

### 3 สะอาด แนวทางการเลี้ยงกุ้งในยุคปัจจุบัน

ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์\*

ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

#### บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้เทคนิค 3 สะอาด เป็นการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงกุ้งในฟาร์มเลี้ยงและโรงเพาะฟัก เพื่อผลิตกุ้งให้ได้คุณภาพดี โดยเทคนิคนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ 1) กุ้งสะอาด คือ เกษตรกรควรใช้ลูกกุ้งจากโรงเพาะฟักที่ใช้แม่พันธุ์กุ้งที่ปลอดเชื้อ 2) น้ำสะอาด คือ เกษตรกรควรมีบ่อพักน้ำให้เพียงพอและใช้น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วซึ่งผ่านการพักน้ำในบ่อเป็นเวลานานก่อนที่จะนำไปใช้ในบ่อเลี้ยง และ 3) บ่อสะอาด คือ เกษตรกรต้องสร้างบ่อเลี้ยงโดยการปูด้วยโพลีเอทิลีนและมีหลุมดูดตะกอนกลางบ่อ ปัจจุบันระบบการเลี้ยงกุ้งของประเทศไทยมีหลากหลายรูปแบบที่ได้นำเทคนิคนี้มาปรับใช้ในการเลี้ยงกุ้ง เช่น การเลี้ยงระบบน้ำโปร่ง ระบบหนาแน่นสูง ระบบน้ำหมุนเวียน และระบบไบโอฟิล็อก รูปแบบการเลี้ยงแบบพัฒนาหนาแน่นสูงเน้นการใช้บ่อเลี้ยงผ้าใบขนาดเล็ก 120-300 ตร.ม. ปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่น 120-500 ตัว/ลบ.ม. มีหลุมดูดตะกอนในการกำจัดของเสีย เกษตรกรจะเลือกเลี้ยงระบบใดควรคำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยงของตน

คำสำคัญ: กุ้งสะอาด น้ำสะอาด บ่อสะอาด ระบบน้ำหมุนเวียน และ ระบบไบโอฟิล็อก

\*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: pattawi@kku.ac.th

---

### 3 Clean Techniques in Shrimp Culture

---

Pattama Wiriyapattanasub\*

*Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand*

#### Abstract

The applications of 3 clean techniques are reared shrimp in grow out pond and hatchery system. The productions of postlarvae were good management. The 3 clean techniques should be 3 method consists of; 1) Clean of postlarvae is mean the farmer should be sure to buy the postlarvae only from breeders who use specific pathogen free broodstock. 2) Clean of water is mean the farmer should be used a reservoir pond and use only disinfected water that has been left settle rest for a long time in the reservoir pond when changing the water in their grow out ponds. 3) Clean of pond is mean the farmer must have a pond with polyethylene liner and waste of sump. The current culture system of shrimp farming has a variety of this technique such as clear water system, super intensive and intensive system, recirculating system and biofloc system. However, the intensive culture was developed to rear a small pond (120-300 m<sup>2</sup>) with plastic sheet liner and high density (120-500 ind/m<sup>3</sup>) of postlarvae rearing in the pond. This pond has sediment of sump. Therefore, The shrimp culture should be suitable for the area of farmer.

**Keywords:** Clean shrimp, Clean water, Clean the pond in shrimp culture, Recirculation system and Biofloc system

---

\* Corresponding author: E-mail: pattawi@kku.ac.th

## บทนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในช่วง 4-5 ปี ที่ผ่านมาต้องประสบปัญหาสำคัญและส่งผลกระทบต่อทุกภาคส่วน ตั้งแต่ต้นน้ำคือ กระบวนการผลิตลูกกุ้งจนกระทั่งปลายน้ำคือ ผลผลิตกุ้ง โดย ค.ศ.2012 ประเทศไทยพบการระบาดของโรคตายด่วน (Early Mortality Syndrome : EMS) ต่อมา ค.ศ. 2014 สหรัฐอเมริกาจัดอันดับให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการค้ามนุษย์ลำดับร้ายแรง (Tier 3) และสหภาพยุโรปตัดสิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากร (Generalized System of Preference: GSP) กับสินค้าประเภทกุ้งปรุงแต่งของประเทศไทย จากนั้น ค.ศ. 2015 สหภาพยุโรปให้ใบเหลืองเรื่องการทำประมงผิดกฎหมาย (IUU Fishing) และต่อเนืองใน ค.ศ. 2016 สหภาพยุโรปตัด GSP กับสินค้าประเภทกุ้งสดแช่เย็นของประเทศไทย เห็นได้ว่าประเทศไทยเผชิญปัญหาอย่างต่อเนื่อง และปัญหาสำคัญคือ การเกิดโรค EMS ส่งผลให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงประสบปัญหาขาดทุน เพราะกุ้งที่เลี้ยงอัตราการรอดตายต่ำและผู้ส่งออกไม่กล้าทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าจากผู้ซื้อในต่างประเทศ เนื่องจากไม่มั่นใจว่าผลผลิตกุ้งจะได้เพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ ทำให้รายได้ในการส่งออกกุ้งของประเทศไทยลดลงอย่างมาก จนสูญเสียส่วนแบ่งตลาดโลกและความเป็นผู้นำในการส่งออกกุ้งของประเทศไทยที่เคยเป็นอันดับหนึ่งมาหลาย

ทศวรรษ จึงทำให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องร่วมมือกันและหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยประเทศไทยมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการบริหารจัดการทรัพยากรประมงและด้านเพาะเลี้ยงต่างๆ ทั้งในระบบโรงเพาะฟัก เพื่อผลิตลูกกุ้งให้ได้คุณภาพและปลอดภัย ในระบบฟาร์มเลี้ยงต้องมีการจัดการและป้องกันโรคได้ดีมากขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตกุ้งของประเทศไทยมีแนวโน้มดีตั้งแต่ ค.ศ. 2015 ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 260,000 ตัน เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ค.ศ. 2016 และ 2017 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 300,000 ตัน (Table 1) จากที่ประสบปัญหาเรื่องโรคที่ผ่านมา และได้มีแนวทางการแก้ปัญหาโดยเทคนิค 3 สะอาด คือ กุ้งสะอาด น้ำสะอาด บ่อสะอาด ถือว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ทำให้ผลผลิตกุ้งเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด Apiruknusat (2016) ได้ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจโรคของกุ้ง และได้พัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์กุ้งแข็งแรง ตลอดจนการอนุบาล การเพาะเลี้ยง และการจัดการระหว่างการเลี้ยงเพื่อลดปัญหาโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิค 3 สะอาด สามารถประยุกต์ใช้เลี้ยงกุ้งช่วยป้องกันโรค และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่การเลี้ยงต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยเกษตรกรลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และผลผลิตสะอาด อย่างไรก็ตาม วิธีการเลี้ยงนี้สามารถนำไปถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรเพื่อสร้างความสำเร็จอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนในอนาคต

Table 1 Global Farmed Shrimp Production 2012-2017

Country/Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017*	%different 2016/2017*
Thailand	540	250	230	260	300	300	-
China	550	650	625	600	550	535	- 3%
Vietnam	170	240	300	210	260	320	+ 23%
Indonesia	105	180	200	220	270	260	- 4%
India	190	270	420	380	400	450	+ 13%
Malaysia	57	46	35	35	45	50	+ 11%
Philippines	40	52	57	48	53	55	+ 4%
Central-South	572	555	630	628	669	673	+ 1%
Other	85	65	70	100	110	135	+ 23%
Total	2,309	2,308	2,567	2,481	2,657	2,778	+ 5%

Unit: thousand tons

Source: Thai Shrimp Association (2017) \* estimate

### เทคนิค 3 สะอาดในการเลี้ยงกุ้ง

#### 1. กุ้งสะอาด

กุ้งสะอาดเป็นหัวใจสำคัญของการเลี้ยงกุ้ง โดยต้องปลอดจากเชื้อต่างๆ เริ่มจากพ่อแม่พันธุ์ เกษตรกรควรพิจารณาเลือกใช้ลูกกุ้งที่มาจากโรงเพาะฟักที่ได้มาตรฐาน พ่อแม่พันธุ์ต้องปลอดเชื้อและมีการพัฒนาสายพันธุ์มาแล้ว และกระบวนการผลิตในโรงเพาะฟักนั้นจะต้องให้ความสำคัญต่อระบบไบโอซีเคียว (Schuur, 2003) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อในทุกๆ ขั้นตอนของการผลิต และต้องไม่มีเชื้อก่อโรค เช่น ไวรัสแดงขาว (WSSV) โรคตายด่วน (EMS/AHPND) และไมโครสปอริเดีย (EHP) ไม่มีการปนเปื้อนตั้งแต่ต้นลูกกุ้งแข็งแรง และ มีการตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งก่อนลงเลี้ยงโดยวิธีวนซุนทรหรือซิมไบโอเทค (Limsuwan and Chanratchakool, 2004) การสุ่มตรวจปริมาณเชื้อบริโอในลูกกุ้ง โดยเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้คือ ต้องมีโคลิฟอร์มสีเหลืองไม่เกิน 100 โคลิฟอร์ม สีเขียวไม่เกิน 10 โคลิฟอร์ม และต้องไม่มีโคลิฟอร์มเรืองแสง จากการสุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 100 ตัว (Limsuwan and Chanratchakool, 2004) และทดสอบความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะความเค็ม หรือมีการตรวจสอบความแข็งแรงของลูกกุ้ง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 100 ตัว และทำให้ลูกกุ้งอยู่ในภาวะเครียดโดยใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม แช่ลูกกุ้งนาน 2 ชั่วโมง ถ้าผ่าน 2 ชั่วโมงแล้ว ลูกกุ้งยังไม่ตาย แสดงว่าลูกกุ้งแข็งแรง

#### 2. น้ำสะอาด

ในปัจจุบันแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อนอยู่ทั่วไปจนกลายเป็นเชื้อประจำถิ่น จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อไม่ให้มีการเพิ่มจำนวนขึ้นจนเป็นอันตรายต่อกุ้ง น้ำสะอาดจะต้องทำให้ตะกอนแขวนลอยลดน้อยลง สารอินทรีย์ในน้ำ (DOC: Dissolved Organic Carbon) ระดับต่ำ ไม่มีตะกอน มีแพลงก์ตอนไม่มากเกินไป ไม่มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) รวมทั้งต้องมีปริมาณน้ำสะอาดที่เพียงพอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง โดยต้องมีการวางแผนการเลี้ยงและทำการปรับปรุงโครงสร้างฟาร์มให้เหมาะสม สัดส่วนพื้นที่ระหว่างพื้นที่เก็บน้ำต่อพื้นที่การเลี้ยงที่เหมาะสมคือ 70:30 ปัจจุบันจำเป็นต้องใส่ใจคุณภาพน้ำที่จะนำมาใช้เลี้ยงต้องปลอดภัยต่อกุ้งมากที่สุด

โดยการจัดการลดสารอินทรีย์ที่อยู่ในมวลน้ำ ในกระบวนนี้ต้องใช้พื้นที่เก็บน้ำมากขึ้นมีปริมาณน้ำเพียงพอ มีการพักน้ำก่อนนำไปใช้อย่างน้อย 5 วัน และมีการใช้สารเคมีในการจัดการ เช่น ใช้ต่างทับทิม คลอรีน สารจับตะกอน เป็นต้น

#### 3. บ่อสะอาด

ต้องเริ่มตั้งแต่การเตรียมบ่อให้สะอาด เพื่อกำจัดของเสีย แหล่งอาศัย และอาหารของเชื้อโรค บ่อเลี้ยงปูโพลีเอทิลีนหรือพีอี มีหลุมรวมตะกอนกลางบ่อ มีการเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อตรวจเชื้อแบคทีเรียและเชื้อไวรัสที่ก่อโรคก่อนที่จะปล่อยกุ้งลงเลี้ยง มีบ่อเก็บตะกอนไม่ปล่อยตะกอนให้ล้นออกมา นอกฟาร์มเลี้ยง การติดตั้งเครื่องตีน้ำและเปิดให้เหมาะสม และสามารถรวมตะกอนได้ดี จะไม่กระทบต่อการกินอาหารของกุ้งและสามารถประหยัดพลังงานได้ สำหรับในระหว่างการเลี้ยงต้องมีการกำจัดตะกอนที่เกิดจากขี้กุ้ง และเศษอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้ง โดยดูดออกจากหลุมรวมตะกอนไปเก็บไว้ในบ่อเก็บตะกอน ต้องระวังอย่าให้ตะกอนเปลี่ยนเป็นสีดำหรือมีเลนเกิดขึ้น สิ่งที่สำคัญคือเกษตรกรต้องลดพื้นที่การเลี้ยงกุ้ง เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำสะอาดมากขึ้น แต่ไม่ได้ทำให้ผลผลิตกุ้งลดลง Thai Shrimp News (2017) ที่ได้เก็บข้อมูลการเลี้ยงกุ้งด้วยเทคนิค 3 สะอาด ต้นทุนต่ำแบบอิงธรรมชาติที่ฟาร์มเอกชน จ.สงขลา เลี้ยงด้วยน้ำความเค็ม 25-30 พีพีที มีบ่อพักน้ำพื้นที่ 3 ไร่ จำนวน 7 บ่อ และบ่อเลี้ยงพื้นที่ 3 ไร่ จำนวน 3 บ่อ (อัตราส่วน 70:30) การเตรียมน้ำทะเล คือสูบน้ำทะเลโดยตรง เข้ามายังบ่อพักน้ำที่ 1 ใช้ต่างทับทิม 15-20 พีพีเอ็ม ในการฆ่าเชื้อน้ำทะเล จากบ่อที่ 1 ทำเป็นฝายน้ำล้นต่อเนื่องไปยังบ่อที่ 2-5 หลังจากนั้นจะสูบน้ำเข้าบ่อเลี้ยงกรองด้วยผ้ากรองละเอียด และใช้น้ำนี้เติมช่วยพรางแสงแดดให้ลูกกุ้งในช่วงแรก โดยบ่อเลี้ยงปูด้วยพีอี 100 % และพื้นบ่อมีหลุมดูดตะกอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เมตร ก้นหลุมลึก 2.5 เมตรอยู่กลางบ่อเลี้ยง (Fig. 1) พื้นบ่อเป็นลักษณะเหมือนอ่างกระทะเพื่อให้ออกซิเจนและขี้กุ้งได้ง่าย มีเครื่องให้อากาศแบบใบพัด และให้ออกซิเจนโดยสายยางรอบบ่อเลี้ยง ปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่น 300,000 ตัว/ไร่ (หรือเท่ากับ 188 ตัว/ตร.ม.) เป็นการทดลองเลี้ยงเพื่อหาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบเลี้ยงกุ้งด้วยเทคนิค 3 สะอาด ไม่ใช่สารเคมีระหว่างเลี้ยง ทำการตรวจเช็คคุณภาพน้ำทุกวันและเติมแร่ธาตุสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สามารถเลี้ยงกุ้งได้นานถึง

105 วัน เริ่มมีการเก็บเกี่ยวกุ้งออกบางส่วนเป็นจำนวน 4 ครั้ง และครั้งที่ 5 จับหมดบ่อ ผลผลิตรวมทั้งหมดเฉลี่ย 15-20 ตัน/บ่อ โดยมีอัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.67 และยังมีมีการถ่ายน้ำในปริมาณ 20-40% ทุกวัน ไม่ได้มีระบบบำบัดน้ำ แต่ใช้วิธีการตกตะกอนในบ่อพักน้ำ ผลการเลี้ยงนี้ถึงแม้ประสิทธิภาพการให้อาหารยังคงไม่ดี แต่ระบบนี้ก็มีประสิทธิภาพของการเลี้ยงในเชิงผลผลิตมากกว่าประสิทธิภาพของกุ้งที่เลี้ยงในระบบถ่ายน้ำน้อยในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นจากปัจจัยสำคัญในการเลี้ยง การจัดการระหว่างการเลี้ยง รวมถึงสภาพแวดล้อมดีขึ้น และเกษตรกรใส่ใจในการเลี้ยงเป็นอย่างดี จะทำให้ผลผลิตกุ้งจากการเลี้ยงด้วยวิธีนี้เพิ่มมากขึ้นได้ และสามารถสร้างความยั่งยืนให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี



**Fig.1** Grow-out shrimp pond with plastic sheet liner 100% and sump (8-m diameter, 2.5-m deep)  
**Source:** Thai Shrimp News (2017)

**ค่ามาตรฐานต่างๆ ในระบบการเลี้ยง 3 สะอาด**

1. ค่า DOC (Dissolved Organic Carbon) ในน้ำ คือ ค่าปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายในน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากอาหารที่ตกค้างในบ่อเลี้ยงและการขับถ่ายของเสียจากกุ้ง วัดด้วยค่า potassium permanganate demand ค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ของน้ำพร้อมใช้คือ 0 พีพีเอ็ม สำหรับน้ำในบ่อเลี้ยงและบ่ออนุบาลต้องไม่เกิน 20 พีพีเอ็ม
2. ความขุ่นของน้ำ เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำที่ทำให้น้ำไม่โปร่ง โดยใช้ Turbidity meter มีหน่วยเป็น NTU (Nephelometric Turbidity Units) น้ำพร้อมใช้ต้องมีค่าไม่

เกิน 25 NTU ซึ่งค่าความขุ่นของน้ำประปาตามมาตรฐานต้องไม่เกิน 4 NTU

3. Total count vibrio ตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่ม vibrio โดยเฉพาะโคโลนีสีเขียวมากเกินไป (ไม่ควรเกิน  $10^2$  cfu/ml) ทำการตรวจเช็คในน้ำใช้ในการอนุบาลและลูกกุ้งก่อนปล่อยลงเลี้ยงด้วย (Limsuwan and Chanratchakool, 2004)

4. Biofilm check เป็นการตรวจเช็คการปนเปื้อนของเชื้อ vibrio และเชื้อ EHP สำหรับการตรวจเช็คการปนเปื้อนของเชื้อ EHP ต้องตรวจทั้งในตัวของกุ้งเป็นระยะๆ โดยการสุ่มและตรวจการปนเปื้อนของเชื้อที่บริเวณใยฟูสำหรับกรองน้ำ ในกรณีที่พบเชื้อต้องเข้มงวดในการดูแลตะกอนและควบคุมคุณภาพน้ำให้โปร่งมากขึ้น

5. Stress test คือ การทดสอบความแข็งแรงของลูกกุ้งที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มแบบเฉียบพลัน ต้องใช้เกณฑ์ผ่านที่ 95% ขึ้นไป (Limsuwan and Chanratchakool, 2004)

6. Oxidation Reduction Potential (ORP) คือค่าปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีในน้ำ โดยเกิดปฏิกิริยาการให้อิเล็กตรอน (Oxidation) หรือรับอิเล็กตรอน (Reduction) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิโวลต์ (mV) หากน้ำในบ่อมีค่า ORP ไปในทางบวกจะเกิดการใช้ออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ถ้าค่า ORP เป็นค่าลบแสดงว่าเกิดปฏิกิริยารีดักชัน คือการวัดค่าความเน่าเสียของบ่อเลี้ยง สามารถตรวจสอบทั้งในตะกอนและดินในบ่อได้พอดี ค่ามาตรฐานคือ ไม่เกิน -100 mV หากมีค่าเกินมาตรฐานถือว่าบ่อมีปัญหาต้องรีบจัดการแก้ไขทันที (Wongmaneeprateep, 2006)

**ประโยชน์จากเทคนิค 3 สะอาดในการเลี้ยงกุ้ง**

การเลี้ยงกุ้งตั้งแต่ ค.ศ. 2015 - 2017 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงโดยใช้เทคนิค 3 สะอาด คือ บ่อสะอาด น้ำสะอาด และกุ้งสะอาด สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงกุ้งหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่บ่อเลี้ยงไม่ถึง 1 ไร่ จนถึง 3 ไร่ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพการเลี้ยงและพื้นที่เลี้ยง สามารถสรุปรูปแบบการเลี้ยง (Table 2) ได้ ดังนี้

1. การเลี้ยงกุ้งแบบโปร่ง Songsaengjinda (2016) กล่าวว่า เป็นระบบการเลี้ยงแบบใหม่ที่เน้นการทำให้บ่อเลี้ยง

กึ่งมีสารอินทรีย์สะสมน้อยที่สุด ตั้งแต่การนำน้ำเข้ามาใช้ในบ่อโดยน้ำทะเลต้องผ่านการตกตะกอน และใช้สารเคมีบำบัดให้เป็นน้ำที่มีสารอินทรีย์ต่ำ เก็บไว้ใช้ถ่ายน้ำร่วมกับวิธีการดูดของเสีย และกึ่งที่อ่อนแอในระหว่างเลี้ยงจากหลุมดูดตะกอนกลางบ่อ ทำให้บ่อเลี้ยงกึ่งมีสารอินทรีย์ต่ำ กึ่งสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง โครงสร้างระบบเลี้ยงกึ่งแบบน้ำโปร่งนี้นิยมการปูพีอี 100% เพื่อหยุดบทบาทของดินพื้นบ่อต่อระบบนิเวศบ่อเลี้ยงกึ่ง และทำให้สามารถจัดการตะกอนเลนได้ดีขึ้น และสามารถนำเอาออกซิเจนที่ให้ดินบริเวณมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ระบบนี้ใช้เครื่องให้อากาศปริมาณมาก 4-10 แรงแม้/ไร่ และนิยมใช้บ่อขนาด 2-4 ไร่ และปล่อยกุ้งหนาแน่น 200,000-500,000 ตัว/ไร่ จุดเด่นของระบบนี้คือ สามารถจัดการให้มีสารอินทรีย์ต่ำ เลี้ยงกุ้งให้ผลผลิตสูง โดยต้องเก็บเกี่ยวบางส่วนระหว่างเลี้ยงเมื่อปริมาณกุ้งในบ่อถึงจุดสูงสุดที่ระบบสามารถจัดการ และยังเป็นระบบที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำ จุดด้อยของระบบเลี้ยงกึ่งแบบน้ำโปร่งคือใช้พื้นที่การเลี้ยงและทรัพยากรน้ำในปริมาณมาก มีต้นทุนสารเคมีในการจัดการน้ำสูง และต้นทุนพลังงานสูง

2. การเลี้ยงกุ้งความหนาแน่นสูง (super-intensive culture) เป็นการเลี้ยงในบ่อขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการเลี้ยงไม่เกิน 1 ไร่ หรือเรียกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งไรด์ิน (Raceway) บ่อเลี้ยงเป็นบ่อผ้าใบทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เมตร หรือเป็นบ่อผ้าใบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นระบบการเลี้ยงแบบความหนาแน่นสูงและบ่อเลี้ยงลักษณะนี้เน้นการจัดการง่าย การดูดของเสียโดยวิธีดูดผ่านท่อพีวีซี ระบบนี้เดิมอากาศโดยใช้รูปโบลเวอร์ขนาด 3-4 นิ้ว พร้อมมอเตอร์ 10 แรงแม้ และนิยมใช้บ่อขนาดเล็กความจุน้ำ 150-300 ลบ.ม. และปล่อยกุ้งหนาแน่น 200,000-300,000 ตัว/บ่อ สามารถทยอยจับกุ้งขายบางส่วน 3-4 ครั้ง อัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 20-40% จุดเด่นของระบบนี้คือ สามารถจัดการให้มีสารอินทรีย์และของเสียในบ่อได้ง่าย ใช้คนน้อย มีความเสี่ยงน้อย และให้ผลผลิตสูง จุดด้อยของระบบบ่อผ้าใบ คือ หลังจากปิดรอบการเลี้ยงอัตราการแลกเนื้อสูงกว่าบ่อดิน มีต้นทุนสารเคมีในการจัดการน้ำสูง

3. การเลี้ยงกุ้งแบบน้ำหมุนเวียน (Recirculation Aquaculture System; RAS) เป็นระบบน้ำที่ใช้แล้วมา

บำบัดและนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการใช้น้ำอย่างประหยัดและคุ้มค่า มีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบน้ำหมุนเวียนใช้เทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อทดแทนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบดั้งเดิม เช่น การเพาะเลี้ยงในบ่อดิน ระบบน้ำหมุนเวียนแตกต่างกับระบบ raceway ตรงที่ raceway เป็นระบบน้ำไหลผ่านออกจากบ่อเลี้ยงแล้วทิ้งไป การเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยระบบน้ำหมุนเวียนต้องควบคุมสภาวะที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและสุขภาพที่ดีของสัตว์น้ำ ระบบนี้จำเป็นต้องผลิตน้ำที่สะอาด มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ มีการกรองน้ำโดยระบบไบโอไฟเตอร์ โปรตีนสกินเมอร์ สาหร่าย หรือไบโอบอล ในการบำบัดน้ำก่อนนำกลับเข้ามาในระบบการเลี้ยงอีกรอบ (Ray, 2015) ซึ่งทำให้น้ำที่ไหลผ่านมีความสะอาดขึ้น และนำของเสียเศษอาหารออกจากน้ำหมุนเวียน ควรให้อาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนเพื่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำที่ดี และมีอัตราการรอดตายสูง การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบน้ำหมุนเวียน มีจุดเด่น คือ วิธีการนี้สามารถเพิ่มผลผลิตกุ้งได้สูงสุด สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงได้ดีเพื่อให้ได้อัตราการเจริญเติบโตที่ดีและสามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดี จุดด้อยคือ มีปริมาณน้ำจำกัดพื้นที่เลี้ยงจำกัดต้นทุนพลังงานสูงในการจัดการระบบหมุนเวียน

4. ระบบการเลี้ยงแบบไบโอฟลอค Ingthamjitr (2017) กล่าวว่า ไบโอฟลอค คือ การใช้ตะกอนจุลินทรีย์มาช่วยในการย่อยสลายซากของเสีย (แอมโมเนีย) เปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นของดีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ไบโอฟลอคสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติ แต่หากน้ำไม่หมุนเวียนหรือเคลื่อนไหว ฟลอคก็จะตกตะกอนสะสมที่พื้นก้นบ่อกลายเป็นของเสียเช่นเดิม ไบโอฟลอคจะเกิดเมื่อเกิดคุณสมบัติของอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในน้ำซึ่งการสร้างไบโอฟลอคในบ่อเลี้ยงกุ้งจะทำได้ต้องมีปัจจัยที่สนับสนุนการเกิดฟลอค ดังนี้

4.1 สัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน หรือ C:N ratio ที่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่มีประโยชน์คือ 20:1 หมายถึง ในน้ำจะต้องมีคาร์บอน 20 ส่วน ต่อไนโตรเจน 1 ส่วน แต่โดยทั่วไปในบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีไนโตรเจนสูงซึ่งเกิดจากอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งมีโปรตีนสูง ดังนั้นการจะปรับ C:N ให้ปริมาณคาร์บอนสูงขึ้นสามารถทำได้โดยการเติม

คาร์โบไฮเดรตลงในบ่อ แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้เติม ได้แก่ กากน้ำตาล น้ำตาลแดง และแป้ง

4.2 แบคทีเรีย เป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นกลไกสำคัญในการสร้างสารที่ทำหน้าที่ในการยึดรวมเอาสิ่งแขวนลอยในน้ำ ได้แก่ สารอินทรีย์ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ จนกลายเป็นตะกอนเบาแขวนลอยอยู่ในน้ำ

4.3 มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในปริมาณสูง และการเคลื่อนตัวของมวลน้ำต้องแรงและต่อเนื่อง ตลอดจนต้องมีการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม

Table 2 Advantages and Disadvantages of various shrimp culture system

Check list	Culture system			
	Clean-water	Intensive with plastic sheet liner	RAS	Biofloc
Size of pone (rai)	2-4	> 1	6-10	4-6
Deep (m)	1.5-2	0.8-0.9	1.5-2.5	1-1.2
Water Volume (ton/pond)	4,800-12,800	150-300	14,000-40,000	6,400-9,600
Density of PL (ind/m <sup>2</sup> )	120-320 (shrimp/rai)	120-200	60-120	20-40
Aerator (hp/rai)	4-10	3-4	2-4	1-2
Waste management	- Removal of sludge - Recirculation water	- Water changed 20-40 %	- Recirculation water - Protein skimmer	- Biofloc system
Suitable environment of culture system	- Outbreak of bacteria	- Outbreak of disease	- Outbreak of disease	-Outbreak of disease with grow out pond
Advantages	- Lower organic mater - High density of PL	- High density of PL	- Use water drops	- Prevent the disease
Disadvantages	- Use a lot of water resources	- Higher FCR	- Higher cost	- Use a lot of water resources

**การศึกษาการเลี้ยงกุ้งในรูปแบบต่างๆ**

การเลี้ยงกุ้งทะเลเพื่อป้องกันโรคและเพิ่มผลผลิตสูงขึ้น แต่มีการใช้พื้นที่การเลี้ยงน้อยลง โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการเลี้ยงหลากหลายรูปแบบ สรุปรจากการศึกษาได้ (Table 3) ดังนี้

Songsaengjinda (2016) ได้ศึกษาการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นสูงในบ่อขนาดเล็ก จำนวน 2 บ่อ บ่อขนาด 300 ตร.ม.

ความจุน้ำ 270 ลบ.ม. ปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่น 135,000 ตัว/บ่อ ในสภาพแวดล้อมควบคุมแสง ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาขนาดเล็ก ระยะเวลาการเลี้ยง 102 วัน มีการเก็บเกี่ยวกุ้งออกบางส่วนจำนวน 3 ครั้ง และครั้งที่ 4 ได้ผลผลิตรวมทั้งหมด 2,450 กก. (9.07 กก./ลบ.ม.) อัตราแลกเนื้อ 1.67 และ Thai Shrimp news (2017) ได้เก็บข้อมูลการเลี้ยงกุ้งแบบไร้ดิน ระบบหนาแน่นสูงในบ่อขนาดเล็กของฟาร์ม

เอกชน จำนวน 3 บ่อ บ่อผ้าใบทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เมตร น้ำลึก 80 เซนติเมตร ความจุ 176 ลบ.ม. ปล่อยกุ้งใน อัตราความหนาแน่น 50,000 ตัว/บ่อ มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 20-40% มีการคุมแสงโดยใช้สีน้ำเทียม และมีการเก็บเกี่ยว กุ้งออกบางส่วนจำนวน 3 ครั้ง และครั้งที่ 4 ได้ผลผลิตรวม ทั้งหมด 1,834 กก. (10.43 กก./ลบ.ม.) อัตราแลกเนื้อ 1.70 การเลี้ยงทั้ง 2 รูปแบบนี้ได้ผลผลิตใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับเกษตรกรในการนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตน

นอกจากนี้ Ray *et al.* (2017) ได้ทดลองการเลี้ยง กุ้งในระบบแตกต่างกัน 2 ระบบ คือ ระบบน้ำหมุนเวียน (RAS) และระบบไบโอฟลอค (Biofloc) ในบ่อทดลองขนาด 1.36 ลบ.ม. ปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่น 250 ตัว/บ่อ ระยะเวลาการเลี้ยงนาน 55 วัน ศึกษาคุณภาพน้ำ อัตราการ เจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย พบว่าระบบน้ำ หมุนเวียนมีคุณภาพน้ำดีกว่าระบบไบโอฟลอค เนื่องจากมี การเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า ระบบไบโอฟลอคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วน อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายทั้ง 2 ระบบ ไม่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ Esparza-Leal *et al.* (2015) ที่ได้ศึกษา อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งระยะ โปสลาวาในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบไบโอฟลอคที่ระดับ ความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1,500 3,000

6,000 และ 9,000 ตัว/ลบ.ม. ระยะเวลาการเลี้ยงนาน 42 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตที่ระดับความหนาแน่น 1,500 และ 3,000 ตัว/ลบ.ม. ที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำหมุนเวียน มากกว่าระบบไบโอฟลอคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และอัตราการรอดตายที่เลี้ยงด้วยระบบน้ำ หมุนเวียนมีค่าสูงกว่าระบบไบโอฟลอค แต่ไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) นอกจากนี้ Effendy *et al.* (2016) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ของกุ้งในระบบกึ่งหนาแน่นเปรียบเทียบกับระบบไบโอฟ ลอคในบ่อโพลีเอสเตอร์ที่สิ้นขนาด 300 ตร.ม. ปล่อยกุ้งระยะพี แอล 20 ในอัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. ระยะเวลา การเลี้ยงนาน 120 วัน โดยในระบบกึ่งหนาแน่นมีการเปลี่ยน ถ่ายน้ำ 10% ส่วนระบบไบโอฟลอคไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ พบว่า การเลี้ยงระบบไบโอฟลอคน้ำหนักกุ้งสุดท้ายมากกว่า ระบบกึ่งหนาแน่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < 0.05$ ) ส่วน อัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีค่าไม่ แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ซึ่งการเลี้ยงกุ้งในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นรูปแบบการเลี้ยงแบบพัฒนา โดยลดพื้นที่การ เลี้ยงลง แต่ได้ผลผลิตกุ้งสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงกุ้ง รูปแบบใดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่และความรู้ ความเข้าใจของผู้เลี้ยงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ประสบความสำเร็จสูงสุด

**Table 3** Effect of density on growth performance on shrimps

Culture system	Level of density	Period of culture (day)	Survival rate (%)	FCR	Biomass Produced
Water change <sup>1</sup>	124 <sup>1</sup> (shrimp/m <sup>2</sup> )	56	79	1.47	1,418.32 (kg/rai)
	25 <sup>1</sup> (shrimp/m <sup>2</sup> )	56	93	0.92	443.52 (kg/rai)
RAS	250 <sup>2</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	55	78	1.50	2.00 (kg/m <sup>3</sup> )
Intensive with plastic sheet	450 <sup>3</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	102	75	1.67	9.07 (kg/m <sup>3</sup> )
	285 <sup>4</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	90	78	1.70	10.43 (kg/m <sup>3</sup> )
Biofloc	250 <sup>2</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	55	69	1.80	1.70 (kg/m <sup>3</sup> )
	300 <sup>5</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	40	75	1.34	2.72 (kg/m <sup>3</sup> )
	400 <sup>5</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	40	67	1.49	2.99 (kg/m <sup>3</sup> )
	500 <sup>5</sup> (shrimp/m <sup>3</sup> )	40	59	1.71	2.63 (kg/m <sup>3</sup> )
Semi-intensive	100 <sup>6</sup> (shrimp/m <sup>2</sup> )	120	83	2.90	981.28 (kg/rai)
Semi-biofloc	100 <sup>6</sup> (shrimp/m <sup>2</sup> )	120	81	2.60	1,093.28 (kg/rai)

Source: <sup>1</sup>Juan *et al.* (2017); <sup>2</sup>Ray *et al.* (2017); <sup>3</sup>Songsaenjinda (2016); <sup>4</sup>Thai Shrimp News (2017); <sup>5</sup>Gang *et al.* (2017) and <sup>6</sup>Effendy *et al.*(2016)



## สรุป

ระบบการเลี้ยงกุ้งในอนาคตไม่ว่าจะเลือกระบบใด เช่น การเลี้ยงระบบน้ำโปร่ง ระบบน้ำหมุนเวียน ระบบบ่อไร้ดิน หรือระบบไบโอฟลอค ควรคำนึงถึงจุดด้อยหรือจุดเด่นในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหาร และต้นทุนพลังงานในการจัดการเลี้ยงกุ้ง กำลังการผลิตต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น และมีความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยง เนื่องจากการลดและ

ควบคุมของเสียในระหว่างการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสู่รูปแบบการผลิตกุ้งทะเลที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศต่ำกว่าระบบปัจจุบันที่เลี้ยงกุ้งในบ่อดิน ซึ่งประเทศไทยมีความพร้อมด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการพัฒนาระบบดังกล่าวให้สมบูรณ์และสามารถนำมาใช้งานได้จริง เพื่อให้เกิดระบบเลี้ยงกุ้งที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยในอนาคต

## References

- Apiruknosit, P. 2016. CP Model. Thailand Shrimp. 26<sup>th</sup> 14 December. Surat Thani Province. (in Thai)
- Effendy, I., Deen, S.A. and Chithambaran, S. 2016. Semi Intensive and Semi Biofloc Methods for the Culture of India White Prawn, *Fenneropenaeus indicus* in High-density Polyethylene Liner Ponds. HAYATI J. Bios. 23:106-110.
- Esparza-Leal, H.M., Cardozo, A.P. and Wasielesky, W. 2015. Performance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae reared in indoor nursery tanks at high stocking density in clear-water versus biofloc system. Aquacult. Eng. 68:28-34.
- Gang, L., Songming, Z., Dezhao L., Xishan, G. and Zhangying, Y. 2017. Effect of stocking density of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) on immunities, antioxidant status and resistance against *Vibrio harveyi* in a biofloc system. Fish & Shellfish Imm. 67:19-26.
- Ingthamjitr, S. 2017. Biofloc Technology A Practical Guidebook. Kasetsart University. Bangkok. 232 pp. (in Thai)
- Juan, P.A., Robles-Romo, A., Alvarez-Ruoz, P., Santamaria-Miranda, A., Olivia, A. and Racotta, I. S. 2017. Influence of stocking density and exposure to white spot syndrome virus in biological performance, metabolic, immune and bioenergetics response of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture. 429:528-537.
- Limsuwan, C. and Chanratchakool, P. 2004. Shrimp aquaculture industries of Thailand. National Research Council of Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Ray, A.J. 2015. Indoor-raised shrimp find potential market in Kentucky State University test. Global Aquacult. Advocate. 18(6):76-77.
- Ray, A. J., Thomas, H. and Cecil, D.A. . 2017. Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional contributions estimated using stable isotopes. Aquacult. Eng. 77: 9-14.
- Schuur, A. M. 2003. Evaluation of biosecurity applications for intensive shrimp farming. Aquacult. Eng. 28:3-20
- Songsaengjinda, P. 2016. Shrimp farming system in the future of Thailand. 5<sup>th</sup> Thailand shrimp Conference, 10-11 September 2016. Songkhla Province. (in Thai)

Thai Shrimp Association. 2017. Shrimp Industry Trends in Thailand 2017. [Accessed May 20, 2017]. Available from: URL: <http://www.thinsiam.com>. (in Thai)

Thai Shrimp News. 2017. 3 Clean technique in shrimp culture with lost cost [online]. [Accessed February 8, 2018]. Available from: URL: <https://www.facebook.com/shrimpnewsThai/.../1152123858165526/>. (in Thai)

Wongmaneeprateep, S. 2006. The Effect of Sodium Nitrate Base (Nutrilake) on Raising Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius) in a Closed System. Master of Science (Fisheries Science). Kasetsart University. Bangkok. 128 pp. (in Thai)