

**ความเป็นไปได้ในการนำไส้เดือนน้ำจืดมากำจัดของเสียที่พื้ก้นบ่อเลี้ยงปลา
ภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**

**Possibility of using aquatic worms to dispose of waste at the bottom of fish pond
under aquaculture system with sustainable and environmentally friendly condition**

สิริฉัตร สุนทรวิภาต¹ และ ประจวบ ฉายบุ²

Sirichat Soonthornvipat¹ and Prachaub Chaibu²

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน 55000

²คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Nan Inland Aquaculture Research and Development Center, Mueang, Nan Province 55000

² Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Sansai, Chiang Mai Province 50290

Corresponding author: pu_sirichat@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษความเป็นไปได้ในการนำไส้เดือนน้ำจืดมากำจัดของเสียที่พื้ก้นบ่อเลี้ยงปลาภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยทดลองเลี้ยงปลาดุกพร้อมกับไส้เดือนน้ำจืดในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ เลี้ยงปลาดุกพร้อมกับไส้เดือนน้ำจืด 0, 300, 450 และ 600 กรัม ตามลำดับ ทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า สามารถนำไส้เดือนน้ำจืดมาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการกำจัดของเสียที่พื้ก้นบ่อเลี้ยงปลา เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินและแอมโมเนียในน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาดุกพร้อมกับไส้เดือนน้ำจืดลดลงแตกต่างจากการเลี้ยงปลาดุกเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ : ไส้เดือนน้ำจืด ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Abstract

The study was conducted on the possibility of using aquatic worms to dispose of waste at the bottom of fish pond under aquaculture system with sustainable and environmentally friendly condition by culture catfish combine with different quantity of aquatic worms in 4 treatments 3 replications (catfish with 0, 300, 450 and 600 g aquatic worms) for 12 weeks. It was concluded that the use of aquatic worms could be used to dispose of waste at the bottom of the pond because of decreased organic matter in the soil and decreased ammonia in the water compared with using only culture catfish ($p < 0.05$).

Keywords: Aquatic worms, Aquaculture system, Sustainable and environmentally friendly

บทนำ

ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันนิยมเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงและมีการให้อาหารโปรตีนสูงปริมาณมาก ทำให้มีการสะสมของของเสียที่ตะกอนดินก้นบ่อ ซึ่งเกิดจากอาหารที่เหลือจากการบริโภคของสัตว์น้ำ การขับถ่ายของสัตว์น้ำ และจากการย่อยสลายของโปรตีนในอาหารที่เหลือจากการบริโภคโดยแบคทีเรียภายในบ่อเลี้ยง ตะกอนดินเหล่านี้จะไม่ไหลเทไปที่อื่นจนกว่าจะมีการจับสัตว์น้ำจำหน่าย ทำให้ตะกอนดินเป็นแหล่งสะสมของแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และอินทรีย์ไนโตรเจน การย่อยสลายของสารอินทรีย์ทางชีวภาพและการแลกเปลี่ยนของสารที่เป็นผลผลิตเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดการลดลงของออกซิเจนในบริเวณผิวดินและในมวลน้ำ โดยตะกอนดินในบริเวณพื้นก้นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีบทบาทสำคัญในการควบคุมและเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ ในด้านองค์ประกอบของไนโตรเจนรูปต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเลี้ยง พบว่า ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในระบบได้อย่างดีพอ โดยเฉพาะระบบที่เลี้ยงสัตว์น้ำด้วยความหนาแน่นสูงมากๆ จะส่งผลให้ระบบนิเวศในบ่อเสื่อมโทรมเร็วและก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่มีการพัฒนาระบบกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการเลี้ยงสัตว์น้ำไปจากบ่อได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ดังนั้น เมื่อนำในบ่อเลี้ยงมีคุณภาพไม่ดีจะทำให้การตอบสนองต่ออาหารจะช้า การเจริญเติบโตช้า มีความแตกต่างกันมากด้านขนาดของสัตว์น้ำ ผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้นั้นไม่มีคุณภาพ และทำให้เกิดโรคได้ง่าย ดังนั้น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีแนวโน้มที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อเข้าสู่ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปรับรูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากระบบบ่อเปิดที่มีการถ่ายน้ำที่ผ่านการใช้เลี้ยงสัตว์น้ำแล้วทิ้งออกนอกระบบเลี้ยงหรือทิ้งออกจากฟาร์ม มาเป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อระบบกึ่งปิดหรือระบบปิดที่มีการหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดให้มีคุณภาพดีแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ระบบปิดสำหรับสัตว์น้ำมีข้อดีคือ ทำให้คุณภาพน้ำคงที่ตลอดการเลี้ยง สามารถเพิ่มผลผลิต ป้องกันการติดโรค และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยง จึงนับว่ามีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งต่ออนาคตของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทย แต่การเพาะเลี้ยงในระบบปิดมักประสบปัญหาแอมโมเนียสะสมในระดับความเข้มข้นสูง มีสาเหตุจากการให้อาหารในปริมาณมาก การขับถ่ายของสัตว์น้ำ และจากการย่อยสลายของโปรตีนในอาหารที่เหลือจากการบริโภคโดยแบคทีเรียภายในบ่อเลี้ยง ทั้งนี้ การแก้ปัญหาการเน่าเสียของดินพื้นบ่อที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อาจใช้วิธีทางชีวภาพโดยใช้สิ่งมีชีวิตหน้าดินเข้ามาช่วย เช่น ไส้เดือนน้ำจืด เนื่องจากไส้เดือนน้ำจืดเป็นสัตว์กินซากเน่าเปื่อยของพืชและสัตว์ (Scavenger) กินพวกซากอินทรีย์ ตะกอน และสารอินทรีย์ในดินและโคลนที่อยู่ในรู แหล่งอาหารและพฤติกรรมการกินอาหารขึ้นอยู่กับพื้นที่อยู่อาศัย ซากอินทรีย์ขนาดเล็ก สาหร่าย และจุลินทรีย์อื่นๆ เป็นอาหาร ไส้เดือนน้ำจืดสามารถอยู่ในน้ำจืดได้ทุกสภาพ ส่วนใหญ่ฝังตัวลงในรูตามพื้นที่ตื้นน้ำที่มีซากเปื่อยอยู่ สามารถทนต่อสภาวะออกซิเจนในน้ำต่ำได้ และมีการสกัดของเสียในรูปของแอมโมเนีย หรืออาจอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนได้ในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น *Tubifex* อยู่ในโคลนในน้ำเน่าเสียหรืออยู่ในพื้นที่ทะเลสาบที่ขาดออกซิเจนได้ และ *Tubifex* จะตายถ้าอยู่ในสภาพที่มีการพ่นออกซิเจนให้นานเกินไป ไส้เดือนน้ำจืดเป็นอาหารธรรมชาติที่สำคัญโดยเฉพาะปลา เป็นห่วงโซ่อาหารที่สำคัญและระบบนิเวศของแหล่งน้ำด้วย (Jarupan and Jarupan, 2003) ทำให้เป็นที่นิยมและเป็นที่ต้องการของผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะ

การเพาะเลี้ยงปลาสวยงามเพราะเป็นอาหารมีชีวิตที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งรวมโปรตีน วิตามินและกรดไขมันหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะกรดไขมัน omega 3 ชนิด DHA (docosahexaenoic acid) และ EPA (eicosapentaenoic acid) มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ ไล้เดือนน้ำจืดสามารถใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ความเน่าเสียของน้ำได้ดี โดยเฉพาะไล้เดือนน้ำจืดวงศ์ Tubificidae สามารถใช้แสดงลักษณะสถานภาพทางอินทรีย์สารที่อุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ของน้ำ โดยเฉพาะ *Branchiura sowerbyi* และ *Tubifex tubifex* เป็นชนิดที่แพร่กระจายในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมมากในระดับ 112.55-118.15 มิลลิกรัมต่อกรัม และมีปริมาณซัลไฟด์รวมอยู่ในระดับ 0.14-0.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และอาศัยอยู่สภาพพื้นที่ของน้ำที่เป็นลักษณะโคลนสีดำปนไปด้วยซากพืชซากและมูกเลนเหนียวได้ดี เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพของแหล่งน้ำที่เสื่อมโทรม (Bartsh and Ingram, 1959; Teera, 1992; Soodta, 2007) การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วิธีทางชีวภาพโดยใช้ไล้เดือนน้ำจืดมาแก้ปัญหาน้ำเน่าเสียของดินพื้นที่บ่อที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปลาดุกอย่างเดียว
- ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงปลาดุกและใส่ไล้เดือนน้ำจืด 300 กรัม
- ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงปลาดุกและใส่ไล้เดือนน้ำจืด 450 กรัม
- ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงปลาดุกและใส่ไล้เดือนน้ำจืด 600 กรัม

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดลองเลี้ยงปลาดุกในกล่องพลาสติกที่ขนาด 47×66×34 เซนติเมตร จำลองเป็นบ่อเลี้ยงปลาจากพื้นกล่องมีดินสูง 5 เซนติเมตร ใส่น้ำสูง 20 เซนติเมตร น้ำไหลผ่านตลอดในระบบน้ำหมุนเวียน
2. ปลาดุกที่ใช้ในการทดลองมีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกันประมาณ 3 นิ้ว เลี้ยงในกล่องพลาสติกที่ขนาด 47×66×34 เซนติเมตร ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) ตามแผนการทดลองที่กำหนดให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ให้กินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และเวลา 16.00 น. ขณะให้อาหารปิดระบบน้ำหมุนเวียน
3. ไล้เดือนน้ำจืดที่ใช้ในการทดลองซื้อจากร้านในเขตภาคกลาง มาล้างทำความสะอาดโดยการเปิดน้ำไหลผ่านตลอดและคอยพลิกกลับไล้เดือนน้ำจืดที่เกาะกลุ่มกันเป็นก้อนเพื่อให้ตะกอนสิ่งสกปรกที่อยู่ด้านใต้หลุดออกมา คัดเฉพาะไล้เดือนน้ำจืดที่สะอาดนำมาใช้ทดลอง ใส่ไล้เดือนน้ำจืดตามแผนการทดลอง ทำตะแกรงกั้นเหนือพื้นกล่องประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้ปลาดุกมุดลงไปกินไล้เดือนน้ำจืดและเลี้ยงร่วมกับปลาดุกจนครบ 12 สัปดาห์

4. เติมอากาศอยู่ตลอดเวลาเพื่อรักษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระหว่างการเลี้ยง

5. ศึกษาคุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลอง ดังนี้

5.1 วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทุกวัน เวลา 08.00 น. โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen) ใช้วิธีไตเตรท หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ตามวิธีที่กล่าวอ้างโดย Duangsawasdi and Somsiri (1985) และอุณหภูมิ (temperature) ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว หน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส

5.2 วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทุก 2 สัปดาห์ เวลา 08.00 น. โดยความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้ pH meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 991001 ความกระด้าง (hardness) และความเป็นด่าง (alkalinity) ใช้วิธีไตเตรท หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ตามวิธีที่กล่าวอ้างโดย Duangsawasdi and Somsiri (1985) ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนโตรท์ ไนเตรต และ ฟอสเฟต วัดโดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2000V หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

6. เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มต้นการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำมาหาค่าปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (pH) สารอินทรีย์รวม (Organic matter) ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ (Available-P) ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) โปแทสเซียม (Extractable forms potassium)

7. ศึกษาการเจริญเติบโตทั้งด้านความยาวและน้ำหนักของปลาทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ก่อนเริ่มต้นการทดลองและไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 สุ่มปลาทุกจำนวน 25% ของแต่ละซ้ำของการทดลอง นำปลามาวัดความยาวเหยียด (total length) ด้วย electronic digital caliper ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง เลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 12 สัปดาห์ นับจำนวนลูกปลาทั้งหมด ศึกษาการเจริญเติบโตของไส้เดือนน้ำจืด โดยชั่งน้ำหนักเปียกรวมก่อนเริ่มต้นการทดลองและหลังสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวของปลาทุก การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของไส้เดือนน้ำจืด มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน one way analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan new's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 17.0

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไส้เดือนน้ำจืดมากำจัดของเสียที่พื้กันบ่อเลี้ยงปลาภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยทดลองเลี้ยงปลาในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) ในกล่องพลาสติกทึบ ขนาด 47×66×34 เซนติเมตร ซึ่งจำลองเป็นบ่อเลี้ยงปลาและใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 300, 450 และ 600 กรัม ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโตของปลาตูก

1.1 ด้านความยาว

ปลาตูกมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.63 ± 0.11 , 7.66 ± 0.12 , 7.62 ± 0.04 และ 7.64 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 ปลาตูกมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 13.38 ± 0.15 , 13.47 ± 0.07 , 13.53 ± 0.09 และ 13.62 ± 0.15 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณ 0, 300, 450 และ 600 กรัม มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.0639 ± 0.002 , 0.0646 ± 0.001 , 0.0657 ± 0.001 และ 0.0664 ± 0.002 เซนติเมตรต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวมีค่าเท่ากับ 0.62 ± 0.02 , 0.63 ± 0.01 , 0.64 ± 0.01 และ 0.64 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ (0, 300, 450 และ 600 กรัม) มีความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 1)

1.2 ด้านน้ำหนัก

ปลาตูกมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.5327 ± 0.0678 , 2.5353 ± 0.0755 , 2.5344 ± 0.0882 และ 2.5319 ± 0.0899 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยของปลาตูกในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 ปลาตูกมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 11.4451 ± 0.1128 , 11.5145 ± 0.0747 , 11.6591 ± 0.1020 และ 11.9011 ± 0.2394 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณ 450 และ 600 กรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณ 0 และ 300 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณ 0, 300 และ 450 กรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.0990 ± 0.0018 , 0.0998 ± 0.0017 , 0.1014 ± 0.0020 และ 0.1041 ± 0.0034 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักมีค่าเท่ากับ 1.68 ± 0.04 , 1.68 ± 0.03 , 1.70 ± 0.05 และ 1.72 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักของปลาตูกที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 1)

1.3 อัตราการรอดตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาตูกที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) ในทุกชุดการทดลอง เหลือรอด 40 ตัว คิดเป็นอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ปลาตูกที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ได้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 1)

2. การเจริญเติบโตของไส้เดือนน้ำจืด

ไส้เดือนน้ำจืดมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.0000 ± 0.0000 , 300.0277 ± 0.0037 , 450.0120 ± 0.0008 และ 600.0110 ± 0.0017 กรัม ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไส้เดือนน้ำจืดมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.0000 ± 0.0000 , 348.4725 ± 6.5906 , 526.3777 ± 8.3220 และ 707.2139 ± 9.8021 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.0000 ± 0.0000 , 0.5383 ± 0.0732 , 0.8485 ± 0.0925 และ 1.1911 ± 0.1089 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักมีค่าเท่ากับ 0.00 ± 0.00 , 0.17 ± 0.02 , 0.17 ± 0.02 และ 0.18 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ไส้เดือนน้ำจืดที่ใส่ในปริมาณ 300, 450 และ 600 กรัม ระหว่างการเลี้ยงปลาตู้ในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักของไส้เดือนน้ำจืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 2)

3. คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงปลาตู้ในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) และใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 300, 450 และ 600 กรัม เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า คุณสมบัติของน้ำทุกพารามิเตอร์ระหว่างการทดลองอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ คุณหมุน้ำระหว่างการทดลองอยู่ในช่วง 26-28 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำระหว่างการทดลองอยู่ในช่วง 5.1-6.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำระหว่างการทดลองอยู่ในช่วง 6.1-7.5 แอมโมเนียระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.043-0.356 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรที่ระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.075 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าไนเตรตระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.005-0.353 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.005-0.113 มิลลิกรัม ความเป็นด่างระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 114-134 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต และความกระด้างระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 92-126 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต

4. คุณสมบัติของดินระหว่างการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น คุณสมบัติของดินก่อนเริ่มต้นการทดลองและสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปลาตู้ในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) และใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 300, 450 และ 600 กรัม เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า คุณสมบัติของดินทุกพารามิเตอร์ (ยกเว้นสารอินทรีย์รวมในดิน) ทั้งก่อนเริ่มต้นการทดลองและสิ้นสุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า สารอินทรีย์รวมในดินเฉลี่ยระหว่างการเลี้ยงปลาตู้ในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณ 300, 450 และ 600 กรัม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าน้อยกว่าที่เลี้ยงปลาตู้เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 1 Mean±SD of initial length, initial weight, final length, final weight, daily length gain, daily weight gain, specific growth rate in length and weight and survival rate of 120 catfish /m² combined with aquatic worms at 4 different quantities for 12 weeks

Index	culture catfish 120 species/m ² combine with aquatic worms (g)			
	0	300	450	600
initial length (cm)	7.63±0.11 ^a	7.66±0.12 ^a	7.62±0.04 ^a	7.64±0.10 ^a
final length (cm)	13.38±0.15 ^a	13.47±0.07 ^{ab}	13.53±0.09 ^{ab}	13.62±0.15 ^b
initial weight (g)	2.5327±0.0678 ^a	2.5353±0.0755 ^a	2.5344±0.0882 ^a	2.5319±0.0899 ^a
final weight (g)	11.4451±0.1128 ^a	11.5145±0.0747 ^a	11.6591±0.1020 ^{ab}	11.9011±0.2394 ^b
daily length gain (cm/day)	0.0639±0.002 ^a	0.0646±0.001 ^a	0.0657±0.001 ^a	0.0664±0.002 ^a
daily weight gain (g/day)	0.0990±0.0018 ^a	0.0998±0.0017 ^a	0.1014±0.0020 ^{ab}	0.1041±0.0034 ^b
Specific growth rate In length (%)	0.62±0.02 ^a	0.63±0.01 ^a	0.64±0.01 ^a	0.64±0.01 ^a
Specific growth rate In weight (%)	1.68±0.04 ^a	1.68±0.03 ^a	1.70±0.05 ^a	1.72±0.06 ^a
Survival rate (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Remarks: Different letters between the horizontal differences are statistically Significant (p<0.05).

Table 2 Mean±SD of initial weight, final weight, daily weight gain and specific growth rate in weight of aquatic worms cultured with 120 catfish /m² combined with aquatic worms at 4 different quantities for 12 weeks

Aquatic worms	culture catfish 120 species/m ² combine with aquatic worms (g)			
	0	300	450	600
initial weight (g)	0.000±0.000	300.0277±0.0037	450.0120±0.0008	600.0110±0.0017
final weight (g)	0.000±0.000	348.4725±6.5906	526.3777±8.3220	707.2139±9.8021
daily weight gain (g/day)	0.000±0.000	0.5383±0.0732	0.8485±0.0925	1.1911±0.1089
Specific growth rate In weight (%)	0.000±0.000 ^a	0.17±0.02 ^b	0.17±0.02 ^b	0.18±0.02 ^b

Remarks: Different letters between the horizontal differences are statistically Significant (p<0.05).

Table 3 Mean±SD of pH, Organic matter, Available-P, Total Nitrogen and Extractable forms potassium at the beginning and the end of experiment in 120 catfish /m² culture combined with aquatic worms at 4 different quantities for 12 weeks

Index	culture catfish 120 species/m ² combine with aquatic worms (g)			
	0	300	450	600
<i>At the beginning</i>				
pH	7.07±0.21 ^a	7.07±0.12 ^a	7.13±0.15 ^a	7.07±0.21 ^a
Organic matter (%)	2.75±0.16 ^a	2.77±0.20 ^a	2.75±0.18 ^a	2.78±0.08 ^a
Available-P (mg/kg)	35.33±1.53 ^a	35.00±2.65 ^a	35.67±1.53 ^a	35.33±2.52 ^a
Total Nitrogen (%)	0.11±0.03 ^a	0.12±0.03 ^a	0.11±0.03 ^a	0.11±0.02 ^a
Extractable forms potassium (mg/kg)	87.33±1.53 ^a	87.33±2.08 ^a	87.33±2.52 ^a	87.33±3.79 ^a
<i>At the end</i>				
pH	7.17±0.06 ^a	7.20±0.10 ^a	7.13±0.15 ^a	7.10±0.10 ^a
Organic matter (%)	3.35±0.09 ^a	3.17±0.05 ^b	3.13±0.10 ^b	3.05±0.08 ^b
Available-P (mg/kg)	39.67±2.52 ^a	39.33±1.53 ^a	39.67±2.08 ^a	39.67±1.53 ^a
Total Nitrogen (%)	0.24±0.02 ^a	0.23±0.03 ^a	0.22±0.05 ^a	0.22±0.04 ^a
Extractable forms potassium (mg/kg)	87.33±1.53 ^a	87.33±2.08 ^a	87.33±2.52 ^a	87.33±3.79 ^a

Remarks: Different letters between the horizontal differences are statistically Significant (p<0.05).

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไส้เดือนน้ำจืดมากำจัดของเสียที่พื้นก้นบ่อเลี้ยงปลาภายใต้เงื่อนไขระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยทดลองเลี้ยงปลาดุกพร้อมกับการใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าไส้เดือนน้ำจืดมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตทั้งด้านความยาวและน้ำหนักของปลาดุก เห็นได้จากผลการทดลองเลี้ยงปลาดุกในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณ 300, 450 และ 600 กรัม มีค่าความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่มีค่ามากกว่าเลี้ยงปลาดุกอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) Marian and Pandian (1984) รายงานว่า ได้มีนักวิจัยทำการศึกษาการเพิ่มโปรตีนเข้าไปในส่วนผสมของอาหารในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์น้ำ และนักวิจัยได้พัฒนาสูตรการผลิตอาหารโดยมุ่งไปที่การใช้ไส้เดือนน้ำเข้ามา เนื่องจากไส้เดือนน้ำมีสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำ โดยใช้ไส้เดือนน้ำที่มีการแพร่กระจายในแหล่งน้ำจืด เช่น ไส้เดือนน้ำจืดจำพวก *Tubifex* sp., *Branchiura sowerbyi* และ *Enchytraeus* sp. เป็นอาหารเสริมหรืออาหารพิเศษสำหรับเลี้ยงปลาหรือกุ้งได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Vineetha and Maheswarudu (2013) รายงานว่า ไส้เดือนน้ำ

สามารถช่วยกระตุ้นฮอร์โมนโพสทาเกรนดินและกระตุ้นอวัยวะเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์น้ำโดยเฉพาะกลุ่มครัสเตเชียขึ้น ให้มีความสมบูรณ์เพศได้ โดยมีการรายงานว่ามีกรนำเอาไส้เดือนน้ำ *Pontodrilus bermudensis* มาใช้เป็น อาหารของกุ้งกุลาดำ ช่วยกระตุ้นรังไข่ให้มีความสมบูรณ์ กระตุ้นการวางไข่ได้ ซึ่งไส้เดือนน้ำสามารถนำมาเป็น แหล่งอาหารโปรตีนทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารสำเร็จรูปได้

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงปลาอุกอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร (40 ตัว) ร่วมกับไส้ไส้เดือนน้ำจัดปริมาณต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 300, 450 และ 600 กรัม เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า คุณสมบัติของน้ำทุกพารามิเตอร์ระหว่างการทดลองอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ อุณหภูมิน้ำระหว่างการทดลองอยู่ในช่วง 26-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ สัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 23 - 32 องศาเซลเซียส (Wirat, 2001) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำระหว่างการทดลองอยู่ ในช่วง 5.1-6.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต การขยายพันธุ์ และการ อนุรักษสัตว์น้ำ ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมี ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำ ความกดดันของอากาศ และสิ่งเจือปนในน้ำ น้ำที่มีค่าปริมาณออกซิเจน ละลายในน้ำสูงจะมีคุณภาพน้ำที่ดีกว่าน้ำที่มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ และปริมาณออกซิเจนที่ ละลายในน้ำยังมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (บีโอดี) กล่าวคือ ถ้าแหล่งน้ำมีค่าบีโอดีมากแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีความสกปรกมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจน จำนวนมากในการการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือปฏิภูมิล ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง แหล่งน้ำ ธรรมชาติมีค่าบีโอดีที่เหมาะสมไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำระหว่างการทดลองอยู่ ในช่วง 6.1-7.5 ซึ่งความเป็นกรดเป็นด่างภายในแหล่งน้ำที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5 - 9 ความเป็นกรดเป็นด่าง เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ แหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่ได้ตามมาตรฐานอาจเป็นอันตรายต่อการ ดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แอมโมเนียระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.043-0.356 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรทรี ระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.075 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรตระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.005-0.353 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.005-0.113 มิลลิกรัม ซึ่งค่าที่ เหมาะสมของแอมโมเนียควรมีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรทรีควรมีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรตควรมีค่าไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสควรมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.05- 1 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่อเลี้ยงที่มีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่าเกณฑ์จะมีสีของน้ำค่อนข้างเขียวเข้ม (Pollution Control Department, 2014) ความเป็นด่างระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 114-134 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต และความ กระด้างระหว่างการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 92-126 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งค่าความเป็นด่างที่ เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือ 50-300 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต และค่า ความกระด้างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ คือ 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (Wirat, 2001) สารอินทรีย์รวมในดินเฉลี่ยระหว่างการเลี้ยงปลาอุกในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตาราง เมตร และไส้ไส้เดือนน้ำจัดปริมาณ 300, 450 และ 600 กรัม มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าน้อยกว่าที่เลี้ยงปลาอุก เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lucai *et al* (2016) ศึกษา

การเติมไส้เดือนน้ำเข้าไปในระบบการบำบัดน้ำเสียสามารถช่วยลดกากตะกอนภายในระบบได้ ระดับการให้อากาศเป็นสิ่งสำคัญ การศึกษานี้ตรวจสอบกระบวนการของการลดกากตะกอนในพื้นที่ใช้ไส้เดือนน้ำ โดยมีการให้อากาศที่ต่างกันเพื่อเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียแบบทั่วไปและการบำบัดโดยใช้ไส้เดือนน้ำ พบว่าในระบบการบำบัดน้ำโดยให้อากาศ การใช้ไส้เดือนน้ำสามารถช่วยลดของเสียที่เป็นกากตะกอนได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ Anschutz *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติทางเคมีภาพของตะกอนดินที่มีผลต่อสัตว์หน้าดินที่ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืด หลังจากที่มีการรบกวนตะกอนดินจะพบกลุ่มของไส้เดือนน้ำจืด tubificid worms ไส้เดือนน้ำจืดจะกินตะกอนดินเหล่านี้ ความถี่ของการรบกวนตะกอนดินในการทดลองใช้การตามรอยของแสงฟลูออเรสเซนซ์ ไส้เดือนน้ำจืด Tubificids จะดึงเอาออกซิเจนจากบริเวณน้ำใต้ท้องน้ำ ดังนั้นตะกอนดินข้างใต้ท้องน้ำจึงอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน (anoxic) ความเข้มข้นของแอมโมเนียและแมงกานีสในตะกอนดินต่ำส่งผลให้เกิดการแย่งอินทรีย์คาร์บอนของไส้เดือนน้ำจืด tubificids ทำให้ไส้เดือนน้ำจืดชนิดนี้พบมากเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ไส้เดือนน้ำจืดที่ใส่ลงไปช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาจากเศษอาหารที่เหลือและมูลของปลาที่อยู่ในพื้นที่บ่อทดลองได้จริง จึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินเฉลี่ยลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีการเพิ่มปริมาณของไส้เดือนน้ำจืดในพื้นที่บ่อเนื่องจากไส้เดือนน้ำจืดมีอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต เห็นได้จากผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของไส้เดือนน้ำจืดเมื่อสิ้นสุดการทดลองในชุดการทดลองที่ใส่ไส้เดือนน้ำจืดจะมีปริมาณไส้เดือนน้ำจืดเพิ่มมากขึ้น ไส้เดือนน้ำจืดมีส่วนช่วยลดแอมโมเนียในน้ำเห็นได้จากผลการทดลองคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองครั้งนี้ที่เลี้ยงปลาในอัตราความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร และใส่ไส้เดือนน้ำจืดปริมาณ 300, 450 และ 600 กรัม มีค่าแอมโมเนียเฉลี่ยในน้ำลดลง จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำไส้เดือนน้ำจืดมาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการกำจัดของเสียที่พื้นที่บ่อเลี้ยงปลา

เอกสารอ้างอิง

- Anschutz, P., A. Ciutat, P. Lecroart, M. Gerino and A. Boudou. 2012. Effects of Tubificid worm bioturbation on freshwater sediment biogeochemistry. *Aquatic Geochemistry*, 475-497.
- Bartsh, A. F. and W. M. Ingram. 1959. Stream life and pollution environment. *Public Work*, 9, 104-110.
- Duangwasdi, M. and Somsiri, J. 1985. Water quality and analytical method for fisheries research. National Fisheries Institute, Department of Fisheries, Bangkok. 115 p. [In Thai]
- Jarupan B. and Jarupan N. 2003. Invertebrates II Annelida through Protochordata. Publisher of Kasetsart University, Bangkok. 698 p. [in Thai]
- Lucai, D. G., W. Kan, H., Liu and X. Wan. 2016. Sludge reduction using aquatic worms under different aeration regimes. *Environmental Technology*, 38, 737-743.

- Marian M. P., T. J. Pandian. 1984. Culture and harvesting technique of *Tubifex tubifex*. *Aquaculture*, 42, 303-315.
- Pollution Control Department. 2014. Handbook for monitoring and evaluation of inland water quality surface of the earth. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. 96 p. [in Thai]
- Soodta, H. 2007. The use of Oligochaetes as an index of organic status of benthic substrate in different land use types of Nakhonchaisri River. Master of Science, Department of Fishery, Kasetsart University, Bangkok. 96p. [in Thai]
- Teera Lekcholyut. 1992. Aquatic Ecology. Publisher of Kasetsart University, Bangkok. 165 p. [in Thai]
- Vineetha A. and G. Maheswarudu. 2013. Culture of the littoral oligochaete *Pontodrilus bermudensis* Beddard. *The Journal of Bioprocess Technology Photon*, 97, 142-155.
- Wirat Jiwyam. 2001. Introduction to water quality and water quality analysis in aquaculture ponds. Publisher of Chulalongkorn University, Bangkok. 178 p. [in Thai]