การนำ cut-down tube มาประยุกต์ใช้แทน cannulation tube เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของปลาทะเล

Application of Cut-Down Tube for Marine Fish Maturity Examination Instead of Cannulation Tube

มนต์สรวง ยางทอง*

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

จิระยุทธ รื่นศิริกุล

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Monsuang Yangthong*

Program of Fisheries Science and Aquatic Resources, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumko, Patiew, Chumphon 86160

Jirayuth Ruensirikul

Coastal Aquaculture Research Institute, Khao Rup Chang, Muang, Songkhla 90000

บทคัดย่อ

การตรวจสอบความสมบูรณ์ของไข่ก่อนการเพาะพันธุ์ปลา คือ องค์ประกอบสำคัญของความสำเร็จในการเพาะพันธุ์ วิธีการนี้เรียกว่า cannulation คือ การใช้สายยางขนาดเล็กสอดเข้าไปในช่องเพศของแม่ปลา แล้วดูดไข่จำนวนหนึ่งออกมาตรวจสอบและวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การเพาะพันธุ์ปลาทะเลในประเทศไทยมีการ cannulation มาตั้งแต่เริ่มต้น แต่ไม่พบรายงานการใช้ cannulation tube เนื่องจากหาซื้อยาก ส่วนใหญ่เป็นการประยุกต์ใช้สายยางที่มีขนาดเหมาะสมต่อกับกระบอกฉีดยา แต่อุปกรณ์ดังกล่าวมักประสบปัญหาในการใช้งานหลายประการ เช่น สายยางที่อ่อนเกินไปไม่สามารถสอดเข้าในช่องเพศของแม่พันธุ์ได้ แต่หากแข็งเกินไปจะทำให้แม่พันธุ์บอบช้ำประกอบกับการต่อสายยางกับกระบอกฉีดยามักเชื่อมต่อกันไม่สนิท เมื่อใช้ไประยะหนึ่งรอยเชื่อมต่อมักหลุดหรือรั่วซึม ทำให้ไม่มีแรงดูดไข่ปลาออกมาจากรังไข่ การนำสายยางที่ใช้สำหรับให้อาหารผู้ป่วยผ่านทางหลอดเลือดซึ่งมีชื่อเรียกว่า cut-down tube มาใช้ในการตรวจเช็คความสมบรูณ์ของไข่ ทำให้การทำงานง่าย สะดวก และแม่นยำ เนื่องจากหาซื้อง่าย ราคาถูก และมีหลายขนาดให้เลือกใช้ตามชนิดของปลา ปัจจุบันได้นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยและเพาะพันธุ์ปลาทะเลหลายชนิด

คำสำคัญ : การเพาะพันธุ์ปลาทะเล; การตรวจสอบความสมบูรณ์เพศ; สาย cut-down tube

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** ymonsuang@hotmail.co.th

Abstract

Egg quality assessment before fish breeding is one of the importance factors for insemination succession. This practice was called “cannulation” that is the method for eggs sampling by insert the small tube to genital opening. Eggs collected by this method may be examined and measured under a light microscope. Cannulation have been applied in marine fish breeding in Thailand since the initial stage but almost of those just applied the improper small tube instead of cannulation tube because of material supply deficiency. This traditional device has many weaknesses that is, if the tube is too soft, it’s difficult to penetrate into fish abdomen while hardy tube will made broodstock injury and the connection site of the tube and syringe usually be loosed when use it in many times. The application of alternatively usage of cut-down tube that using in medical methodology instead of cannulation tube for cannulation was more convenience and easier than former device because of easy to find, cheap, accuracy and the variety of pore size that can be selected for optimum operation in many fish species. Presently, in Thailand, this approach was increasingly implemented in many kinds of marine fish insemination and examination.

Keywords: marine fish breeding, cannulation, cut-down tube

1. บทนำ

การเพาะขยายพันธุ์ปลามีหลายวิธี วิธีผสมเทียมเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการผลิตลูกปลาเชิงปริมาณ เนื่องจากสามารถวางแผนการผลิตได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ การคัดเลือกพ่อแม่ปลาที่มีความพร้อมหรือมีความสมบูรณ์เพศนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเพาะพันธุ์ปลาโดยวิธีนี้ ในปลาน้ำจืดส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์เพศโดยดูจากรูปร่างลักษณะภายนอกได้ เช่น แม่ปลามีท้องบวมเป่ง และช่องเพศมีสีแดงเรื่อ ส่วนพ่อปลาจะสามารถรีดน้ำเชื้อออกมาได้เมื่อบีบบริเวณท้องเบาๆ แตกต่างจากปลาทะเล ลักษณะภายนอกดังกล่าวมักบ่งชี้ไม่ได้ การตรวจสอบความสมบูรณ์เพศก่อนการผสมเทียมของแม่ปลาทะเลจึงจำเป็นต้องนำไข่ปลามาตรวจสอบอย่างละเอียดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ก่อนการฉีดฮอร์โมน เพื่อคัดเลือกเฉพาะแม่ปลาที่มีไข่มีคุณภาพเพื่อให้การผสมเทียมเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. การตรวจสอบความสมบูรณ์เพศ

การตรวจสอบความสมบูรณ์เพศในแม่ปลา หมายถึง การตรวจสอบรูปร่าง ขนาด ความสมบูรณ์ และระยะพัฒนาการของไข่ หลังจากนั้นจึงนำแม่ปลาที่มีความพร้อมมาฉีดฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นการตกไข่ [1] เนื่องจากแม่ปลาทะเลที่มีไข่ในระยะที่เหมาะสมหรือมีความพร้อมต่อการเพาะพันธุ์โดยส่วนใหญ่ไม่สามารถดูได้จากลักษณะภายนอกดังเช่นในปลาน้ำจืด ปลาทะเลที่มีไข่ลอยโดยทั่วไปนั้นไข่ที่มีความเหมาะสมต่อการฉีดฮอร์โมนควรมีลักษณะกลมไม่บิดเบี้ยว มีขนาดใกล้เคียงกัน มีขนาดที่เหมาะสมตามแต่ชนิดของปลา (ตารางที่ 1) ไข่แต่ละฟองควรแยกออกจากกันเป็นอิสระไม่ติดกันเป็นก้อน และเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ควรพบว่าภายในไข่มีการพัฒนาถึงขั้นสุดท้าย (oocyte final maturation) คือมีนิวเคลียสหรือ germinal vesicle ตำแหน่งบริเวณขอบเซลล์ด้าน animal pole [2] สำหรับปลาเพศผู้สามารถตรวจสอบความพร้อม

ของพ่อปลาโดยการรีดน้ำเชื้อมาตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงเช่นเดียวกับไข่ปลา คุณลักษณะที่สำคัญของน้ำเชื้อที่ดีคืออสุจิส่วนใหญ่หรือทั้งหมดเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ปลาทะเลบางชนิดก่อนการฉีดฮอร์โมน

ชนิดปลา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ขนาดไข่ (มม.)	เอกสารอ้างอิง
กะพงขาว	*Lates calcarifer*	0.50-0.55	[3]
กะรังดอกแดง	*Epinephelus coioides*	0.40	[4]
ตะกรับ	*Scatophagus argus*	0.42-0.46	[5]

3. วิธีการตรวจเช็คความสมบรูณ์ของไข่

วิธีการตรวจเช็คความสมบรูณ์ของไข่ก่อนการฉีดฮอร์โมนกระตุ้นการตกไข่ เรียกว่า cannulation [6] หรือ catheterization [7] หมายถึง การใช้ท่อหรือสายยางสอดเข้าไปในช่องเพศ (genital opening) ของแม่ปลา แล้วดูดไข่จำนวนหนึ่งออกมาตรวจสอบคุณภาพและวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งสายยางที่สอดเข้าไปในช่องเพศของแม่ปลา เรียกว่า cannulation tube (รูปที่ 1) ในต่างประเทศมีสาย cannulation tube จำหน่ายหลายขนาด (ตารางที่ 2) แต่สำหรับประเทศไทยไม่มีการจำหน่าย เนื่องมาจากความต้องการซื้อที่มีน้อยมาก อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเพาะพันธุ์ปลาทะเลโดยวิธีผสมเทียมไม่เป็นที่นิยมเหมือนปลาน้ำจืด ที่ผ่านมามีนักเพาะพันธุ์ปลาได้ทดลองผสมเทียมปลาทะเลอยู่บ้างแต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากความยุ่งยากในขั้นตอนการตรวจสอบความพร้อมของไข่หรือน้ำเชื้อก่อนการฉีดฮอร์โมน

ประเทศไทยใช้วิธี cannulation มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ในการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลากะพงขาวครั้งแรกของ สวัสดิ์ และสุจินต์ [3] แต่ยังไม่มีการใช้ cannulation tube อาจเป็นเพราะมีข้อจำกัดในการหาซื้อวัสดุชนิดนี้ สวัสดิ์ และสุจินต์ [3] ได้ประยุกต์ใช้สายยางขนาดเล็กต่อเข้ากับปลายเข็มฉีดยาที่ต่อกับกระบอกฉีดยา (รูปที่ 2) เป็นการประยุกต์เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของแม่ปลาเป็นครั้งแรกของการเพาะพันธุ์ปลาทะเลในประเทศไทย ต่อมา นิเวศน์ [4] ได้ประยุกต์ใช้สายยางจากเข็มปีกผีเสื้อต่อเข้ากับกระบอกฉีดยาเพื่อดูดไข่จากแม่ปลากะรังมาตรวจสอบความสมบูรณ์เพศ (รูปที่ 3)

การนำสายยางบางชนิดที่กล่าวมาข้างต้นมาใช้แทน cannulation tube เพื่อสอดเข้าไปในช่องเพศของแม่พันธุ์ปลานั้นใช้ได้ผลในระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคหลายอย่าง เช่น ขนาดของสายยางต้องมีความเหมาะสมกับขนาดของไข่ปลา ความยืดหยุ่นของสายยางก็มีความสำคัญ เนื่องจากหากสายยางที่ใช้แข็งเกินไปจะทำให้ช่องเพศของแม่พันธุ์เกิดแผลและแม่ปลามีความเครียด ซึ่งจะส่งผลลบต่อความสำเร็จในการผสมพันธุ์วางไข่ [9,10] ความเครียดจะทำให้คุณภาพของไข่ลดลง [11] และหากสายยางอ่อนเกินไปจะไม่สามารถสอดเข้าในช่องเพศของแม่พันธุ์ได้ นอกจากนั้นการเชื่อมต่อระหว่างสายยางดังกล่าวกับกระบอกฉีดยามักเชื่อมกันได้ไม่สนิท จำเป็นต้องใช้กาวซิลิโคนหรือเทปกาวพันจนแน่น ซึ่งเมื่อใช้ไประยะหนึ่งรอยเชื่อมต่อมักหลุดหรือรั่วซึม ทำให้ไม่มีแรงที่จะดูดไข่ปลาออกมาจากรังไข่ได้

ถึงแม้ว่าการตรวจสอบคุณภาพของไข่ปลาได้มีการพัฒนาวิธีการอื่น ๆ มาใช้แทนการ cannulation

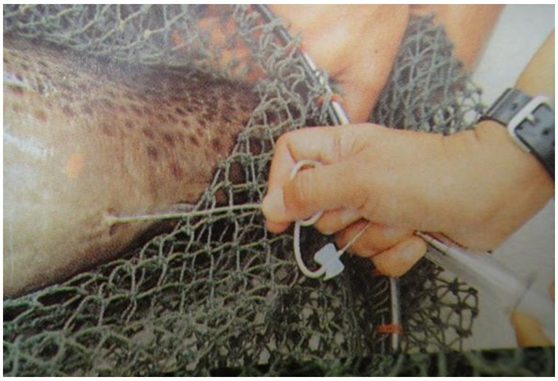
ไม่ว่าจะเป็นการใช้วิเคราะห์จากภาพที่ได้จากการใช้เครื่อง ultrasonic [12] หรือจากการใช้กล้อง endoscopic microscope [13] แต่การใช้วิธี cannulation ยังคงนิยมใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก และประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ จึงยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีนี้ต่อไป ในขณะที่ไม่สามารถหาซื้อ cannulation tube ได้ การหาอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ มาทดแทนจึงเป็นสิ่งที่ต้องพยายามกันต่อไป

รูปที่ 1 Cannulation tube ที่ขายในต่างประเทศ [8]

ตารางที่ 2 Cannulation tube ขนาดต่าง ๆ สำหรับการตรวจเช็คความสมบรูณ์ไข่และสเปิร์ม [8

เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (mm)	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (mm)
0.5	0.8
1.0	1.5
1.2	1.7
1.5	2.5
2.0	3.0

รูปที่ 2 อุปกรณ์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการ cannulation ปลากะพงขาวเมื่อประมาณ พ.ศ. 2516 [3]

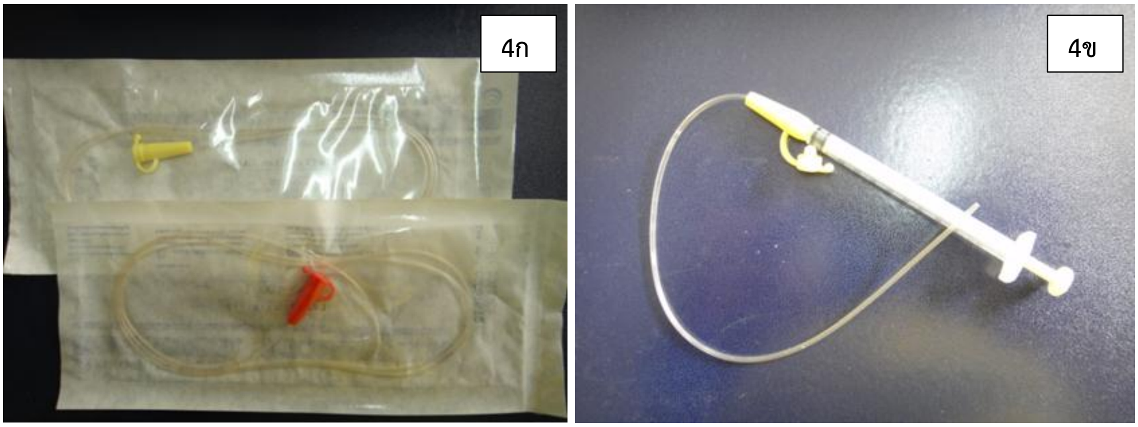


รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการ cannulation ปลากะรังเมื่อประมาณ พ.ศ. 2536 [4]

4. การประยุกต์ใช้ cut-down tube

หลังจากทดลองใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น สายยางขนาดเล็กหลากหลายขนาด พบว่าการใช้ cut-down tube ซึ่งสายยางที่ใช้สำหรับให้สารอาหารกับผู้ป่วยผ่านทางหลอดเลือด (รูปที่ 4) เป็นอุปกรณ์ที่น่าสนใจ จึงทดลองนำ cut-down tube มาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกกับปลาตะกรับ เมื่อปี พ.ศ. 2550 โดย จิระยุทธ และคณะ [5] ได้นำ cut-down tube มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของไข่ปลาตะกรับ (รูปที่ 5) เพื่อการศึกษาการผสมเทียมพบว่าการทำ cannulation

ทุกครั้งเป็นไปได้ด้วยดี สามารถดูดไข่ออกมาตรวจสอบระยะ รูปร่างลักษณะ และขนาดของไข่ได้โดยแม่ปลาไม่บอบช้ำ จนกระทั่งการทดลองดำเนินการไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ การคัดแม่พันธุ์ด้วยการใช้สาย cut-down tube มีความแม่นยำสูง สามารถนำแม่ปลาที่คัดเลือกไว้ฉีดฮอร์โมนกระตุ้นให้แม่ปลาตกไข่แล้วรีดไข่ออกมาผสมกับน้ำเชื้อจนประสบความสำเร็จในการผสมเทียม และสามารถเพาะพันธุ์ปลาชนิดนี้ได้เป็นครั้งแรก [5] นอกจากนั้นยังประสบผลสำเร็จในการอนุบาลลูกปลาตะกรับในเวลาต่อมา [14] การประยุกต์ใช้ cut-down tube พบข้อดีหลายประการ ได้แก่ (1) มีขนาดให้เลือกหลายขนาด (2) มีการยืดหยุ่นดีคือไม่อ่อนหรือแข็งจนเกินไป (3) สามารถเชื่อมต่อได้อย่างลงตัวกับกระบอกฉีดยาทุกขนาด (4) ราคาไม่แพง (ชิ้นละ 20-40 บาท) และ (5) มีความทนทานและ ใช้งานได้ยาวนาน

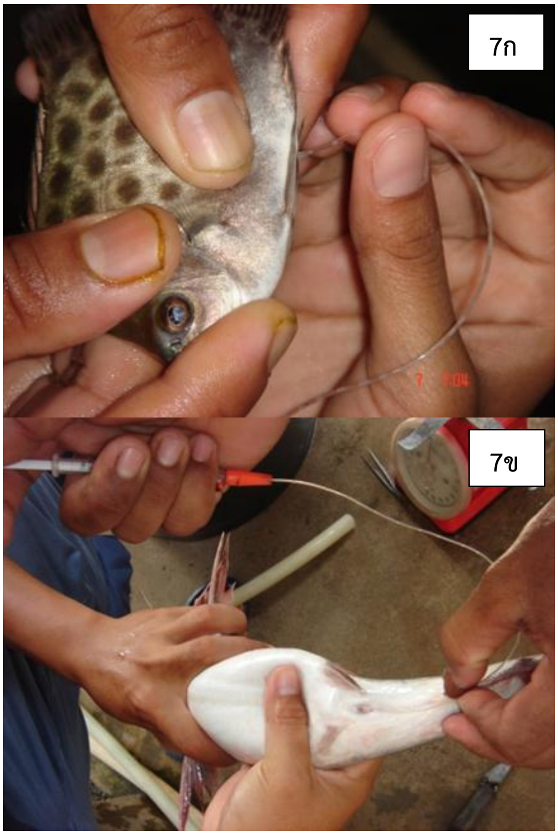


ภาพที่ 4 สาย cut-down tube ที่อยู่ในซองบรรจุ (ก) และที่ต่อเข้ากับกระบอกฉีดยาซึ่งพร้อมใช้งาน (ข)

รูปที่ 5 การประยุกต์ใช้สาย cut-down tube ในการ cannulation แม่พันธุ์ปลาตะกรับ

หลังจากการนำสาย cut-down tube มาประยุกต์ใช้ในการ cannulation ในแม่ปลาตะกรับแทนการใช้ cannulation tube ได้เป็นอย่างดีจึงได้ขยายผลการใช้ไปสู่ปลาทะเลชนิดอื่น ๆ ที่สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น ปลากะพงขาว ปลากะรังดอกแดง ปลากะพงดำ ปลาผีเสื้อปากยาว (รูปที่ 6) ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนั้นยังมีผู้สนใจนำอุปกรณ์ชนิดนี้ไปประยุกต์ใช้กันมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสาย cut-down tube จะมีหลายขนาดให้เลือก แต่ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของไข่ปลาทะเลนิยมใช้เพียง 2 ขนาดเท่านั้น (รูปที่ 4) คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 0.6 มิลลิเมตร ที่มีสีส้ม ซึ่งใช้กับปลาทะเลไข่ลอยที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาตะกรับ ปลาผีเสื้อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 มิลลิเมตร ที่มีสีเหลือง ซึ่งใช้กับปลาทะเลไข่ลอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น ปลากะพงขาว ปลากะพงดำ ปลากะรัง

รูปที่ 6 การประยุกต์ใช้สาย cut-down tube ในการ cannulation แม่พันธุ์ปลากะพงขาว (ก) ปลากะรังดอกแดง (ข) ปลากะพงดำ (ค) และปลาผีเสื้อปากยาว (ง)



รูปที่ 7 การประยุกต์ใช้สาย cut-down catheter ในการเก็บน้ำเชื้อปลาตะกรับ (ก) และปลากดทะเล (ข)

นอกเหนือจากการใช้สาย cut-down tube เพื่อการตรวจสอบความพร้อมของไข่ปลาก่อนการฉีดฮอร์โมนแล้ว ยังสามารถสามารถใช้เก็บรวบรวมน้ำเชื้อเพื่อการผสมเทียมหรือเพื่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อระยะยาวโดยวิธีแช่แข็ง โดยเฉพาะปลาขนาดเล็กหรือปลาที่มีน้ำเชื้อน้อย โดยการทำความสะอาดบริเวณช่องเพศของพ่อปลาแล้วนำปลายของสาย cut-down tube ไปจ่อไว้บริเวณช่องเพศพร้อมกับใช้มือรีดที่ท้องปลาเบา ๆ เมื่อมีน้ำเชื้อไหลออกมาจึงดูดน้ำเชื้อให้เข้าไปในไซริงต์ ก่อนนำไปผสมกับไข่หรือเก็บรักษาไว้ ข้อดีของการเก็บน้ำเชื้อด้วยสาย cut-down tube คือ เก็บได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากน้ำเชื้อที่

ออกมาจากช่องเพศจะไหลเข้าสู่สาย cut-down tube อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ในขณะที่สามารถหยุดการดูดน้ำเชื้อได้ทันทีเมื่อมีน้ำปัสสาวะหรืออุจจาระ ของปลาไหลออกมาเพราะหากน้ำเชื้อปนเปื้อนกับปัสสาวะ อุจจาระ หรือเมือกของปลาจะทำให้คุณภาพของน้ำเชื้อต่ำลง [15] ข้อดีอีกประการหนึ่งคือสามารถเก็บน้ำเชื้อได้ปริมาณมากกว่า เนื่องจากสามารถบังคับทิศทางหรือตำแหน่งที่จะดูดได้ดีและรวดเร็ว ทำให้มีการสูญเสียน้อย (รูปที่ 7)

5. สรุป

การนำสาย cut-down tube มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของไข่แม่ปลาทะเลแทน cannulation tube ทำได้ง่าย สะดวก แม่นยำ และประหยัด รวมทั้งช่วยให้การเก็บรวบรวมน้ำเชื้อจากพ่อปลาทำได้อย่างสะดวกรวดเร็ว มีผลต่อความสำเร็จในการผสมพันธุ์เทียมและเพาะปลาทะเลได้มากขึ้น

6. รายการอ้างอิง

[1] Rottmann, R.W., Shireman, J.V. and Chapman, F.A., 1991, Determining Sexual Maturity of Broodstock for Induced Spawning of Fish, SRAC Publication No. 423, Institute of Food and Agricultural Services, University of Florida, Florida.

[2] อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2538, การเพาะขยายพันธุ์ปลา, ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 231 น.

[3] สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสุจินต์ มณีวงศ์, 2516, การทดลองเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*, Bloch), เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5, กองสำรวจและค้นคว้า, กรมประมง, 21 น.

[4] นิเวศน์ เรืองพานิช, 2536, คู่มือการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกปลากะรัง, สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา, 42 น.

[5] จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์, 2551, ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) โดยใช้ฮอร์โมน LHRHa, เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 32/2551, สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, 20 น.

[6] Russell, D.J. and Rimmer, M.A., 2004, Stock enhancement of barramudi in Australia, pp. 73-106, In Bartly, D.M. and Leber, K.M. (Eds.), Marine Ranching, FAO Fisheries technical papers No. 429.

[7] Crim, L.W. and Glebe, B.D., 1990, Reproduction, pp. 529-553, In Schreck, C.B. and Moyle, P.B. (Eds.), Methods for Fish Biology, American Fisheries Society, Maryland.

[8] Syndelasia, Cannulation tube, Available Source: http:/ www.syndelasia.com/ products/cannulation.html?toggler=8, July 17, 2013.

[9] Contreras-Sanchez, W.M., Schreck, C.B., Fitzpatrick, M.S. and Pereira, C.B., 1998, Effects of stress on the reproductive performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Biol. Reprod. 58: 439-447.

[10] Soso, A.B., Gil Barcellos, L.J., Ranzani-Paiva, M.J., Kreutz, L.C., Quevedo, R.M., Lima, M., Silva, L.B., Ritter, F., Bedin, A.C. and Finco, J.A., 2008, The effects of

stressful broodstock handling on hormonal profiles and reproductive performance of *Rhamdia quelen* (Quoy Gaimard) females, J. World Aquacult. Soc. 39: 835-841.

[11] Donaldson, E.M. 1990. Reproductive indices as measures of the effects of environmental stressors in fish. American fisheries Society Symposium 8: 109-122.

[12] Bonar, S.A., Thomas, G.L., Pauly, G.B. and Martin, R.W., 1989, Use of ultrasonic images for rapid, nonlethal determination of sex and maturity of Pacific herring, North Am. J. Fish. Manag. 9: 364-366

[13] Swenson, E.A., Rosenberger, A.E. and Howell, P.J., 2007, Validation of endoscopy for determination of maturity in small salmonids and sex of mature individuals, Trans. Am. Fish. Soc. 136: 994-998.

[14] จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์, 2552, การอนุบาลและพัฒนาการของลูกปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766), ว.การประมง, 62: 13-22.

[15] Ostrander, G.K. (Ed.), 2000, The Laboratory Fish, Academic Press, San Diego, 678 p.