ผลของสารสกัดใบมังคุดต่อการผลิตปลานิลเพศผู้

Effects of natural extracts from Mangosteen leaves on sex-reversal in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

สุทิพย์ ค้าของ*, คุณนิธี ลีลารัศมี, อัจฉริยา สุวรรณสังข์ และ นิรุทธิ์ สุขเกษม

Suthip Khakong*, Khunnitee Leelarasamee, Atchariya Suwannasang, and Nirut Sukkasem

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของใบมังคุดซึ่งมีสารออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนในกลุ่มสเตียรอยด์ ในการแปลงเพศปลานิลโดยแบ่งเป็น 2 วิธี คือ 1) การฟักไข่ปลาระยะที่ 1 ในน้ำแช่ใบมังคุดเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.5, และ 5.0 กรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 7 วัน 2) การอนุบาลลูกปลานิลอายุ 2 วัน หลังถุงไข่แดงยุบ ในน้ำแช่ใบมังคุด ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 1.0, 2.0, และ 3.0 กรัม/ลิตร ระยะเวลา 28 วัน พบว่าไข่ปลาไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ในน้ำแช่ใบมังคุดเข้มข้น 5.0 กรัม./ลิตร และการอนุบาลลูกปลาในน้ำที่ความเข้มข้น 3 กรัม/ลิตร ลูกปลาไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้นอื่น ๆ ของทุกชุดการทดลองมีอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนการแปลงเพศที่ให้ได้สัดส่วนปลาเพศผู้สูงของวิธีที่ 1) คือที่ระดับความเข้มข้น 2.5 กรัม/ลิตร มีเพศผู้ 65% ส่วนวิธีที่ 2) คือที่ระดับความเข้มข้น 2.0 กรัม/ลิตร มีเพศผู้ 73% การใช้สารสกัดจากใบมังคุดในการแปลงเพศปลานิล มีแนวโน้มที่จะสามารถเหนี่ยวนำให้ได้ปลาเพศผู้มากกว่าปลาเพศเมีย และควรปรับวิธีการทดลองโดยใช้สารสกัดใบมังคุดแบบเข้มข้นในปริมาณที่มากขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ กับระยะของลูกปลาที่เหมาะสม และเปรียบเทียบกับวิธีการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ เพื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการใช้ รวมถึงต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

คำสำคัญ: การแปลงเพศ ปลานิล *Oreochromis niloticus* ใบมังคุด

Abstract: The studies of using mangosteen leaf extract, which contains active compounds similar to steroid hormones, on sex-reversal in Nile tilapia (Oreochromis niloticus) were conducted in 2 experiments; 1) incubating of early-stage eggs in water containing mangosteen leaf extract at concentrations of 0, 1, 2.5, and 5 g of mangosteen leaves/l for 7 days, 2) nursing of fry aged 2-day after yolk sac absorption in water containing mangosteen leaf extract at concentrations of 0, 1, 2, and 3 g of mangosteen leaf/l for 28 days The results shown that, eggs were unable to hatch in water containing mangosteen leaf extracts the concentration of 5 g/l. Also the fry was unable to survive in water containing mangosteen leaves extracts at concentrations of 3 g/l. As for the rest, fry in all treatments shown no significantly difference in survival rate, growth rate and feeding efficiency ($p>0.05$). As to produce high male percentage, sex-reversal effects in 2 experiments were; 1) 65% male in the 2.5g/l treatment, 2) 73% male in the 2 g/l treatment. The used of mangosteen leaf extract on sex-reversal in Nile tilapia tends to induce higher male percentage, and should compare with synthetic hormone for the effectiveness, cost, and environmental compacts.

สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

Department of Aquaculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Phuket University, Phuket 83000

* Corresponding author: su_thip@windowslive.com

Key words: sex-reversal, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), mangosteen leaf

บทนำ

วิธีการผลิตลูกปลานิลเพศผู้ที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน คือ การใช้ฮอร์โมน 17α-methyltestosterone (MT) เพราะสะดวกและมีเปอร์เซ็นต์การแปลงเพศอยู่ในระดับสูง (95-98%) แต่วิธีนี้อาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในบางประเทศ เพราะการแปลงเพศปลานิลด้วยฮอร์โมนมักทำในกระชังในบ่อดิน จึงมีฮอร์โมนเหลือและตกค้างทั้งในน้ำ และดินเลน ทั้งนี้ MT เป็นฮอร์โมนสังเคราะห์ชนิดสเตอรอยด์ (steroid) ที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้ที่ลงไปปฏิบัติงานในบ่อ และการเปลี่ยนถ่ายน้ำทิ้งจากบ่อแปลงเพศสู่ภายนอกฟาร์มอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศ และสภาพความสมดุลของสัดส่วนเพศปลาในธรรมชาติ จึงมีการศึกษาการใช้สารสกัดธรรมชาติแทนฮอร์โมนสังเคราะห์ในปลาสวยงาม เช่น สารสกัดกวาวเครือขาวในการแปลงเพศปลากัด (รุ่งกานต์ และคณะ, 2546; รุ่งกานต์ และคณะ 2547) และสารสกัดใบมังคุดในการแปลงเพศปลากัด (อุไรวรรณ , 2544) ซึ่งพบว่าสารสกัดดังกล่าวสามารถใช้แปลงเพศปลาได้ การวิจัยครั้งนี้จึงทดสอบความเป็นไปได้และผลของสารสกัดใบมังคุดต่อการแปลงเพศปลานิล เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบในการลดการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ และพัฒนาการผลิตปลานิลเพศผู้เชิงธุรกิจในอนาคต

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 ปริมาณใบมังคุดที่เหมาะสมในน้ำที่ใช้ฟักไข่ปลานิลเพื่อผลิตปลานิลเพศผู้

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) มี 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยชุดการทดลองที่ 1 เป็นชุดควบคุม ทำการฟักไข่ปลานิลในน้ำที่ไม่ได้แช่ใบมังคุด ชุดการทดลองที่ 2-4 ทำการฟักไข่ปลานิลในน้ำแช่ใบมังคุดความเข้มข้น 1.0, 2.5 กรัม และ 5.0 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เตรียมน้ำแช่ใบมังคุดโดยสับใบมังคุดสดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักตามต้องการใส่ถุงผ้าขาวบาง แช่น้ำไว้ 2 วัน แล้วจึงนำน้ำมาใช้ในระบบฟักไข่แบบน้ำหมุนเวียน นำไข่ปลาซึ่งยังเป็นสีเหลืองนวลทั้งฟอง (ระยะที่ 1 un-eyed egg) จากพ่อแม่พันธุ์ปลานิลปกติของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดตรัง มาฟักในถาดฟักขนาด 25×40×10 ลบ.ซม. จำนวน 12 ถาด ถาดละ 400 ฟอง นาน 5 วัน หรือจนกว่าไข่จะฟักเป็นตัวระยะถุงไข่แดงยุบ (ระยะที่ 5 free-swimming) นับจำนวนปลาที่ฟักได้ แล้วย้ายไปเลี้ยงในตู้กระจกด้วยน้ำปกติจนครบ 10 สัปดาห์ ให้อาหารคืออาร์ทีเมียวัยอ่อนและอาหารสำเร็จรูปสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำ จากนั้นนำปลามาผ่า ย้อมสีอวัยวะสืบพันธุ์ด้วยสีอะซีโตคามิน แล้วนำไปจำแนกเพศภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การทดลองที่ 2 ปริมาณใบมังคุดที่เหมาะสมในน้ำที่ใช้อนุบาลลูกปลานิลเพื่อผลิตปลานิลเพศผู้

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ กำหนดให้ชุดการทดลองที่ 1 เป็นชุดควบคุม ทำการอนุบาลลูกปลานิลในน้ำที่ไม่ได้แช่ใบมังคุด ชุดการทดลองที่ 2-4 อนุบาลลูกปลานิลในน้ำแช่ใบมังคุดความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เตรียมน้ำแช่ใบมังคุดโดยสับใบมังคุดสดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักตามต้องการใส่ถุงผ้าขาวบางแช่น้ำไว้ 2 วัน เตรียมลูกปลาทดลองโดยฟักไข่ปลาที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ปลานิลปกติของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดตรัง นาน 5 วัน หรือจนกว่าไข่จะฟักเป็น

ตัวระยะถุงไข่แดงยุบ (ระยะที่ 5 free-swimming) แล้วนำมาอนุบาลในน้ำแช่ใบมังคุด ในตู้ทดลองที่มีปริมาตรน้ำ 100 ลิตร จำนวน 12 ตู้ ตู้ละ 100 ตัว เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงต่อในน้ำปกติจนครบ 10 สัปดาห์ ให้อาหารและเก็บข้อมูลเหมือนการทดลองที่ 1

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ปริมาณใบมังคุดที่เหมาะสมในน้ำที่ใช้ฟักไข่ปลานิลเพื่อผลิตปลานิลเพศผู้

ตลอดระยะเวลาในการทดลอง คุณภาพน้ำในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.00 – 28.50 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.65 – 8.46 ค่าความเป็นด่าง 30.11 – 58.24 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 3.5- 6.9 มิลลิกรัม/ลิตร

อัตราการฟักไข่ปลานิลมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกชุดการทดลอง (Table 1) โดยอัตราการฟักในชุดการทดลองควบคุมมีค่าสูงสุด คือ 66.00 ± 4.12% ในขณะที่ชุดการทดลองที่ 4 (ใบมังคุด 5.0 กรัม/ลิตร) ไข่ปลาไม่สามารถฟักเป็นตัว

เมื่อย้ายปลาจากถาดฟักไปอนุบาลต่อในตู้กระจก พบว่าปลามีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาของการทดลอง โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป (Figure 1) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอัตราการรอดตาย และอัตราการกินอาหารไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P> 0.05$) แต่น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราแลกเนื้อ ของลูกปลาที่มาจากชุดการทดลองที่ 3 (ใบมังคุด 2.5 กรัม/ลิตร) มีค่าดีที่สุด ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 2

ผลการหาอัตราส่วนของเพศปลานิล พบว่าลูกปลาที่ฟักด้วยน้ำแช่ใบมังคุด 0, 1.0 และ 2.5 กรัมต่อลิตร เป็นเพศผู้เท่ากับ 48.00, 60.61 และ 65.00% ตามลำดับ นำอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียจากการทดลองมาเปรียบเทียบทางสถิติกับอัตราส่วนธรรมชาติ (1: 1) ด้วยวิธี Chi-square test ได้ผลดังแสดงใน Table 3

การทดลองที่ 2 ปริมาณใบมังคุดที่เหมาะสมในน้ำที่ใช้อนุบาลลูกปลานิลเพื่อผลิตปลานิลเพศผู้

ตลอดระยะเวลาในการทดลอง คุณภาพน้ำในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 25.33 – 28.23 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.20 – 7.46 ค่าความเป็นด่าง 37.11 – 61.44 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 2.8- 5.9 มิลลิกรัม/ลิตร

ผลการอนุบาลลูกปลานิลในน้ำแช่ใบมังคุดความเข้มข้นระดับต่างๆ พบว่าลูกปลาในชุดการทดลองที่ 4 (ใบมังคุด 3 กรัม/ลิตร) ได้ทยอยตายจนหมดภายในวันที่ 10 ของการอนุบาล ส่วนในชุดการทดลองอื่นๆ ลูกปลาสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ โดยค่าน้ำหนักเฉลี่ย อัตราการรอดตาย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราแลกเนื้อ และอัตราการกินอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P> 0.05$) ดังแสดงใน Figure 2 และ Table 4

ผลการหาอัตราส่วนของเพศปลานิล พบว่าลูกปลาในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีสัดส่วนเพศผู้เท่ากับ 64.00, 72.00, และ 73.00% ตามลำดับ เมื่อนำอัตราส่วนเพศมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าอัตราส่วนเพศของลูกปลาทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) จากอัตราส่วนธรรมชาติ 1:1 ดังแสดงใน Table 5

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่าไข่ปลานิลไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ในน้ำที่แช่ใบมังคุด 5.0 กรัม/ลิตร ส่วนในน้ำที่แช่ใบมังคุด 2.5 กรัม/ลิตร ก็มีอัตราการฟักเพียง 24.17± 2.10% แสดงว่าการใช้ใบมังคุดมากกว่า 2.5 กรัม/ลิตร จะทำให้ได้สารสกัดที่เข้มข้นเกินไป จน

ส่งผลต่ออัตราการฟัก โดยในใบมังคุดมีสารประกอบอยู่หลายตัว เช่น แมงโกสติน ดามมาร์ เรซิน แทนนิน ไทเทอร์ปีนอยด์ และเทอร์เพนทีน (Bennett and Lee,1989) อีกทั้ง Adimoelja (1987) พบว่า พืชที่มีสารพวกอัลคาลอยด์และไทเทอร์ปีนอยด์ มักให้ผลในการลดความสามารถในการสืบพันธุ์ (anti-fertility) เมื่อสารเหล่านี้มีปริมาณมากขึ้นจึงมีผลให้ไข่ปลาไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 2 ซึ่งพบว่าลูกปลานิลที่อนุบาลในน้ำแช่ใบมังคุด 3 กรัม/ลิตร ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และการทดลองของ จิราวดี (2545) ซึ่งแปลงเพศปลากัดด้วยน้ำหมักใบมังคุด โดยลูกปลาตายหมดที่ระดับความเข้มข้น 100 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตรเจือจางกับน้ำในอัตรา 1:1 (หรือเท่ากับปริมาณใบมังคุด 10 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) แต่จากการทดลองแปลงเพศปลาหางนกยูงด้วยการเลี้ยงลูกปลาในน้ำหมักใบมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 80 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร เจือจางกับน้ำในอัตรา 1:1 (เท่ากับปริมาณใบมังคุด 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) พบว่าปลามีอัตรารอด 95.31% ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณใบมังคุดมากกว่าการทดลองครั้งนี้ แต่วิธีการเตรียมน้ำที่ใช้เลี้ยงปลานั้นทำโดยการแช่ใบมังคุดสดก่อน 10 วัน จึงจะนำน้ำสารสกัดมาใช้ ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นจึงคงที่ตลอดการเลี้ยง

อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้พบว่า ในชุดการทดลองที่ลูกปลานิลสามารถทนอยู่ได้ ลูกปลาจะมีอัตรารอดอยู่ในช่วง 48.00-94.00% สอดคล้องกับการทดลองอื่นๆ เช่น การแปลงเพศปลานิลโดยการแช่ลูกปลาอายุ 3-5 วัน ในฮอร์โมน MT ความเข้มข้น 200-600 µg /l นาน 3 ชั่วโมง มีอัตรารอด 39.90-67.20% (ได้ปลานิลเพศผู้ประมาณ 63-79 %) การแช่ลูกปลาในฮอร์โมน MDHT ความเข้มข้น 200 µg /l นาน 3 ชั่วโมง มีอัตรารอด 99.00% และการแช่ลูกปลาในฮอร์โมน MDHT ความเข้มข้น 400 µg /l นาน 2 ชั่วโมงมีอัตรารอด 77.40 % (ได้ปลานิลเพศผู้ประมาณ 63-86 %) (นวลมณี และคณะ, 2547) ทั้งนี้เมื่อเลี้ยงลูกปลานิลที่ผ่านการแปลงเพศด้วยใบมังคุดต่อจนสิ้นสุดการทดลอง พบว่าลูกปลานิลมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อยู่ในช่วง 7.94-9.02 %/วัน และ 0.04-0.08 กรัม/วัน ตามลำดับ แสดงว่าการแปลงเพศด้วยใบมังคุดสดไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิล เมื่อพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของใบมังคุดสดต่อประสิทธิภาพการแปลงเพศปลานิล พบว่า น้ำแช่ใบมังคุด 1.0 และ 2.5 กรัม/ลิตร สามารถเหนี่ยวนำให้ไข่ปลานิลฟักออกมาเป็นเพศผู้ได้ 60.61 และ 65.00% ดีกว่าการฟักไข่ในน้ำปกติซึ่งจะได้ปลานิลเพศผู้เพียง 48% แต่ก็ยังถือว่าน้อยอยู่ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ เพ็ญพรรณ (2546) ที่แปลงเพศปลานิลโดยการแช่ไข่ปลาอายุ 2 วัน ด้วยฮอร์โมน MT 500 µg /l นาน 24 ชั่วโมง ซึ่งได้ลูกปลาเพศผู้จากแม่ปลาเดี่ยว 94.8% และจากแม่ปลารวม 87.3% ดังนั้นหากเพิ่มปริมาณใบมังคุดให้มากขึ้นและเลือกระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสม ก็น่าจะทำให้ได้ปลาเพศผู้เพิ่มขึ้น

ส่วนการทดลองอนุบาลลูกปลาในน้ำแช่ใบมังคุดปริมาณ 1.0 และ 2.0 กรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าได้ลูกปลานิลเพศผู้ 72 และ 73 % ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมที่มีปลาเพศผู้เพียง 64% สอดคล้องกับการทดลองของ จิราวดี (2545) ที่ทดลองการแปลงเพศปลากัดด้วยสารสกัดใบมังคุดสดที่ระดับความเข้มข้น 2.5 กรัม/ลิตร ได้ปลากัดเพศผู้ 76.79%

ทั้งนี้การแปลงเพศปลาด้วยวิธีการแช่จะต้องมีช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งระยะที่เริ่มมีการพัฒนาเซลล์ไปเป็นอวัยวะเพศครอบคลุมระยะฟักไปจนถึงระยะแรก ๆ ของการเริ่มกินอาหาร การใช้ฮอร์โมนนอกระยะดังกล่าวจะให้ผลการแปลงเพศต่ำ การทดลองชุดนี้ได้แช่นาน 4 สัปดาห์ เพื่อให้ลูกปลาได้รับสารสกัดจากใบมังคุดเป็นระยะเวลาใกล้เคียงกับการผสมในอาหาร แต่ในชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นของน้ำใบมังคุดสูง ลูกปลาจะไม่สามารถทนการแช่ในระยะยาวได้ หากปรับเพิ่มความเข้มข้นแต่ลดระยะเวลาลงน่าจะทำให้ได้ปลาเพศผู้มากขึ้น และควรรปรับวิธีการนำใบมังคุดมาใช้ โดยไม่ควรแช่ใบมังคุดสดในน้ำที่ใช้ฟักไข่และ

อนุบาลลูกปลาโดยตรง แต่ควรหาวิธีสกัดสารที่มีอยู่ในใบมังคุดสด ให้ได้สารสกัดที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน ก่อนจะนำมาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่

เอกสารอ้างอิง

จิราวดี บุญเนื่อง. 2545. ผลของสารสกัดใบมังคุดสดและแห้งต่อการแสดงลักษณะเพศในปลากัด. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 38 หน้า.

นวลมณี พงศ์ธนา สายฝน เสียงหวาน และจินตนา นิธรรม. 2547. ผลของการใช้ฮอร์โมนแอนโดรเจนในการแปลงเพศปลานิล. วารสารประมง. 57 : 251-259.

เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตียว. 2546. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาสถานภาพการแปลงเพศลูกปลานิลเพื่อลดต้นทุนการผลิต. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 138 หน้า.

รุ่งกานต์ กล้าหาญ อรพินท์ จินตสถาพร ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ ส่งศรี มหาสวัสดิ์ และศรีน้อย ชุ่มคำ. 2546. ผลของใบกวาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโต และระบบสืบพันธุ์ *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. สาขาประมง. กรุงเทพฯ. น 103-110.

รุ่งกานต์ กล้าหาญ อรพินท์ จินตสถาพร ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ ส่งศรี มหาสวัสดิ์ และศรีน้อย ชุ่มคำ. 2547. การใช้ใบ เถา และหัวกวาวเครือขาวในอาหารปลานิล. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ. น 37-44.

อุไรวรรณ ไพชำนาญ. 2544. ผลของสารสกัดจากใบมังคุดต่อการเปลี่ยนลักษณะเพศในปลากัด. [Online], Available HTTP: http://203.158.191.12/option/detailres.php?r_id=922

Adimoelja, A. 1987. Prospek Penelitian Dalam Bidang Andrology untuk Menunjang NKKBS. In Simposium Genetika dan Andrologi, Bandung.

Bennett, G.J., and H. Lee. 1989. Xanthones from guttiferae: review. Phytochem. 28: 967.

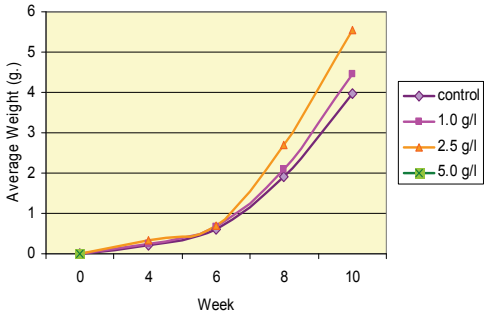

Figure 1. Average weights of Nile tilapia hatched in water containing different concentrations of mangosteen leaf extract during 10-week experimental period

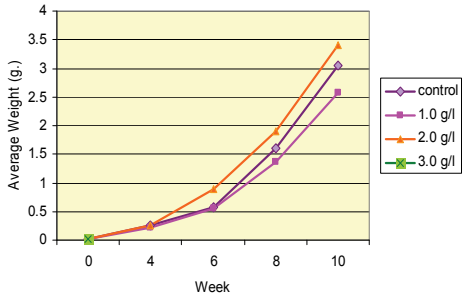

Figure 2. Average weights of Nile tilapia nursed in water containing different concentrations of mangosteen leaf extract during 10-week experimental period

Table 1 Hatching rate of Nile tilapia

Treatment	Hatching Rate (%)
1 (control)	66.00 ± 4.12 [a]
2 (1.0 g/l)	52.75 ± 1.75 [b]
3 (2.5 g/l)	24.17 ± 2.10 [c]
4 (5.0 g/l)	0.00

Note: Means (±SD) in the same column with similar letters are not significantly different at p>0.05

Table 2 Final weight, survival rate, weight gain, SGR, ADG, FCR, and RFI of Nile tilapia at the end of the 10-week experimental period

Treatment	Final weight (g)	Survival rate (%)	Weight gain (%)	SGR (%/fish/day)	ADG (g/day)	FCR	RFI (%/fish/day)
Control	3.96±0.37 [b]	86.72±6.54 [a]	39,528.47±3,655.23 [b]	8.54±0.13 [b]	0.056±0.005 [b]	0.81±0.03 [b]	2.14±0.10 [a]
1.0 g/l	4.44±0.20 [b]	85.50±2.88 [a]	44,336.47±1,964.53 [b]	8.71±0.06 [b]	0.063±0.003 [b]	0.81±0.02 [b]	2.13±0.05 [a]
2.5 g/l	5.54±0.34 [a]	70.68±10.01 [a]	55,309.93±3,373.70 [a]	9.02±0.10 [a]	0.079±0.005 [a]	0.93±0.06 [a]	2.17±0.07 [a]

Note: Means (±SD) in the same column with similar letters are not significantly different at P >0.05

Table 3 Number of males, females, and unidentified**, %** male, and male: female ratio of Nile tilapia hatched in water containing different concentrations of mangosteen leaf extract

Treatment	Total no.	Male	Female	Unidentified	% Male	Male: Female ratio	Chi-square value
1 (control)	100	48	52	-	48.00	1 : 1.08	0.16 [ns]
2 (1.0 g/l)	100	60	39	1	60.61	1 : 0.65	4.45 [*]
3 (2.5 g/l)	100	65	35	-	65.00	1 : 0.54	9.00 [**]

Note: ns = non-significant (P>0.05), * = significant (P<0.05), ** = highly-significant (P<0.01)

Table 4 Survival rate, weight gain, SGR, ADG, FCR, and RFI of Nile tilapia at the end of the 10-week experimental period

Treatment	Survival rate (%)	Weight gain (%)	SGR (%/fish/day)	ADG (g/day)	FCR	RFI (%/fish/day)
1 (control)	94.00 ± 5.57 [a]	30,730.95 ± 3,496.66 [a]	8.18±0.17 [a]	0.043±0.005 [a]	0.87±0.01 [a]	2.39±0.09 [a]
2 (1.0 g/l)	94.00 ± 3.61 [a]	25,916.43 ± 801.40 [a]	7.94±0.04 [a]	0.037±0.001 [a]	0.93±0.05 [a]	2.54±0.08 [a]
3 (2.0 g/l)	48.00 ± 42.32 [a]	34,260.87±8,912.66 [a]	8.31±0.39 [a]	0.048±0.013 [a]	1.17±0.38 [a]	1.63±0.86 [a]
4 (3.0 g/l)	0	-	-	-	-	-

Note: Means (±SD) in the same column with similar letters are not significantly different (P >0.05)

Table 5 Number of males, females, and unidentified**, %** male, and male: female ratio of Nile tilapia nursed in water containing different concentrations of mangosteen leaf extract

Treatment	Total no.	Male	Female	Unidentified	% Male	Male: Female ratio	Chi-square value
1 (control)	100	64	36	-	64.00	1 : 0.56	7.84 [**]
2 (1.0 g/l)	100	72	28	-	72.00	1 : 0.39	19.36 [**]
3 (2.0 g/l)	100	73	27	-	73.00	1 : 0.37	21.16 [**]

Note: ns = non-significant (P>0.05), * = significant (P<0.05), ** = highly-significant (P<0.01)