจะกล่าวถึงปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยด้านสาธารณสุขโรค ปัจจัยด้านการเตรียมดินและเตรียมบ่อ ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ ปัจจัยด้านการขนส่งและสถานะเครียด ปัจจัยด้านสายพันธุ์กุ้ง ปัจจัยด้านอาหาร ปัจจัยด้านยาและสารเคมี ปัจจัยด้านโรคระบาด ปัจจัยด้านจุลินทรีย์ ซึ่งผู้เขียนได้รวบรวมข้อมูลไว้พอสมควร ปัจจัยในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังมีปัจจัยย่อยๆ อีกหลายปัจจัยซึ่งผู้เขียนจะกล่าวในโอกาสถัดไป บทความวิชาการฉบับนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะจะเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกร นักวิจัย นักศึกษา และบุคคลที่สนใจทั่วไป

## ประวัติของการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามเรารู้จักกันดีในชื่อ กุ้งแม่น้ำ กุ้งนาง หรือกุ้งหลวง เป็นสัตว์สองน้ำเพราะว่าต้องอาศัยทั้งในน้ำจืดและน้ำจืด (วณิชยา น้อยวงศ์คลัง, 2544) วงชีวิต (life cycle) ของกุ้งก้ามกรามจะต้องอาศัยการอพยพไปมาระหว่างน้ำจืดคือในแม่น้ำ ลำคลองกับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ (ประจวบ หล้าอุบล, 2527) โดยที่ระยะของการผสมพันธุ์และการวางไข่จะอาศัยในน้ำจืดแต่เมื่อกุ้งคว่ำตัว หรือเรียกว่ากุ้งระยะคว่ำ (juvenile stage) จะอพยพเพื่อไปเจริญเติบโตในแม่น้ำ จึงเป็นที่มาของชื่อกุ้งแม่น้ำ ซึ่งแม่น้ำที่กุ้งก้ามกรามอาศัยอยู่ต้องเชื่อมต่อกับทะเล (ยนต์ มุสิก, 2529)

ในประเทศไทยพบกุ้งก้ามกรามในแหล่งธรรมชาติได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีน บางปะกง เป็นต้น แต่ในปัจจุบันกุ้งก้ามกรามพบน้อยลง ดังนั้นกรมประมงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 ได้ทำการวิจัยและศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดินเป็นการจำลองสภาพธรรมชาติมาใช้ในลักษณะของฟาร์ม (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและกองส่งเสริมการประมง, 2545) ซึ่งช่วงแรกๆ ของการเพาะเลี้ยง เป็นการเพาะเลี้ยงในเขตภาคกลางแต่เนื่องจากมีความต้องการในการบริโภคมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากรสชาติถูกปาก จึงมีการขยายไปยังภาคอื่นๆ และได้ปรับจากการจับในแหล่งธรรมชาติหรือเลี้ยงแบบปล่อยมาเป็นการเลี้ยงแบบกักขังในฟาร์ม จึงทำให้มีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกันมากขึ้น การนำกุ้งก้ามกรามมาเลี้ยงในพื้นที่น้ำจืดทำได้โดยการขนส่งลูกกุ้งที่คว่ำแล้วมาเลี้ยง ประกอบกับธุรกิจการเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ก็เพราะเกษตรกรได้มองเห็นความสำคัญของการเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณสัตว์น้ำได้ตามต้องการแล้ว ยังเป็นอาชีพที่น่ารายได้มาให้ผู้เลี้ยงเป็นอย่างดีอีกด้วย (สำเนาวิ เสาวกุลและคณะ, 2553) งานวิจัยที่เกี่ยวกับกุ้งก้ามกราม เริ่มแรกจะเน้นการจัดทำโปรแกรมคัดเลือกสายพันธุ์ซึ่งพ่อแม่พันธุ์ถูกจับจากธรรมชาติ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ดี (New, 2002) มีการศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาทางระบบสืบพันธุ์ (Pakdeenarong & Damrongphol, 2010) จนปัจจุบันมีการศึกษาการทำงานการแสดงออกของยีนที่ทำให้กุ้งทนโรค ลูกตก โตเร็ว ควบคุมการตรวจวินิจฉัยการเกิดโรคในกุ้งที่มีประสิทธิภาพรวดเร็ว (Pillai & Bonami, 2012) หากประเมินได้เร็วเท่าไรเกษตรกรจะสามารถจัดการบ่อได้เร็วเท่านั้น สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับกุ้งในประเทศไทย มีงานวิจัยด้านแผนงาน ด้านระบบภูมิคุ้มกันในกุ้ง ด้านโรคกุ้งและการตรวจวินิจฉัย ด้านฮอร์โมนและระบบสืบพันธุ์ และด้านการเลี้ยงและสิ่งแวดล้อมในบ่อกุ้ง (นิพนธ์ พัวพงศธร, 2557)

สำหรับบทความวิชาการนี้ ผู้เขียนได้รวบรวมปัจจัยที่มีอิทธิพลในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

### ปัจจัยด้านสาธารณูปโภค

การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่เป็นแหล่งที่มีไฟฟ้า ประปา ถนน เครื่องมือและอุปกรณ์เลี้ยงกึ่ง สาระเคมี การกำจัดเชื้อ อยู่ในสถานะที่พอดำเนินการเลี้ยงกึ่งได้ การเดินทางที่สะดวกสบายขนส่งกึ่งเข้าออกได้ง่าย ยานพาหนะที่เหมาะสม มีบ่อเป็นของตัวเอง ตั้งอยู่ในท้องถิ่นที่สามารถจัดหาอาหารเองได้ มีการคมนาคมที่ดีใกล้ตลาด ทางรถหรือทางเรือ อยู่ไม่ห่างไกลจากแหล่งชุมชนมากนัก อยู่ในสถานที่ที่ปลอดภัยจากโจรผู้ร้ายและมิจฉาชีพ ไกลจากแหล่งระบาดหรือเคอร์แควดของโรคและศัตรูของกึ่งก้ามกราม แต่ที่เป็นปัญหาอุปสรรคของพื้นที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็คือห่างไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ลูกกึ่ง

### ปัจจัยด้านการเตรียมบ่อ

บ่อมีสภาพดินเหนียวปนทรายคือมีทั้งดินเลนโคลนและดินทรายมีการวางแนวบ่อ ออกแบบการสร้างบ่อเหมาะสม เช่นมีบ่อพักน้ำ บ่ออนุบาลลูกกึ่งและบ่อเลี้ยงกึ่ง บ่อพักน้ำที่ใช้สำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำ ส่วนบ่ออนุบาลลูกกึ่งหรือบ่อชำใช้สำหรับเลี้ยงกึ่งกว่าขนาด 5-8 เซนติเมตร แล้วจึงย้ายไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกึ่งจนกระทั่งจับขายจะช่วยป้องกันปัญหา ขนาดของกึ่งก้ามกรามไม่เท่ากัน บ่อเลี้ยงกึ่ง ควรมีขนาด 2-6 ไร่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 30-50 เมตร ลึก 1-1.5 เมตร การวางแนวบ่อควรวางตามยาวของแนวลม เพื่อให้กระแสลมช่วยหมุนเวียนน้ำและเติมออกซิเจน (ชูศักดิ์ แสงธรรม, 2545)

### ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ

บริเวณเลี้ยงกึ่งมักอยู่ในใกล้แหล่งน้ำจืดที่ใช้ได้ตลอดทั้งปี ฟาร์มกึ่งก้ามกรามในบางจังหวัด อยู่ใกล้กับเขื่อน เช่น จังหวัดกาฬสินธุ์ใกล้เขื่อนลำปาว จังหวัดหนองคายอยู่ในใกล้แม่น้ำโขง จังหวัดร้อยเอ็ดอยู่ในใกล้แม่น้ำชี จังหวัดสุรินทร์ใกล้แม่น้ำมูล และสถานที่ตั้งฟาร์มอยู่ไกลจากย่านโรงงานอุตสาหกรรมเพราะป้องกันการได้รับน้ำเสียจากโรงงาน นอกจากนี้ได้รับน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติแล้ว น้ำจากชลประทานและแหล่งน้ำใต้ดิน ก็มีความสำคัญในการสำรองน้ำในฤดูแล้ง และมีความคล่องส่งน้ำมายังฟาร์ม ส่วนคุณภาพของน้ำจะต้องใสสะอาด มีคุณภาพดี และการเอาน้ำออกและเอาน้ำใหม่เข้าบ่อจะทำให้บ่อสะอาดได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี

### ปัจจัยด้านการขนส่งและสภาวะเครียด

ปัจจัยที่ทำให้กึ่งเครียด ได้แก่ ความเครียดที่เกิดจากการขนส่ง บ่อกึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่มีการเพาะพันธุ์กึ่งในพื้นที่ ดังนั้น จึงต้องขนมาจากภาคกลางซึ่งกึ่งอาจตายในระหว่างการเดินทาง เนื่องจากความเครียด (วิชชุดา สุระเสียง, 2546) การขนส่งนอกจากเป็นปัจจัยทำให้สูญเสียลูกกึ่งแล้วยังต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันในการเดินทาง ค่าแรงงานที่เพิ่มต้นทุนการผลิตให้สูงขึ้นไปอีก (เชาว์ เทียนทอง, 2525) อย่างไรก็ตามสภาวะแวดล้อมก็มีส่วนทำให้กึ่งเกิดสภาวะเครียด ได้แก่ สภาวะเครียดจากภาวะกรดต่าง (pH stress) อุณหภูมิ (temperature stress) ทำให้ภูมิคุ้มกันลดลงและก่อให้เกิดโรคได้ง่ายๆ (Dierberg & Kiattstmkul, 1996) การให้อาหารที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของกึ่งในบ่อหรือการที่ต้องให้อาหารมากเนื่องจากการลี้ยงอย่างหนาแน่น จะทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์จากอาหารที่เหลือและขี้กึ่งที่ขับถ่ายออกมาในตะกอนเลนพื้นบ่อเป็นปริมาณมาก (คณิต ไชยาคำและคณะ, 2535) เมื่อเกิดการย่อยสลายจะทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารต่างๆ เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่มากด้วย ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะเป็นตัวเร่งส่งผลทำให้แพลงก์ตอนพืช

มีการเจริญหนาแน่นจนเกินไป ทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงมีสีเข้ม น้ำหนืดเร็ว มีค่าความโปร่งแสงต่ำ ซึ่งการที่อัตราการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเป็นไปอย่างรวดเร็วจนกระทั่งสูงเกินไป จะส่งผลให้ค่าพีเอชและออกซิเจนในบ่อบววันมีความแตกต่างกันมาก โดยในช่วงกลางคืนแพลงก์ตอนพืชปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยกระบวนการหายใจ จนกระทั่งถึงเช้าน้ำในบ่อเลี้ยงจะมีพีเอชลดลงมาก ส่วนปริมาณออกซิเจนก็จะลดต่ำลงด้วยและอาจไม่เพียงพอต่อกุ้งได้ ส่วนในเวลากลางวันแพลงก์ตอนพืชปล่อยออกซิเจนด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง น้ำจะมีค่าออกซิเจนสูงเกินจุดอิ่มตัวและมีค่าพีเอชสูง ซึ่งการแกว่งของค่าพีเอชและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่อนข้างมากย่อมส่งผลกระทบต่อกุ้งโดยตรง ทำให้กุ้งเครียด เจริญเติบโตช้า ติดเชื้อโรคร่างรวมทั้งการที่พีเอชของน้ำสูงขึ้นยังส่งผลกระทบต่อสัตว์ เช่น แอมโมเนีย มีความเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น ทำให้อันตรายต่อกุ้งได้ นอกจากนี้เมื่อมีปัจจัยที่ควบคุมการสังเคราะห์แสง เช่น ความเข้มแสงที่ลดลง ก็จะทำให้เกิดการตายของแพลงก์ตอนเหล่านี้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเกิดสภาวะขาดแคลนออกซิเจน ส่งผลให้กุ้งเครียด อ่อนแอ กุ้งกินอาหารได้น้อยลง หรืออาจมีการตายของกุ้งในกรณีที่ระดับออกซิเจนลดต่ำมาก (คณิต ไชยาคำและคณะ, 2535) ทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนที่บ่อ ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ยิ่งลดน้อยลงไปอีก เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีออกซิเจนจะเกิดได้ดี และเร็วกว่าการย่อยสลายที่ไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมสารอินทรีย์ต่างๆ เพิ่มมากยิ่งขึ้น และทำให้เกิดสารพิษบางชนิดจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนสารที่เป็นพิษต่อกุ้งจากกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยที่แบคทีเรียบางกลุ่มสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ได้โดยใช้ออกซิเจนจากซัลเฟต ทำให้ได้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเป็นรูปของสารประกอบซัลไฟด์ที่เป็นพิษต่อกุ้ง (คณิต ไชยาคำและคณะ, 2535) โดยความเป็นพิษนั้นจะทำให้สัตว์เกิดอาการคล้ายกับการขาดออกซิเจนแต่จะรุนแรงกว่าการขาดออกซิเจนมาก ซึ่งสภาวะดังกล่าวจะทำให้กุ้งอ่อนแอและเกิดการตายได้ สาเหตุที่ทำให้กุ้งเครียดที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือของเสียที่เกิดจากอาหารที่กุ้งกินเหลือ แล้วทำให้เกิดการหมักหมมเปลี่ยนไปเป็นสารแอมโมเนีย ซึ่งมาจากสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากตะกอนดินและอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้ง โดยจุลินทรีย์จะทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียในน้ำ ซึ่งถ้ามีมากจนเกินไปจะทำให้กุ้งขับถ่ายแอมโมเนียออกจากตัวน้อยลง ทำให้เกิดการสะสมอยู่ในเลือดและเนื้อเยื่อ ทำให้ค่าพีเอชของเลือดสูงขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ นอกจากนี้แอมโมเนียจะไปทำลายเหงือกและทำให้การขนส่งออกซิเจนได้ลดลง ทำให้กุ้งอ่อนแอ เครียด ติดโรคร่างและตายในที่สุด (Barnable, 1994)

### ปัจจัยด้านสายพันธุ์กุ้ง

แหล่งที่มาของพ่อแม่พันธุ์กุ้งอาจได้มาจากการใช้แห อวน และลอบ ในการจับแม่กุ้งที่มีไข่ติดท้องสีน้ำตาลอ่อนหรือน้ำตาลปนเทาจากแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วนำมาโรงเพาะเลี้ยงหรือแม่พันธุ์กุ้งที่สร้างจาก selective breeding program ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งเพื่อนำมาใช้ในการผลิตลูกพันธุ์กุ้งนั้น ต้องพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลรวมของอัตราการเจริญเติบโต ความแข็งแรงของกุ้ง โดยสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและความแข็งแรง โดยมักกล่าวกันว่ากุ้งที่โตเร็วจะอ่อนแอนั้นไม่เป็นที่จริงเพราะ อัตราการเจริญเติบโต ความแข็งแรง ความต้านทานโรคไม่มีความเกี่ยวข้องกัน สามารถพัฒนาแยกกันได้ ส่วนพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกรามเกษตรกรในจังหวัดกาฬสินธุ์นิยมใช้ลูกกุ้งจากบริษัทเอกชน ซึ่งเป็นลูกกุ้งปลอดเชื้อเพื่อลดความเสี่ยงในการเลี้ยง เนื่องจากเกิดการระบาดของโรคและอีกส่วนหนึ่งใช้พันธุ์จากจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐมและอื่นๆ ดังนั้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จึงสามารถเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นอาชีพได้ แม้ว่าจะไม่ชัดเจน

ติดต่อกับทะเล โดยการขนลูกกุ้งที่อยู่ในระยะคว่ำมาเลี้ยงจนกระทั่ง 4-5 เดือนจึงจับขายและเนื่องจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนอกพื้นที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ลูกกุ้งไว้ในพื้นที่ดังนั้นนักวิจัยพยายามเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำเกลือสินเธาว์ที่เสริมแร่ธาตุ พบว่าสามารถอนุบาลลูกกุ้งได้ แต่มีอัตราการรอดไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (วรรณนัท ทิรัญและคณิศร ศิลปาจารย์, 2548; ณัฐวุฒิ ทิพย์สุนทรศักดิ์และคณะ, 2548) การแก้ไขปัญหาเพื่อหาแหล่งเพาะพันธุ์ลูกกุ้งในพื้นที่เพื่อลดการใช้จ่ายจึงยังไม่ประสบผลสำเร็จ

### ปัจจัยด้านอาหาร

อาหารกุ้งมีใช้ 2 ประเภท คือ อาหารที่ทำขึ้นเองหรืออาหารจากธรรมชาติกับอาหารสำเร็จรูป อาหารกุ้งควรมีส่วนประกอบของ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เลซิติน คลอโรเลสเทอรอล วิตามิน แร่ธาตุ แยกย่อยประเภทของอาหารได้เป็นอาหารสด เป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น ปลา หอย อาหารผสมสดเป็นอาหารที่นำปลาเปิดมาผสมกับรำและปลายข้าว อาหารผสมอัดเม็ดสำเร็จรูป ผลิตโดยบริษัทโรงงานผลิตอาหารสัตว์ และอาหารผสมอัดเม็ดที่ผลิตขึ้นส่วนแร่ธาตุมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากกุ้งจะต้องใช้แร่ธาตุในกิจกรรมต่างๆ เช่น การลอกคราบและการสร้างเปลือกใหม่ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หรือน้ำย่อยต่างๆ รวมทั้งการรักษาสมดุลของแร่ธาตุและรักษาความเป็นกรดต่างภายในร่างกายของกุ้ง โดยปกติกุ้งรับแร่ธาตุได้ด้วยการดูดซึมผ่านเข้าทางเหงือก ช่องว่างของเปลือก การดูดซึมด้วยระบบทางเดินอาหารเอง แร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับกุ้ง แบ่งได้เป็นสองประเภท คือ แร่ธาตุที่กุ้งต้องการปริมาณมาก (Macro Minerals) ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โปแตสเซียม โซเดียม คลอไรด์และซัลเฟอร์โดยแร่ธาตุเหล่านี้กุ้งจะได้รับจากน้ำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายของกุ้ง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความเข้มข้นต่ำและมีการเลี้ยงกุ้งอย่างหนาแน่น (New & Valenti, 2000) ประเภทที่สองคือแร่ธาตุที่กุ้งต้องการในปริมาณน้อย (Micro Minerals) ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส ไอโอดีน สังกะสี และซิลิเนียม ซึ่งในน้ำจะมีน้อยส่วนใหญ่มักจะได้รับจากอาหาร หน้าที่และความสำคัญของแร่ธาตุ ยกตัวอย่างเช่น แคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นในการสร้างเปลือก การแข็งตัวของเลือด การยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ และการควบคุมสมดุลกรดต่างในร่างกาย แมกนีเซียม เป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในการสร้างเปลือก กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยรักษาสมดุลของแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกาย โปแตสเซียม รวมทั้งโซเดียมและคลอไรด์ เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญในการช่วยปรับระบบสมดุลของแร่ธาตุภายในร่างกายของกุ้ง โปแตสเซียมและโซเดียมจะทำหน้าที่ร่วมกันในการช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดต่างในร่างกายให้สมดุลและทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท เหล็ก เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อกุ้งโดยเป็นส่วนประกอบของโปรตีนและเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตและกระบวนการหายใจของเซลล์ ทองแดง เป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเลือดกุ้งและเอนไซม์หลายชนิด สังกะสี เป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด ทำให้กระบวนการสร้างเนื้อเยื่อเป็นไปอย่างปกติ (New & Valenti, 2000)

### ปัจจัยด้านสารเคมีและยา

ในกรณีของสารเคมีนั้น เกษตรกรในจังหวัดกาฬสินธุ์ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ (วิชชุตา สุระเสียง, 2546) จึงนับว่าเป็นข้อดีต่อผู้บริโภค เพราะถือได้ว่าเป็นการเพาะเลี้ยงแบบเกษตรอินทรีย์และมีความปลอดภัยทางอาหาร ไม่มีผลต่อระบบนิเวศรอบนอกชุมชนที่เลี้ยงกุ้งก้ามกราม เกษตรกรยังไม่มีความรู้และยังไม่เคยใช้อาหารเสริมประเภทพรีไบโอติกและโพรไบโอติก ป้องกันการติดเชื้อหรือเกิดโรค (สุวรรณวรสิงห์ และ ทิศธิยา แซ่ม้วน, 2549) การละเลยเรื่องโรคอาจจะนำมาซึ่งความ

เสียหายในวงกว้างได้ แต่ในปัจจุบันถือได้ว่าผลผลิตกุ้งอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคยอมรับได้สารเคมีที่ใช้ คลอรีน ฟอรัมาลิน ปูนขาว ต่างทับถม การใช้คลอรีนในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง สารประกอบคลอรีนที่นิยมใช้กันคือคลอรีนผงหรือแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อได้ดี หาซื้อง่าย และมีราคาไม่แพง โดยระดับของความเข้มข้นที่ใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรียจะอยู่ที่ 30-35 ส่วนในพัน (ppm) ซึ่งที่ความเข้มข้นนี้ยังสามารถฆ่าพาหะในน้ำได้ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่จะนำเชื้อไวรัสเข้ามาในฟาร์มกุ้ง การออกฤทธิ์ของคลอรีนจะขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำปริมาณสารอินทรีย์และสารที่เป็นตัวรีดิวซ์ในน้ำ โดยพีเอชของน้ำที่ต่ำลง จะทำให้การออกฤทธิ์ของคลอรีนดีขึ้น ในขณะที่ปริมาณสารอินทรีย์และสารที่เป็นตัวรีดิวซ์ในน้ำมากจะทำให้ประสิทธิภาพของคลอรีนลดลงเนื่องจากสูญเสียคลอรีนบางส่วนไปในการทำปฏิกิริยากับสารเหล่านั้น ทำให้เหลือคลอรีนสำหรับการฆ่าเชือน้อยลง ซึ่งปริมาณคลอรีนที่ต้องใช้สำหรับทำปฏิกิริยากับสารต่างๆในน้ำเรียกว่าค่าความต้องการคลอรีนของน้ำ ในสภาวะที่มีแสงแดด คลอรีนในน้ำจะเกิดการสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในบ่อที่อยู่กลางแจ้งควรลดคลอรีนลงในช่วงเย็น เพราะคลอรีนสลายตัวช้าในช่วงเย็นและจะทำให้ปริมาณคลอรีนในน้ำมีความเข้มข้นตามที่ต้องการในระยะเวลาที่นานที่สุด เพื่อให้ระยะเวลาที่เชื้อสัมผัสกับคลอรีนนานเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ (องอาจ เลาหวิณี, 2544) คลอรีนอาจทำให้เกิดอาการเครียดเนื่องจากมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นก่อนการปล่อยลูกกุ้งลงบ่อ ควรตรวจสอบก่อนว่าคลอรีนได้สลายตัวไปหมดแล้วหรือไม่ เพราะนอกจากจะฆ่าเชื้อที่ก่อโรคแล้วคลอรีนยังไปฆ่าสิ่งมีชีวิตต่างๆในน้ำด้วย เช่น แบคทีเรียที่มีประโยชน์ แพลงก์ตอนสัตว์หน้าดิน รวมทั้งอาหารตามธรรมชาติ ดังนั้นในบ่อเลี้ยงกุ้งหลังจากเติมคลอรีนลงไปในน้ำ 2-3 วันแล้ว จะต้องสร้างสมดุลของสิ่งมีชีวิตในน้ำขึ้นมาใหม่ โดยเติมแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์หรือโพรไบโอติก รวมทั้งเติมปุ๋ยเพื่อสร้างอาหารธรรมชาติให้กลับขึ้นมาใหม่ก่อนที่จะปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยง

### ปัจจัยด้านโรคระบาด

ปัจจัยด้านโรคส่งผลให้ผู้เลี้ยงไม่มีความมั่นใจในการลงทุนกุ้ง จึงต้องมีแนวทางป้องกันทั้งในด้านการจัดการการเลี้ยง การอนุบาลลูกกุ้งก่อนปล่อยลงบ่อเลี้ยง การใช้จุลินทรีย์ในการปรับสภาพแวดล้อมให้สมดุล การจัดการคุณภาพน้ำและพื้นบ่อ การให้อาหารอย่างเหมาะสม ส่วนโรคกุ้งกำเริบที่พบ มักพบโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียมากกว่า ไวรัส แต่การเกิดโรคจากไวรัสจะมีความรุนแรงและเสียหายมากกว่า เชื้อไวรัสที่พบได้แก่โรคไวรัสโนดา หรือ *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) กุ้งจะมีกล้ามเนื้อตายบริเวณลำตัว หาง ขาด้วนหางกุด โรค extra small virus (XSV) ทำให้กุ้งแคระแกรน เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ซึ่งมาจากแหล่งเพาะฟัก ทำให้กุ้งเรืองแสง (Kautsky *et al.*, 2000) แต่เกษตรกรไม่ได้จัดการในเรื่องของโรค อาจเพราะว่าเชื้อไม่ได้ระบาดหนักจนทำให้การเลี้ยงไม่ประสบผลสำเร็จ แต่ยังสามารถจับกุ้งขายได้แต่กุ้งอาจจะคุณภาพไม่ดีนัก แต่ยังคงอยู่ในการยอมรับจากผู้บริโภคได้ และโรคกุ้งที่เพิ่งมีการระบาดในฟาร์มกุ้งทะเลคือ โรคกุ้งตายด่วน หรือ EMS (Early Mortality Syndrome) เริ่มระบาดครั้งแรกในประเทศจีนเมื่อปี 2552 และกระจายมาสู่เวียดนาม มาเลเซียและไทย โดยพบว่าโรคนี้อาการของโรคคือตับและตับอ่อนวายฉับพลัน เชื้อที่เกี่ยวข้องพบว่าเป็นแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio parahaemolyticus* การตรวจวินิจฉัยในลูกกุ้งให้ทราบเร็วที่สุดก็ทำให้ป้องกันการระบาดและการสูญเสียเงินลงทุนได้ คุณสมบัติของเชื้อ *V. parahaemolyticus* โดยเจริญได้ดีในสภาวะที่มีเกลือร้อยละ 20-40 ppt อุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วง 30 -35 องศาเซลเซียส พีเอชเจริญได้ดีที่ 7.6 - 8.6 การตรวจวินิจฉัย เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ซีบีเอส (Thiosulfate citrate bile salts sucrose agar) สามารถแยกเชื้อ *Vibrio* ออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้น้ำตาลซูโครส

จะให้โคโลนีสีเหลืองและกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำตาลซูโครสให้โคโลนีสีเขียว ส่วน *V. parahaemolyticus* เป็นกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำตาลซูโครส ลักษณะระดับและดับอ่อนที่ติดเชื้อคือ E cells ไม่ทำงานหรือแบ่งตัว B, F และ R cells ถูกทำลาย โดยปกติแล้วเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม vibrio เป็นเชื้อประจำถิ่นที่พบได้ทั่วไปในน้ำเลี้ยงหรือตัวกุ้งทะเล ในสภาวะการเลี้ยงปกติที่กุ้งแข็งแรง มีภูมิคุ้มกันที่ดีและสภาพแวดล้อมดี เชื้อ vibrio ที่อยู่ในน้ำและตัวกุ้งจะไม่สามารถทำให้กุ้งเกิดโรคได้ แต่กุ้งจะเกิดการป่วยและตายจากเชื้อนี้ก็ต่อเมื่อมีปัจจัยโน้มนำต่างๆ ที่ทำให้กุ้งเครียด อ่อนแอ และความต้านทานโรคลดลง ซึ่งมักเกิดจากสภาวะแวดล้อมในบ่อที่ไม่เหมาะสม เช่น มีสารอินทรีย์สะสมมาก เชื้อให้เกิดการเพิ่มขึ้นและตายลงอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนในบ่ออย่างรวดเร็ว ค่าพีเอชในบ่อกลางวันกลางวันจะแกว่งมาก มีปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เกิดสาหร่ายในน้ำ เช่น แอมโมเนียและไนไตรท์ เกินกว่าระดับที่ปลอดภัยต่อกุ้ง รวมทั้งการเน่าเสียของพื้นบ่อและการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จึงจัดแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นเชื้อช่วยโอกาส ซึ่งในการควบคุมปัญหาที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ในบ่อเลี้ยง สามารถทำได้โดยการปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมในบ่อให้เหมาะสมกับความต้องการของกุ้ง โดยไม่มีความจำเป็นในการกำจัดเชื้อด้วยยาฆ่าเชื้อ ซึ่งการเผชิญกับโรคระบาดในกุ้งทะเล ในอนาคตอาจเกิดขึ้นกับกุ้งก้ามกรามได้เนื่องจากในระยะกุ้งวัยอ่อนนั้นจะต้องอาศัยนำทะเลในการเจริญเติบโต

### ปัจจัยด้านจุลินทรีย์สร้างสมดุล

การใช้โปรไบโอติกและโพรไบโอติกเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค จะทำให้กุ้งมีสุขภาพดี แข็งแรง ทำให้กุ้งเจริญดีเป็นการป้องกันมากกว่าการรักษา ในการจัดการฟาร์มของเกษตรกรใช้การป้องกันโรคตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์กุ้ง การเตรียมบ่อ การกำจัดพาหะของโรคและโพรไบโอติกเลี้ยงกุ้ง ทำให้กุ้งมีภูมิคุ้มกันสูงขึ้นและต้านทานต่อเชื้อ vibrio ได้ด้วย (นิตยา ยิ้มเจริญ, 2552) นอกจากนี้ยังพบว่ากุ้งมีอัตราการรอดตายสูง และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Rengpipat, 2001) การใช้โพรไบโอติก แม้ว่าปัจจุบันยังมีราคาแพง และเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังไม่นิยมใช้แต่ควรมีการส่งเสริมให้มากขึ้น เพราะเป็นการลดการเสียหายหากเกิดโรคระบาด ยกตัวอย่างเช่น จากการศึกษาที่ได้รับเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* และ *Aeromonas hydrophila* ที่เป็นสาเหตุจากการกินแล้วเชื้อจะเข้าไปยึดเกาะที่ทางเดินอาหารของกุ้งและสร้างสารพิษออกมาทำลายเนื้อเยื่อ การให้โพรไบโอติกโดยการผสมอาหารให้กุ้งกินน่าจะเป็นวิธีการป้องกันที่ตรงจุดและได้ผลมาก (อรวรรณ บุตรดีและคณะ, 2556) เนื่องจากโพรไบโอติกที่ทำให้กุ้งกินจะเข้าไปยึดพื้นที่ในทางเดินอาหารทำให้ ไม่มีพื้นที่สำหรับเชื้อก่อโรคเข้าไปจับ ซึ่งการใช้โพรไบโอติกให้มีประสิทธิภาพควรให้ปริมาณที่มากและเพียงพอ (องอาจ เลาหวิจิ, 2544) หน้าที่ของโพรไบโอติกคือทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและอาจยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ด้วย ส่วนโพรไบโอติกที่ใช้และขายในท้องตลาดส่วนใหญ่เพื่อระบบนิเวศที่สมดุลในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งมีให้เลือกใช้ตามช่วงระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้ง เป็นการเพิ่มความหลากหลายของจุลินทรีย์ ถ้าความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์น้อยแสดงว่าคุณภาพน้ำเข้าสู่ขั้นวิกฤต มีโอกาสเหนียวนำไปแบคทีเรียที่ไม่ดีเจริญเติบโตขึ้นมาได้ ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของกุ้ง การใช้โพรไบโอติกจึงเป็นการช่วยป้องกันไม่ใช้รักษา ดังนั้นโพรไบโอติกในทางเดินอาหารก็เช่นกันกล่าวคือจะช่วยให้กุ้งย่อยอาหารได้ง่าย ลดการปนเปื้อนของเชื้อที่ไม่เป็นประโยชน์ ป้องกันและรักษาภาวะที่เกิดจากการติดเชื้อและลดอาการการติดเชื้อ (Sivakumar *et al.*, 2012)

## สรุป

ปัจจัยที่สำคัญที่เป็นปัจจัยในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ ต้องอยู่ใกล้แหล่งน้ำจืดที่ใช้ได้ตลอดทั้งปี เช่นแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี หรือใกล้เขื่อน หรือเขตที่มีการชลประทาน สิ่งที่เกี่ยวข้องในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต้องคำนึงถึงเป็นพิเศษ คือการวางแผนการเลี้ยง ซึ่งต้องติดตามข้อมูลช่วงเวลาการปิด เปิดเขื่อน ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีระดับและปริมาณน้ำในแม่น้ำ ซึ่งสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกรอย่างมาก ปัจจัยรองลงมา คือปัจจัยด้านการขนส่งและสภาวะเครียด เพราะเขตแหล่งน้ำจืดไม่สามารถเพาะพันธุ์ลูกกุ้งได้เองจึงจำเป็นต้องขนส่งมาจากทางภาคกลางภาคที่ติดกับทะเล ดังนั้นปริมาณของลูกกุ้งที่คำนวณไว้จะต้องเผื่อจำนวนลูกกุ้งที่จะต้องตายเนื่องจากสภาวะเครียดในระหว่างการขนส่ง สุดท้ายปัจจัยเรื่องโรคระบาด เนื่องจากแหล่งน้ำจืดเป็นแหล่งเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อก่อโรคมกมาย โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียซึ่งมักเป็นเชื้อฉกฉวยโอกาสมักเจริญดีในน้ำจืดมากกว่าน้ำกร่อยและน้ำเค็ม และเมื่อกุ้งป่วย อ่อนแอ เครียด ก็จะทำให้กุ้งป่วยมากขึ้นจนทำให้กุ้งตายในที่สุด และปัจจัยที่ควรจะมีการส่งเสริมให้มากขึ้น คือ ปัจจัยด้านจุลินทรีย์สร้างสมดุล ควรเน้นการจัดการสารอินทรีย์ที่สะสมในน้ำและพื้นบ่อก่อนเป็นอันดับแรกและเสริมอาหารที่มีโปรไบโอติกหรือโพรไบโอติกให้บ่อยขึ้น เพราะเป็นการป้องกันปัญหาจากโรคมกกว่าการรักษาและช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กุ้ง ลดการเสียหายหากเกิดโรคระบาด ร่วมกับการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด บทความวิชาการนี้คาดว่าเกษตรกรจะได้แนวคิดในการเลี้ยงกุ้งและพึงระวังปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้ขาดทุนได้

## เอกสารอ้างอิง

- กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและกองส่งเสริมการประมง โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2545). *การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม*. กรุงเทพมหานคร: โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- คณิต ไชยาคำ, พุทธ ส่องแสงจินดา และ ดุสิต ต้นวิไล. (2535). *คุณสมบัติน้ำและผลผลิตในการจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา 2 ระบบในบริเวณจังหวัดสงขลา*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกรมประมง.
- จำเริญศรี พวงแก้ว, เจนจิตต์ คงกำเนิด และจุไลวรรณ รุ่งกำเนิดวงศ์. (2551). *ผลของวิตามินซีและวิตามินอีในอาหารกุ้งต่อองค์ประกอบเลือด การตอบสนองของภูมิคุ้มกัน และความต้านทานโรคในกุ้งกุลาดำ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.
- ชูศักดิ์ แสงธรรม. (2545). *กุ้งก้ามกราม*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: ปราณีเจริญบล็อกและการพิมพ์.
- เชาว์ เทียนทอง. (2525). *การวิเคราะห์ด้านการเงินของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในฟาร์มที่ประกอบการกิจการหลายอย่างในบางจังหวัดของประเทศไทย*. *วารสารเศรษฐกิจการเกษตรวิจัย*, 5(11), 68-97.
- ณัฐวุฒิ ทิพย์สุนทรศักดิ์, ประภาส โฉลกพันธ์รัตน์ และ สมพงษ์ ดุลย์จินดาชาภาพร. (2548). *อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในน้ำทะเลสังเคราะห์*. *วารสารวิจัย มช.* 5(ฉบับบัณฑิตศึกษา), 69-76.
- นิตยา ยิ้มเจริญ (2552). *การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (Penaeus monodon Fabricius)*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประจวบ หล้าอุบล. (2527). *กุ้ง*. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ยนต์ มุสิก. (2529). *การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม*. กรุงเทพมหานคร. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



- วณิชยา น้อยวงศ์. (2544). อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1863 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณนัท หิรัญชุฬหะ และคณิศร ศิลปาจารย์. (2548). การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* de Man โดยใช้ น้ำเกลือสินเธาว์เสริมแร่ธาตุ. ใน. การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2548. (หน้า 41). กรมประมง.
- วิษุตา สุระเสียง. (2546). ภารกิจเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตพื้นที่บ้านตูม ตำบลบัวบาน อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวรรณา วรสิงห์ และ ทิศจิยา แซ่ม้วน. (2549). การตรวจหาแบคทีเรียทางสุขอนามัยฟาร์มจากดิน น้ำ และเนื้อกุ้งในตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพนธ์ พัวพงศธร. (2557). EMS กับข้อคิดเรื่องนโยบายการวิจัย. ใน. การประชุมวิชาการพลิกฟื้นอุตสาหกรรมกุ้งไทยด้วยงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน. สภาวิจัยแห่งชาติร่วมกับสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). หน้า 27. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สำเนาวิ เสาวกุล, ประณิต งามเสน่ห์, กฤติมา เสาวกุล, สมาน จงเทพ, สมศักดิ์ ระย่น และ ศาคร แสงสุวอ. (2553). การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบผสมผสานในนาข้าวอินทรีย์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ผลกระทบต่อการผลิตข้าวและระบบนิเวศนาข้าว. วารสาร มทร. อีสาน. 3 (2), 46-61.
- องอาจ เลหาวินิจ. (2544). สารที่นิยมใช้ในการเลี้ยงกุ้ง. กรุงเทพมหานคร. วงศ์สว่างกราฟิโ.
- อรวรรณ์ นุตตรี, พรพรรณ ชูสุวรรณ และ กัญญา สอนสนิท. (2556). การคัดเลือกและจำแนกชนิดแบคทีเรียที่แยกได้จากทางเดินอาหารของกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 41(2), 404-413.
- Barnable, G. (1994). *Aquaculture biology and ecology of cultured species*. England: Eallis Horwood Limited.
- Dierberg, F.E. & Kiattstmkul, W. (1996). Impacts and Imolication of shrimp aquaculture in Thailand. *Environmental Management* , 20(5), 649-666.
- Kautsky, N., Ronnback, P., Tedengren, M. & Troell, M. (2000). Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *.Aquaculture*, 191(1), 145-161.
- New, M.B. & Valenti, W.C. (2000). *Freshwater prawn culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science.
- Pakdeenarong, N. & Damrongphol, P. (2006). Effects of All-trans retinoic acid on germ cell development of the embryos and larvae of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* *Biologia*, 61( 5), 621-625.
- Pillai, D. & Bonami, J.R. (2012). A review on the diseases of freshwater prawns with special focus on white tail disease of *Macrobrachium rosenbergii*. *.Aqua Res.* 43(7), 1029-1037.

- Rengpipat, S., Tanyanan, A., Piyaratitivorakul, S. & Menasveta, P. (2010). Use of a probiotic bacterium (*Bacillus* S11) for *Penaeus monodon* culture in net cages. In the 3<sup>rd</sup> Nation Symposium on Marine Shrimp : 90-102.
- Sivakumar, N., Sundararaman, M. & Selvakumar, G. (2012). Probiotic effect of *Lactobacillus acidophilus* against vibriosis in juvenile shrimp (*Penaeusmonodon*).African Journal of Biotechnology 11(91), 1581-1588.