

## นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ชนกันต์ จิตมนัส\*

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อ. สันทราย จ. เชียงใหม่

## บทคัดย่อ

นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีความจำเป็นมากเพื่อให้ธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นไปอย่างยั่งยืน ช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพมีส่วนสำคัญในการผลักดันทำให้เกิดนวัตกรรมต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ การผลิตสัตว์น้ำเทศเดี่ยวโดยไม่ใช้ฮอร์โมน การผลิตสัตว์น้ำให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค การจัดการโรคสัตว์น้ำเพื่อลดการใช้ยาและสารเคมี เทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ ระบบการจัดการเลี้ยงและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรไทยให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสัตว์น้ำที่สำคัญของโลก

คำสำคัญ: นวัตกรรม และ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

Aquaculture Technology Innovation

Chanagun Chitmanat

### Abstract

Aquaculture technology innovations are very significant for sustainable aquaculture operation. They are able to reduce the operating cost, enhance productivity, and increase competitiveness. The creativity, scientific thinking, and biotechnology play important roles to generate various innovations including fish genetic improvement, monosex production without hormone application, fish culture to meet the quality standard and food safety, fish health management to cut down the chemical and antibiotic usages, aquatic feed technology, rearing system and environment management. In sum, aquaculture technology innovations are vital tools to solve the problems of Thai farmers in order to improve their life quality and promote Thailand to be a world recognized site for aquatic animal producers.

**Keywords:** Innovation and Aquaculture

ความท้าทายที่ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องเผชิญในปัจจุบันและอนาคต ได้แก่ ความแปรปรวนของสภาพอากาศ อากาศร้อนจัด หนาวเย็นจัด ปัญหาภัยแล้ง การขาดแคลนน้ำ ปัญหาโรคระบาด คุณภาพพ่อแม่พันธุ์และลูกพันธุ์ที่ถดถอย นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งสร้างรายได้ที่ยั่งยืนแก่เกษตรกรและผลิตอาหารเลี้ยงประชากร นวัตกรรมเพื่อพัฒนาอาหารสัตว์น้ำที่มีคุณภาพดีซึ่งทำให้สัตว์น้ำโตเร็ว แข็งแรงและไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำต้นทุนต่ำ ประหยัดพลังงานและน้ำ การจัดการคุณภาพน้ำ เทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์สัตว์น้ำที่ทนต่อโรค นวัตกรรมที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้จริงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใส่ปุ๋ยระหว่างการเลี้ยงเพื่อเพิ่มอาหารสมทบแก่สัตว์น้ำและลดต้นทุนค่าอาหารได้มีมาตั้งแต่อดีต ยังคงมีการใช้กันอยู่ แต่ต้องปรับเปลี่ยนวิธีเพื่อป้องกันพาหะนำโรคการคิดค้นนวัตกรรมใหม่หรือการปรับวิธีการเก่า ๆ ให้ดีขึ้นเพื่อที่จะผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอและมีคุณภาพที่ได้มาตรฐานสำหรับผู้บริโภคทั่วโลกไม่ใช่เรื่องไกลตัว บทความนี้เป็นบทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

### นวัตกรรมจัดการพันธุ์สัตว์น้ำ

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำมีความก้าวหน้าน้อยกว่าการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์บก (Subasinghe *et al.*, online) สัตว์น้ำเพียงไม่กี่ชนิดที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ (Gjedrem 1997) ผู้เพาะพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้วิธีดั้งเดิมคัดเลือกพันธุ์ที่ดีจากลักษณะภายนอก เช่น กุ้งที่มีหัวเล็ก ปลานิลสันหนาและตัวโต ปลาสวยงามต้องมีสีสรรสวยงาม มีการใช้พ่อแม่พันธุ์จำนวนมากจากหลายแหล่งเพื่อลดความเสี่ยงของปัญหาเลือดชิด ตัวอย่างการปรับปรุงพันธุ์ปลานิลของไทย ได้แก่ ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาหรือมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษว่า ปลานิล GIFT ซึ่งย่อมาจาก Genetic Improvement of Farmed Tilapias ปลานิลสายพันธุ์นี้ได้รับการพัฒนามาจากประชากรปลานิล (*Oreochromis niloticus*) สายพันธุ์ต่างๆ 8 สายพันธุ์ ซึ่งรวบรวมมาจาก 8 ประเทศ ได้แก่ ไทย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไต้หวัน อิสราเอล อียิปต์ กานา เซเนกัลและเคนยา โดยทำการผสมข้าม

ประชากรแล้วคัดเลือกปลาที่มีลักษณะที่ต้องการเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์รุ่นต่อไป ลักษณะเด่นของ ปลานิลสายพันธุ์นี้มีหัวเล็ก เนื้อมาก โตเร็ว จากการทดสอบพบว่ามียัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปลานิลพันธุ์พื้นเมือง Eknath และ Acosta (1998) ได้คัดเลือกพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์ GIFT โดยวิธีร่วมกันทั้งแบบแต่ละตัวและครอบครัว (Combined selection) ของอัตราการเจริญเติบโตเป็นเวลา 8 ชั่วโมงพบว่า ปลานิลสายพันธุ์ GIFT มีความก้าวหน้าในการคัดเลือก (genetic gain) ประมาณ 12-17% ต่อชั่วโมง ศูนย์วิจัยพันธุกรรมสัตว์น้ำปทุมธานีได้นำพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์ GIFT รุ่นที่ 9 เข้ามาในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2545 เพื่อทำการทดสอบพันธุ์และกระจายพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์ GIFT รุ่นที่ 9 เป็นปลานิลสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตเร็วกว่าเดิมถึง 85% (ICLARM, 1998)

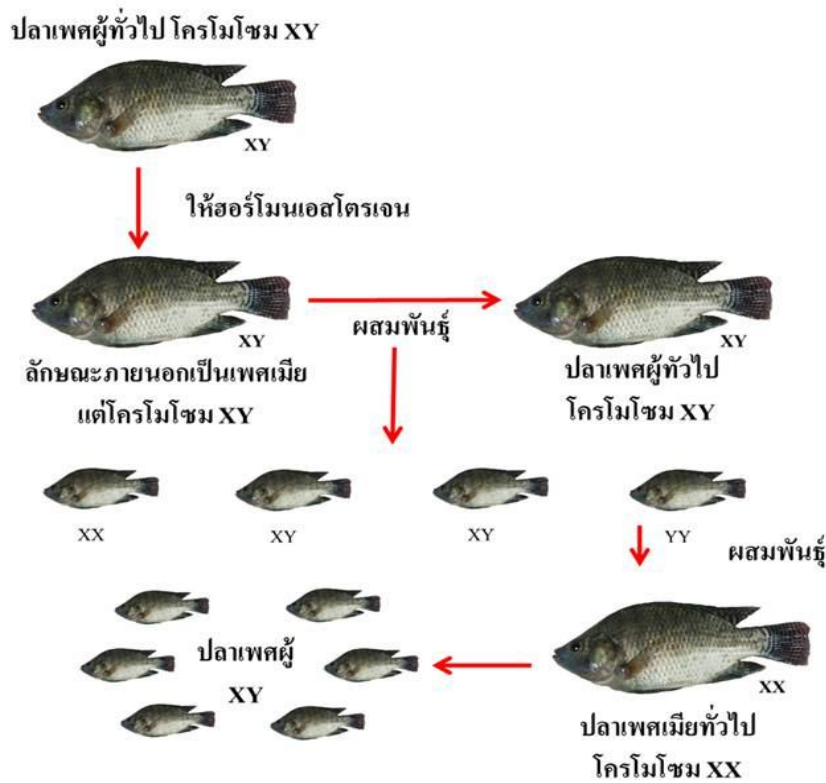
มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเก็บรักษาไข่และน้ำเชื้อทำให้ไม่ต้องเก็บรักษาหรือดูแลพ่อแม่พันธุ์ที่มีชีวิต โดยเฉพาะปลาที่กำลังใกล้จะสูญพันธุ์ เทคโนโลยีชีวภาพยังมีส่วนช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต อัตรารอดและผลผลิตสัตว์น้ำเพิ่มคุณภาพของเนื้อและรสชาติ มีการค้นหายีนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการต้านทานโรคสำหรับปลาไนและปลานิลในเอเชีย (Kocher *et al.*, 1998) รวมถึงงานวิจัยตัดต่อยีนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต ทนความหนาว ต้านทานโรคและสร้างสีสรรให้กับปลาแซลมอน ปลานิลและปลาคาร์พ (Bremer *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตาม ปลาถ่ายยีนหรือตัดแต่งพันธุกรรมยังไม่มีการจำหน่ายแพร่หลาย ทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ต้องห้ามในบางประเทศ Mialhe *et al.* (1995) กล่าวว่า มีการตัดต่อยีนในกุ้งทะเล แต่ยังไม่มีการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ จะเห็นได้ว่า มีการใช้งบประมาณสำหรับงานวิจัยด้านการดัดแปลงพันธุกรรมสำหรับสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง แม้ว่าจะไม่มีรายงานว่า ผลเสียของการบริโภคอาหารดัดแปลงพันธุกรรม แต่กลับมีความกังวลเกี่ยวกับความเสี่ยงของการใช้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบดัดแปลงพันธุกรรมจำนวนมาก

เนื่องจากการเจริญเติบโตของปลาแต่ละเพศในไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีการผลิตปลาเพศเดียว เช่น การผลิตปลานิลเพศผู้ การผลิตปลาหมอไทยเพศเมีย โดยการให้อาหารผสมฮอร์โมน อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ผู้บริโภครายไม่นิยมรวมทั้งไม่ตอบสนองนโยบายการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ การทำไจโนเจนซิส (gynogenesis) เพื่อให้ได้ปลาเพศเมียเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง Komen and Thorgaard (2007) ได้สรุปงานวิจัยเกี่ยวกับการทำไจโนเจนซิส พบว่า ผลที่ได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งอัตราการรอดและสัดส่วนเพศปลาที่คาดหวัง นิตกร (2549) ทดลองเหนี่ยวนำไจโนเจนซิสไข่ปลาหมอไทย

โดยผสมไข่ปลาหมอไทยกับน้ำเชื้อปลาตะเพียนขาวที่ผ่านรังสีอัลตราไวโอเล็ต (15 W) นาน 1 นาที แล้วซ็อกด้วยความเย็น นาน 3 – 8 นาที ให้อัตรารอดหลังฟักเพียง 19.22% ตรวจสอบเพศหลังอายุ 200 วัน พบว่าได้อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 3.59:1 ซึ่งสรุปว่าไม่สามารถผลิตปลาหมอไทยเพศเมียล้วนด้วยวิธีใจโนเจนซิส ส่วนปลานิลเพศผู้ที่เจริญเติบโตเร็วกว่าเพศเมีย จึงมีการผลิตปลานิลพ่อพันธุ์ที่เป็น YY-supermale (YY-chromosome) จากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลแปลงเพศเพศเมีย (XY-

female) กับปลานิลเพศผู้ปกติ (XY-male) ซึ่งพ่อพันธุ์ดังกล่าวเมื่อผสมพันธุ์กับปลานิลเพศเมียปกติ (XX-female) จะได้ปลานิลเพศผู้ทั้งหมด (ภาพ 1)

เทคโนโลยีชีวภาพยังใช้เพื่อจัดจำแนกชนิดและติดตามผลผลิตพันธุ์สัตว์น้ำ หรือ เทคนิค “ดีเอ็นเอบาร์โค้ด” (DNA Barcode) รวมทั้งการตรวจสอบสารอันตรายหรือจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหาร จะให้ผลดีทั้งในแง่การค้า เศรษฐกิจ ความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคซึ่งสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาได้ (Clark, 2015)



ภาพที่ 1 การผลิตปลานิลเพศผู้ จากพ่อพันธุ์ที่เป็น YY-supermale

**การจัดการโรคสัตว์น้ำ**

ในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค มีความจำเป็นต้องบริหารจัดการตั้งแต่พ่อแม่พันธุ์จนถึงจับผลผลิตขายเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่ยอมรับปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งมีการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป การผลิตพ่อแม่พันธุ์กุ้งที่ปลอดโรคหรือมีความต้านทานโรคสูงเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเล อย่างไรก็ตามกุ้งซึ่งปลอดเชื้อจำเพาะ (Specific Pathogen Free, SPF) อาจจะไม่ใช่แข็งแรงเนื่องจากกุ้งกลุ่มนี้จะถูกเลี้ยงในสภาวะที่ไม่มีเชื้อโรคนั้นๆ จึงไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันได้ดีในสภาพการเลี้ยงจริง

(Browdy, 1998) การใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีในการป้องกันรักษาโรค มักจะไม่ได้ผลสำหรับโรคติดเชื้อไวรัสและอาจจะไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภค ดังนั้นการใช้เทคนิคอนุชีวโมเลกุลและภูมิคุ้มกันเพื่อคัดกรอง ตรวจสอบโรคและศึกษาการพัฒนาของโรคจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการป้องกันและรักษาโรค

มีการพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรคไวรัสสำเร็จรูปสำหรับการตรวจเชื้อไวรัส IHNV ซึ่งทำให้กุ้งที่ติดเชื้อดังกล่าวไม่โต มีขนาดแคระแกรน ได้ผลผลิตที่ต่ำ โรคไวรัสตัวแดงดวงขาว (WSSV) และ ไวรัสทอรา (TSV) การสุ่มตรวจหาการติดเชื้อโรคโดยเฉพาะเชื้อไวรัสอาจมีส่วนช่วยคัดกรองไม่ให้สัตว์น้ำเกิดความเสียหายจากโรคระบาดที่รุนแรง อย่างไรก็ตามไม่สามารถที่จะตรวจแต่ละตัวได้ ดังนั้น

อาจจะมีลูกพันธุ์หลายตัวที่มีเชื้อโรคแฝงอยู่โดยการผ่านตรวจจับ ดังนั้นการตรวจโรคในพ่อแม่พันธุ์น่าจะเป็นวิธีการที่ดีกว่าการสุ่มตรวจลูกพันธุ์ เนื่องจากการตรวจลูกพันธุ์เป็นการสุ่มตรวจ ไม่สามารถตรวจลูกพันธุ์ทุกตัวได้

เทคโนโลยีชีวภาพถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบสภาพความแข็งแรงของสัตว์น้ำ ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบการทำงานของเซลล์เม็ดเลือด กระบวนการต้านอนุมูลอิสระ การจับกินสิ่งแปลกปลอม เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความเครียด ระบบภูมิคุ้มกันโรค ปริมาณแอนติบอดี การใช้สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันเป็นอีกวิธีการหนึ่งสำหรับการป้องกันโรคสัตว์น้ำเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้จ่ายและสารเคมีในการรักษาโรค (ชนกันต์, 2556; Vallejos-Vidal *et al.*, 2016; Hai *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตาม การใช้สารดังกล่าวในการผสมอาหารในการเลี้ยงกุ้งยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร แต่ก็มีผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายหลากหลายจึงควรมีการวิจัยเพื่อหาทางเลือกทำงานที่ชัดเจน ศึกษาปริมาณและเวลาที่ใช้ รวมทั้งประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

โปรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ใช้เสริมอาหารเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิดความสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย ป้องกันการรุกรานของเชื้อโรคในทางเดินอาหาร ลดความเครียดที่เกิดจากการเลี้ยงในความหนาแน่นสูง เป็นทางเลือกในการลดการใช้จ่ายปฏิกิริยา (Vallejos-Vidal *et al.*, 2016; Akhter *et al.*, 2015; Hai *et al.*, 2015) โปรไบโอติกที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Shewanella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* และ *Saccharomyces* (Nayak, 2010) อย่างไรก็ตามปริมาณและระยะเวลาที่ใช้จะให้ผลต่อการสร้างภูมิคุ้มกันที่ต่างกัน มีงานทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเสริมโปรไบโอติกตั้งแต่ 15 – 94 วัน แต่ไม่ได้มีการชี้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมที่ควรเสริมโปรไบโอติกสำหรับสัตว์น้ำแต่ละชนิด (Hai *et al.*, 2015) ดังนั้นผู้เลี้ยงปลาควรทดลองในฟาร์มตนเอง โดยคำนึงถึงต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้ นอกจากนี้ Verschuere *et al.* (2000) กล่าวว่า การใช้โปรไบโอติกหลายสายพันธุ์จะให้ผลที่ดีกว่า ดังนั้นงานของ Aly *et al.* (2008) ที่ชี้ว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสม *B. subtilis* และ *L. acidophilus* จะมีค่าเอนไซม์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าการได้อาหารผสมโปรไบโอติกเพียงชนิดเดียว ซึ่งจะขัดแย้งกับงานของ Iwashita *et al.* (2015) ที่ทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสม *B. subtilis*, *S. cerevisiae* และ *A. oryzae* แล้วไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต แต่การให้โปรไบโอติกชนิดเดียวกลับมีอัตราแลกเนื้อที่ดีกว่า จึงสรุปได้ว่ายังขาด

ความชัดเจนในเรื่องจำนวนสายพันธุ์ที่ควรจะใช้ในการผสมอาหารสัตว์น้ำ

มีการศึกษาการใช้พรีไบโอติกซึ่งเป็นสารอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตซึ่งไม่ถูกย่อยหรือถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารส่วนบน ช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์อยู่ในลำไส้และช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในร่างกาย ทำให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้น (สาโรช, 2547) พรีไบโอติกที่นิยมใช้เสริมในอาหารสัตว์น้ำ ได้แก่ ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructooligosaccharides: FOS) เบต้า-กลูแคน (Beta-Glucan) อินนูลิน (Inulin) Akhter *et al.* (2015) และ Song *et al.* (2014) ได้สรุปการใช้พรีไบโอติกในสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ พบว่าให้ผลที่แตกต่างกันตามชนิดของสัตว์น้ำและระยะเวลาที่ให้ ส่วนใหญ่จะมีผลทำให้ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะสูงขึ้น ซินไบโอติก (Synbiotics) เป็นสารเสริมที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่มโปรไบโอติกและสารอาหารกลุ่มพรีไบโอติก (Cerezuela *et al.*, 2011) การให้อาหารผสม *B. licheniformis* และสารสกัดจากยีสต์ช่วยให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น (Hassaan *et al.*, 2014)

การพัฒนาวัคซีนเพื่อใช้เป็นอีกทางเลือกในการป้องกันโรคสัตว์น้ำ มีวัคซีนเชิงพาณิชย์จำหน่ายในท้องตลาดในกลุ่มปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง Brudeseth *et al.* (2013) รายงานว่า มีการใช้วัคซีนป้องกันโรคสัตว์น้ำมากกว่า 17 ชนิดใน 40 ประเทศทั่วโลก ความยุ่งยากของการให้วัคซีนปลา คือ ต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการฉีดปลาแต่ละตัว อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาเครื่องฉีดวัคซีนอัตโนมัติที่ทำให้สามารถฉีดวัคซีนได้สูงถึง 20,000 ตัวต่อชั่วโมง (Maskon, 2012) สำหรับโรคระบาดในปลาขนาดเล็กจำเป็นต้องมีการให้วัคซีนเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรืออาจจะต้องให้วัคซีนโดยการแช่หรือการผสมอาหารให้กิน Klesius *et al.* (1999) รายงานว่า วัคซีนให้ผลดีสำหรับลูกปลากดอเมริกัน (channel catfish, *Ictalurus punctatus*) ขนาด 7–30 วันหลังฟักเป็นตัว ในขณะที่ Amend *et al.* (1991) กล่าวว่า วัคซีนได้ผลดีในปลาแซลมอน (*Oncorhynchus kisutch*) ที่มีขนาด 2 กรัม ขึ้นไป ปัจจุบันมีวัคซีนที่ขึ้นทะเบียนจำหน่ายในกลุ่มปลาแซลมอน ปลาเทราต์ ปลากระพง ปลาหนัง (ปลาสายและปลากดอเมริกัน) ปลานิล (Brudeseth *et al.*, 2013) อย่างไรก็ตามวัคซีนสำหรับกลุ่มปลานิลยังมีการใช้ไม่แพร่หลาย เนื่องจากราคาปลาต่อตัวไม่สูงมาก การพัฒนาวัคซีนใช้เวลานานและต้นทุนสูง รวมทั้งยากที่จะพัฒนาวัคซีนให้มีประสิทธิภาพดีครอบคลุมป้องกันเชื้อโรคทุกตัวและทุกสายพันธุ์ ชนกันต์ (2545) กล่าวว่า วัคซีนดีเอ็นเอสำหรับปลาถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้มีการสร้างปริมาณแอนติเจนในตัวปลาให้มีเพียงพอสำหรับการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เหมาะสำหรับการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสและ

แบคทีเรียที่มีการแบ่งตัวภายในเซลล์ (intracellular bacteria) แต่ปัญหาคือ ปลาที่ได้รับวัคซีนดีเอ็นเอถูกจัดว่าเป็นปลาที่มีการตัดแต่งพันธุกรรม เพราะมีการตัดต่อยีนแอนติเจนเข้าไปในพลาสมิดก่อนฉีดเข้าสู่ปลา (Brudeseth *et al.*, 2013) นักวิทยาศาสตร์ยังกังวลเรื่องการเพิ่มจำนวนของพลาสมิดและแอนติเจนซึ่งอาจจะไปรวมตัวกับเซลล์ของสัตว์น้ำ (Tonheim *et al.*, 2008) อย่างไรก็ตามมีวัคซีนดีเอ็นเอสำหรับป้องกันโรคไอเอชเอ็นวี (IHNV disease หรือ Infectious Haematopoietic Necrosis Virus) ได้รับการขึ้นทะเบียนและอนุญาตให้ใช้ในแคนาดา (Brudeseth *et al.*, 2013)

### เทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ

อาหารสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อตั้งแต่การจัดการพ่อแม่พันธุ์ เพื่อให้ได้ไข่และน้ำเชื้อที่มีคุณภาพ อาหารสำเร็จรูปสำหรับพ่อแม่พันธุ์ปลาแต่ละชนิดยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ เนื่องจากความต้องการของลูกค้ายังไม่มากพอสำหรับ ในขณะที่พ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำมักมีความต้องการสารอาหารและวิตามินที่สูงกว่าปลาทั่วไป อาหารที่ดีทำให้สัตว์น้ำโตเร็ว แข็งแรง ทนต่อโรคและสิ่งแวดล้อม อัตราแลกเนื้อต่ำ ก่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด

สำหรับลูกปลานขนาดเล็กนั้นอาหารต้องมีขนาดพอเหมาะกับปาก แพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์และสาหร่ายที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีขนาดพอเหมาะกับพัฒนาการของสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น โรติเฟอร์ (*Brachionus*) อาร์ทีเมีย (*Artemia*) ได้นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้สัตว์น้ำโตเร็ว แข็งแรง มีคุณภาพดี อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาที่ต้องพัฒนาและปรับปรุงเพื่อให้ได้สารอาหารคงที่และป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์หรือแพลงค์ตอนอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อผลิตสาหร่ายแห้งสำเร็จรูป และ อาหาร แคปซูลขนาดเล็ก (microcapsulated diets) เพื่อใส่สารอาหารที่สำคัญต่างๆ โดยเฉพาะสารอาหารที่ลูกสัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ได้ทันทีลงไปในการอาหารขนาดเล็กสำหรับลูกสัตว์น้ำ การหาวิธีการในการฟอกโซอาร์ทีเมียเพื่อลดการปนเปื้อน การห่อหุ้มทางชีวภาพ (bioencapsulation) ถูกนำมาใช้สำหรับการเพิ่มคุณค่าทางอาหารโดยการเสริมกรดไขมันและวิตามิน (Merchie *et al.*, 1995) การให้วัคซีนผสมอาหาร (Robles *et al.*, 1998) เพื่อเสริมคุ้มกันให้กับลูกปลา

มีงานวิจัยออกมามากมายเพื่อลดการใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจาก ราคาปลาป่นสูง มีปัญหาเรื่องการใช้แรงงานทาส ความไม่คงที่ของคุณภาพ

และปริมาณของปลาป่น ปัญหาไขมันและสิ่งแฉะล่อม มีการทดลองใช้โปรตีนจากพืชในการผลิตอาหารกุ้ง (Mendoza *et al.*, 2001) อาหารหอย (Shipton and Britz, 2000) และอาหารปลา (Ogunji and Wirth, 2001) นอกจากนี้มีการใช้ยีสต์เป็นแหล่งโปรตีน (Oliva-Teles and Goncalves, 2001) แต่การใช้กากถั่วเหลืองแทนโปรตีนจากปลาป่น อาจจะมีปัญหาเนื่องจากกากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) ไลซีน (lysine) และทรีโอนีน (threonine) น้อยกว่า (Yaghoubi *et al.*, 2016) รวมทั้งขาดกลูตาไมนในการดึงดูดสัตว์น้ำมากินอาหาร นอกจากนี้ถั่วเหลืองดิบมีสารยับยั้งเอนไซม์ย่อยโปรตีน หากไม่ทำลายสารยับยั้งเอนไซม์นี้ก่อนจะมีผลทำให้ไปลดการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนบางตัวเช่น เมทไธโอนีน และซิสทีน (cystine) ดังนั้นการใช้กากถั่วเหลืองไม่สกัดน้ำมันในอาหารสัตว์จึงต้องคั่วหรือผ่านความร้อนอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาทีซึ่งจะช่วยลดสารพิษได้ระดับหนึ่ง แต่หากใช้ความร้อนสูงเกินไปจะทำลายกรดอะมิโนไลซีน นอกจากนี้กากถั่วเหลืองมีปริมาณวิตามินดีและวิตามินเอค่อนข้างต่ำ การนำไปใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องเสริมวิตามินเพิ่มเติมเพื่อให้สัตว์น้ำได้รับสารอาหารครบถ้วน ส่วนข้าวโพดขาดวิตามินไนอะซินหรือนิโคตินาไมด์ (Niacin Nicotinamide) ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์ลดลงสำหรับข้าวโพดที่มีความชื้นอาจมีการปะปนของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ซึ่งจะผลิตสารอัลฟาที่ออกซิน (Aflatoxin) เป็นสารพิษทำให้สัตว์ที่กินอาหารเข้าไปเกิดอาการผิดปกติต่างๆ และอาจเป็นพิษสะสมถึงตายได้ (สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, 2016)

งานวิจัยเพื่อผลิตอาหารสัตว์น้ำที่ก่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (zero waste) หลายบริษัทใช้ค่าแลกเนื้อ (feed conversion ratio หรือ FCR) เป็นตัวบ่งชี้ชี้ทั้งในแง่ของการปลดปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ การผลิตอาหารลักษณะนี้จะมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบปิดและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ที่มีน้ำจำกัดหรือเผชิญกับสภาวะภัยแล้ง การใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปขนาดเล็กจะช่วยลดการสูญเสียจากการจับกินของปลาได้สูงถึง 50% (Ballester-Moltó *et al.*, 2016) นอกจากนี้ความท้าทายของผู้ผลิตและนักแปรรูปสัตว์น้ำ คือ การทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ดึงดูดและยอมรับสำหรับผู้บริโภค ความต้องการอาหารปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและรับผิดชอบต่อสังคมมีสูงขึ้น เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพอาจจะถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบความสดใหม่ รสชาติ สีสรร คุณค่าทางอาหาร การปนเปื้อนและความปลอดภัยด้านอาหาร

## ระบบเลี้ยงสัตว์น้ำและการจัดการสิ่งแวดล้อม

ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ควรพิจารณาถึงสภาพและความสูงของพื้นที่ สภาพอากาศ แหล่งน้ำและต้นทุนการผลิตควบคู่ไปด้วย อุณหภูมิมีผลต่อ ชนิดของสัตว์น้ำที่เลี้ยง การเลี้ยงปลากระพงขาว ปลาเก๋า และปลาทับทิมในกระชัง เป็นการเลี้ยงปลาที่ให้ผลตอบแทน สูง หากเลือกทำเลที่ตั้งกระชังปลาที่เหมาะสม เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ที่เลี้ยงเป็นของตนเอง แต่ปัญหาที่พบคือ ของเสีย จากสัตว์น้ำอาจจะทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรม ปัญหาคุณภาพ และปริมาณน้ำที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้อง พัฒนาปลาให้โตเร็ว แข็งแรงและมีความทนทานต่อการ เปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมที่สูง

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระบบปิด ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อลดการใช้น้ำ ลดความเสี่ยงจากปัญหาคุณภาพน้ำไม่ดี และการปนเปื้อนของสารอันตราย ปัญหาเชื้อโรคจาก ภายนอกฟาร์ม มีการจัดการสารอินทรีย์โดยการใช้จุลินทรีย์ มีการให้อากาศเพียงพอเพื่อให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดี แต่ ในทางปฏิบัติยังมีปัญหาเรื่องระบบการกำจัดของเสียที่ เหมาะสม ต้นทุนการผลิต การใช้พลังงาน นอกจากการ คิดค้นอาหารที่ดี มีคุณภาพสูง ช่วยเสริมภูมิคุ้มกัน ปลานำ อาหารมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด ทำให้เกิดของเสียน้อย ที่สุดแล้ว การคิดค้นเครื่องให้อาหารอัตโนมัติก็เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

มีการนำเทคโนโลยีไบโอฟลอค (biofloc technology) ซึ่งเป็นการใช้ตะกอนจุลินทรีย์ (biofloc) มา ช่วยในการย่อยสลายซากของเสีย (แอมโมเนีย) เปลี่ยนของ เสียให้กลายเป็นของดีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ เพื่อลดปริมาณของเสียและลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ไบโอฟลอคสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติ แต่ถ้าไม่ หมุนเวียนฟลอคนั้นจะตกตะกอนสะสมที่พื้นก้นบ่อกลายเป็น ของเสียเช่นเดิม ไบโอฟลอคจะเกิดเมื่อเกิดความสะดวกของ อัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในน้ำ ถ้ามีการปล่อย ของเสียจำพวกสารอินทรีย์ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กรดอะมิโนโปรตีนซึ่งจะกลายเป็นแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) และสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต (แหล่ง คาร์บอน) ได้แก่ แป้ง น้ำตาลเซลลูโลส (cellulose) และ พวกกากใย (fiber) ลงไปในน้ำ ของเสียนี้จะถูกเปลี่ยนไป เป็นตะกอนจุลินทรีย์ ตะกอนจุลินทรีย์นี้จะเป็นส่วนหนึ่งของ จุลินทรีย์จำพวกเฮเทอโรโทรฟิก (Heterotrophic bacteria) ที่มารวมตัวกันเป็นตะกอนแขวนลอย ขนาดของ กลุ่มฟลอคอยู่ที่ 0.2–2.0 มิลลิเมตร ถ้ามีการเติมสารอาหาร จำพวกคาร์โบไฮเดรตลงไปอีกมันจะไปกระตุ้นให้ไบโ

ฟลอคตั้งไนโตรเจน (แอมโมเนีย) มาใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ มากขึ้น

จำนวนจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มมากขึ้น ปริมาณ แอมโมเนียในน้ำก็จะลดลงซึ่งเนื้อเซลล์ใหม่นี้เป็นสารพวก โปรตีนเมื่อสัตว์น้ำกินจุลินทรีย์ที่รวมตัวเป็นฟลอคเข้าไปก็ เท่ากับว่าสัตว์น้ำได้กินอาหารที่มีโปรตีนนั่นเอง การใช้กลุ่ม ฟลอคในการกำจัดแอมโมเนียนี้จะเร็วกว่าการเกิด กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) เพราะ heterotrophic bacteria จะเจริญเติบโตเร็วกว่า nitrifying bacteria ประมาณ 10 เท่าทำให้น้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำมี คุณภาพดีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยลงและส่งผลให้สัตว์มี สุขภาพดีตามไปด้วย

การฟื้นฟูทางชีวภาพ (bioremediation) เป็นอีก เทคโนโลยีที่ใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายของเสียให้อยู่ในระดับที่ สิ่งแวดล้อมยอมรับได้ แม้จะมีการใช้เทคโนโลยีในหลาย หลายอุตสาหกรรม แต่ด้านการเพาะเลี้ยงกุ้งและปลา ยังมี น้อยผลิตภัณฑ์ที่วางขายในท้องตลาดมักจะเป็นกลุ่ม แบคทีเรีย อย่างไรก็ตามมีการใช้หอย สาหร่าย ปลิงทะเล (sea cucumber) เพื่อลดสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้สารเสริมในอาหารเพื่อให้ของเสียที่ปลาขับถ่ายไม่ ละลายน้ำ เพื่อช่วยต่อการกำจัด และไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพ น้ำ

## สรุป

นวัตกรรมเทคโนโลยีด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ก่อให้เกิดผลดีต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพช่วยทำให้สัตว์น้ำโตเร็ว มี คุณภาพเนื้อดี สุขภาพแข็งแรง ทนต่อโรคและสิ่งแวดล้อม แปรปรวน อย่างไรก็ตามควรพัฒนาองค์ความรู้และ เทคโนโลยีให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ราคาย่อมเยา คุ่มค่าใน การลงทุน รวมทั้งจัดให้มีการฝึกอบรมและแลกเปลี่ยน ข่าวสารที่มีประโยชน์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ได้มาตรฐานและ ปลอดภัยต่อการบริโภค





### เอกสารอ้างอิง

- ชนกันต์ จิตมนัส. 2556. ผลของผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรต่อภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำ. วารสารวิจัย มข. 18: 257 – 269.
- ชนกันต์ จิตมนัส. 2545. การพัฒนาวัคซีนเอนเอนสำหรับปลา. เวชสารสัตวแพทย์ 32: 13 – 23.
- นิติกร ผิวฟ่อง. 2549. การผลิตปลาหม้อไทย (*Anbas testudineus* Block) 2n ด้วยวิธีโคโนเจเนซิส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง. แนวทางการลดต้นทุนอาหารสัตว์น้ำ. [online]. [Accessed January 15, 2016]. Available from:URL:[http://www.fisheries.go.th/ifinland\\_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf](http://www.fisheries.go.th/ifinland_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf)
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M. and Mohsin, M. 2015. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immun.* 45: 733 – 741.
- Aly, S.M., Abdel-Galil, A.Y., Abdel-Aziz, G.A. and Mohamed, M.F. 2008. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. *Fish Shellfish Immun.* 25: 128– 136.
- Amend, D. and Johnson, K. 1981. Current status and future needs of *Vibrio anguillarum* bacterins. In: *Fish biologics: serodiagnostics and vaccines.*
- Ballester-Moltó, M., Sanchez-Jerez, P., García-García, B., García-García, J., Cerezo-Valverde, J. and Aguado-Giménez, F. 2016. Controlling feed losses by chewing in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growing may improve the fish farming environmental sustainability. *Aquaculture* 464: 111 – 116.
- Brudeseth, B.E., Wiulsrød, R., Fredriksen, B.N., Lindmo, K., Løkling, K., Bordevik, M., Steine, N., Klevan, A. and Gravningen, K. 2013. Status and future perspectives of vaccines for industrialised fin-fish farming. *Fish Shellfish Immun.* 35(6): 1759 – 1768.
- Cerezuela, C., Meseguer, J. and Esteban, A., 2011. Current knowledge in synbiotic use for fish aquaculture: a review. *Aquac. Res Dev. S.* 1,008. <http://dx.doi.org/10.4172/2155.9546.S1-008>.
- Hans, K. and Gary, H.T. 2007. Androgenesis, gynogenesis and the production of clones in fishes: A review *Aquaculture* 269: 150–173.
- Hassaan, M.S., Soltan, M.A. and Ghonemy, M.M.R. 2014. Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Egyptian Journal of Aquatic Research.* 40 (2): 199-208.
- Klesius, P.H. and Shoemaker, C.A. 1999. Development and use of modified live *Edwardsiella ictaluri* vaccine against enteric septicemia of catfish. *Adv Vet Med.* 41: 523 – 537.
- Lisa, F.C. 2015. The current status of DNA barcoding technology for species identification in fish value chains. *Food Policy.* 54: 85 – 94.
- Iwashita, M.K.P. Nakandakare, I.B., Terhune, J.S., Wood, T. and Ranzani-Paiva, M.J.T. 2015. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* enhance immunity and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus iniae* infection in juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*, *Fish Shellfish Immun.* 43: 60– 66.
- Maskon, 2012. <https://www.agriculture-xprt.com/products/keyword-fish-vaccination-52440> [online]. [Accessed January 15, 2016].
- Merchie, G., Lavens, P., Dhert, P., Dehasque, M., Nelis, H., DeLeenheer, A. and Sorgeloos, P. 1995. Variation in ascorbic acid content in different live food organisms. *Aquac.* 134 (3-4): 325-337.
- Najeeb, A., Bin, W., Aamir, M.M. and Muhammad, M. 2015. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immun.* 45 (2): 733-741
- Nayak, S.K. 2010. Review: probiotics and immunity: a fish perspective, *Fish Shellfish Immun.* 29: 2- 14.

- Ngo, V.H. 2015. Research findings from the use of probiotics in tilapia aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immun.* 45(2): 592-597
- Robles, R., Sorgeloos, P., Duffel, H. and Nelis, H. 1998. Progress in biomedication using live foods. *J. Appl. Ichthol.* 14(3-4): 207-212.
- Rohana, P.S., David, C., Sharon, E.M. and Devin, B. 2016. Technological Innovations in Aquaculture. [online]. [Accessed January 15, 2016]. Available from: URL: <http://www.fao.org/3/a-y4490e/y4490E05.pdf>
- Scott, B., Kate, M., Nick, W. and Matthias, K. 2015. Responsible techno-innovation in aquaculture: Employing ethical engagement to explore attitudes to GM salmon in Northern Europe. *Aquaculture.* 437: 370 – 381.
- Seong, K.S., Bo, R.B., Daniel, K., John, P., Jungjoon, K., Hyun, D.K. and Einar, R. 2014. Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immun* 40(1): 40 – 48.
- Tonheim, T.C., Bøggwald, J. and Dalmo, R.A. 2008. What happens to the DNA vaccine in fish? A review of current knowledge. *Fish Shellfish Immun* 25: 1 – 18.
- Vallejos-Vidal, E, Reyes-López, F., Teles, M. and MacKenzie, S. 2016. The response of fish to immunostimulant diets. *Fish Shellfish Immun* 56: 34 – 69.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. and Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64: 655- 671.
- Yaghoubi, M., Mozanzadeh, M.T., Marammazi, J.G., Safari, O. and Gisbert, E. 2016. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture* 464: 50 – 59