

การใช้สาकुสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหาร  
เลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ(*Oreochromis niloticus* Linn.) ขนาดกลาง

Sago palm Feedstuff with Commercial Feed for medium size  
the Sex-Reversed Red tilapia.

วรรณชัย พรหมเกิด

Wannachai Phromkerd

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280

Faculty of Science and Technology, Nakhonsri Thammarat Rajabrat University, 80280

Corresponding e-mail : Wanchai\_nstru\_chai@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

เตรียมอาหารทดลอง 5 สูตร ให้แต่ละสูตรมีระดับสาकुและอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืชต่างกัน คือ สูตรที่ 1 สูตรควบคุม (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) สูตรที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 75% สาकु 25% สูตรที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 50% สาकु 50% สูตรที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 25% สาकु 75% และสูตรที่ 5 สาकु 100% จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการอาหารแต่ละสูตรมีโปรตีน 20.41, 15.26, 13.68, 10.51 และ 0.93% ไขมัน 4.70, 4.29, 3.53, 2.92 และ 0.19% ตามลำดับ นำไปเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศขนาดกลางน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 54.93 กรัม/ตัว ในบ่อคอนกรีตสภาพควบคุม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาลดลงตามระดับสาकुที่เพิ่มขึ้น

โดยปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 50% ต่อสาकु 50% ปลามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% และเมื่อเพิ่มระดับสาकुในสัดส่วนสูงขึ้น ทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว และค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ) ลดลง เมื่อพิจารณาจากค่าน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ สรุปได้ว่าอาหารที่มีระดับสาकु 50% ต่ออาหารสำเร็จรูป 50% เป็นระดับที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100%

**คำสำคัญ :** สาकु, อาหารสำเร็จรูป, ปลานิลแดงแปลงเพศ

**Abstract**

Five experimental diets containing various Levels of sago palm and commercial diet were prepared as follow; formula 1, 100% commercial feed, formula 2, 75% commercial feed and 25% sago palm, formula 3, 50% commercial feed and 50% sago palm, formula 4, 25% commercial feed and 75% sago palm and formula 5, 100% sago palm. The proximate Analysis of the chemical composition of the test diets in formula 1-5 were 20.41, 15.26, 13.68, 10.51 and 0.93% of crude protein and 4.70, 4.29, 3.53, 2.92 and 0.19% fat respectively. Feeding each test diet to each group

of sex-reversed red tilapia (*Oreochromis niloticus*). With initial weight of 54.93 g/individual. The experiment was performed in concrete tanks with controlled environmental condition for 12 weeks periods. The results showed average weigh of red tilapia was decreased by the increasing levels of dietary sago palm. The average weigh of fish that received 50% commercial feed and 50% sago palm was not significantly different from the fish fed 100% commercial feed. Increasing of sago palm were effected to the growth performance, PER and ANPU were decrease when the fish fed the diet containing. In conclusion that the growth performance, FCR, PER and ANPU of the fish fed test diet containing 50% commercial feed and 50% sago palm were not significantly different from the fish fed with 100% commercial feed.

Key Word : Sago palm, Commercial Feed, Sex-Reversed Red tilapia

## คำนำ

ปลานิล (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ กินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์และยังสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ดีอีกด้วย (กรมประมง, 2541) Shiau และ Peng (1993) รายงานว่าปลาที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าความต้องการจะนำเอาโปรตีนหรือไขมันที่สะสมในร่างกายไปเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน มีผลทำให้ปลาผอมหรืออาจนำเอาโปรตีนในอาหารมาเผาผลาญให้เกิดพลังงาน แทนที่จะใช้เพื่อการเจริญเติบโต ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตช้าลง ปัจจุบันเกษตรกรมีการเลี้ยงปลานิลในเชิงธุรกิจมากขึ้น และให้กินอาหารสำเร็จรูป ทำให้มีต้นทุนการเลี้ยงสูงขึ้น โดยทั่วไปต้นทุนการเลี้ยงปลาจะมาจากค่าอาหารมากถึงร้อยละ 60 จึงมีนักวิจัยพยายามหาแนวทางลดต้นทุนค่าอาหารโดยการใช่วัตถุดิบพืชชนิดต่างๆ มาใช้ทดแทนและเสริมในอาหารปลานิล โดยการลดโปรตีนในสูตรอาหารลงบางส่วนแล้วเพิ่มคาร์โบไฮเดรตเข้าไป ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดีขึ้น ถึงแม้ว่าวัตถุดิบพืชจะเป็นแหล่งโปรตีนที่มีราคาถูก แต่การนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นบางส่วนหรือทั้งหมดในสูตรอาหาร พบว่าสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช่วัตถุดิบพืชได้แตกต่างกัน ขึ้นกับคุณค่าทางอาหารและสารต้านโภชนาการ (anti-nutritional factor) ที่มีในวัตถุดิบพืชด้วย

สาकुเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีมากในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจของป่าพรุ จากการสำรวจของธวัชชัยและคณะ (2528) พบว่าบริเวณพื้นที่ที่มีป่าพรุ และมีต้นสาकुเป็นจำนวนมาก ได้แก่ จังหวัดนราธิวาส นครศรีธรรมราช ชุมพร สงขลา พัทลุง ปัตตานี สุราษฎร์ธานี ตรัง กระบี่ และสตูล เกษตรกรมีการนำแป้งจากสาकुไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น ใช้เลี้ยงเป็ด เลี้ยงไก่ และสุกรพื้นเมือง โดยการนำต้นสาकुที่แก่เต็มที่อายุ 8-15 ปี มาสกัดแป้งโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่นการขูดด้วยท่อนไม้ ฝู ขูดด้วยมือ และใช้เครื่องขูด เพื่อนำแป้งสาकुมาใช้ในครัวเรือนและมีการซื้อขายสาकुเพียงต้นละ 100-150 บาท จากการศึกษาของศัประภอบทางเคมี พบว่าเนื้อในลำต้นสาकुมีแป้งเป็นองค์ประกอบสูงถึง 82.71% โปรตีน

1.23% ไขมัน 0.13% เส้นใย 3.72% และเถ้า 2.57% (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542) ซึ่งแบ่งจากสาขาคูจัดเป็น สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตที่สามารถให้พลังงานได้เป็นอย่างดี และยังมีราคาถูกที่สุดในบรรดาสารอาหารที่ให้ พลังงานทั้งหลายเมื่อเปรียบเทียบกับ โปรตีน และไขมัน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเชื้อในลำต้นสาขาคูซึ่งมีแป้งเป็นองค์ประกอบสูงมาใช้ผสมร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืชเลี้ยงปลา นิลแดงแปลงเพศ เพื่อศึกษาสัดส่วนระหว่างเชื้อในลำต้นสาขาคูกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลา และเพื่อนำเชื้อในลำต้นสาขาคูมาใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูป บางส่วนเลี้ยงปลานิลแดงเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสำหรับเกษตรกร

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

ใช้บ่อปูนซีเมนต์ขนาด  $2 \times 2 \times 0.6$  เมตร ทำความสะอาดและติดตั้งอุปกรณ์ระบบน้ำและระบบ อากาศ แล้วเติมน้ำประปาที่ปราศจากคลอรีนให้มีความสูง 40 เซนติเมตร ปิดปากบ่อด้วยตะแกรงพลาสติก ด้านบนเพื่อป้องกันการถูกรบกวนและปลากระโดดออกจากบ่อขณะทำการทดลอง น้ำที่ใช้จะผ่านระบบบ่อกักน้ำ โดยระบบประปาสูบน้ำขึ้นไปเก็บในถังพักน้ำแล้วปล่อยน้ำลงมาสู่อบอดทดลอง โดยมีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 1.0-1.20 ลิตรต่อนาที

### 2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำปลานิลแดงแปลงเพศจากฟาร์มเลี้ยงปลาของเกษตรกร อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 45-50 กรัมต่อตัว มาเลี้ยงโดยให้กินอาหารสำเร็จรูปปลากินพืช ซึ่งมีโปรตีน 20.41% ไขมัน 4.70% และเถ้า 9.92% วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และเวลา 16.30 น. ก่อนทดลองนำปลาไปตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียและ ผลิตภายนอก ปลาที่ใช้ทดลองต้องมีสุขภาพดีไม่มีโรคใดๆ คัดเลือกปลาที่มีน้ำหนักขนาดทดลอง (น้ำหนัก 50-55 กรัมต่อตัว) มาเลี้ยงในบ่อดทดลองขนาด  $2 \times 2 \times 0.6$  เมตร เพื่อปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของบ่อ ทดลอง และให้กินอาหารสำเร็จรูปปลากินพืชเป็นเวลา 7 วัน ก่อนดำเนินการทดลอง

### 3. การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมอาหารทดลอง 5 สูตร สูตรที่ 1 สูตรควบคุม (อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 100% ไม่ผสม สาขาคู) สูตรที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 75% ผสมกับสาขาคูสด 25% สูตรที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลา กินพืช 50% ผสมกับสาขาคูสด 50% สูตรที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 25% ผสมกับสาขาคูสด 75% สูตรที่ 5 สาขาคูสด 100% (ไม่ผสมอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช) เตรียมอาหารทดลองโดยนำต้นสาขาคูที่แก่จัดซึ่งมีการ สะสมแป้งเต็มที่มาตัดเป็นท่อนๆ ปอกเปลือกออก ฝานเป็นชิ้นบางส่วนของเนื้อในลำต้นมาชูดด้วยเครื่องชูดละเอียด ทดสอบด้วยการนำสาขาคูที่ชูดแล้วมาปั่นด้วยมือถ้าเป็นเกาะกันเป็นก้อนแสดงว่าใช้ได้มีแป้งสะสมมาก หลังจากนั้น นำมาผสมรวมกันกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปตามสัดส่วนที่คำนวณ บดผสมรวมกันแล้วผ่านเครื่องอัดเม็ดอาหาร ขนาดให้อาหารมีขนาดพอดีกับปากของปลา อบให้แห้งบรรจุไว้ในถุงพลาสติกสีดำแล้วเก็บรักษา ไว้ในตู้เย็นที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากเลี้ยงปลาเสร็จทุกครั้งให้นำอาหารมาเก็บในตู้เย็นเพื่อป้องกัน

อาหารเสีย นำอาหารแต่ละสูตรไปตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) (Table1) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Nitrogen free extract;NFE) หาได้โดยการคำนวณจากสูตร  $100 - (\% \text{โปรตีน} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{เถ้า} + \% \text{เยื่อใย} + \% \text{ความชื้น})$

#### 4. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (Duncan, 1955) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เมื่อเริ่มต้นทดลองนำปลาทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 54.93 กรัม/ตัวปล่อยลงเลี้ยงในบ่อทดลอง 50 ตัว/บ่อ จำนวนทั้งหมด 15 บ่อ ให้ปลากินอาหารทดลองจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง คือ เวลาเช้าประมาณ 08.30 น. และเวลาเย็นประมาณ 16.30 น. (โยนให้ปลากินในภาชนะที่เตรียมไว้ได้ผิวน้ำที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 15 เซนติเมตร เพื่อป้องกันอาหารตกหล่นที่พื้นก้นบ่อ) ระยะเวลาในการเลี้ยงปลาทดลอง 12 สัปดาห์ ซึ่งนำหนักรวมของปลาแต่ละบ่อทุก 2 สัปดาห์ เก็บข้อมูล น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลา น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion rate, FCR) ตามวิธีการของ Durprey and Sneed (1966) ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio, PER) ตามวิธีการของ Zeitoun และคณะ (1973) การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ (apparent net protein utilization, ANPU) ตามวิธีการของ Robinson และ Wilson (1985) และตรวจวัดคุณภาพน้ำตลอดการทดลองตามวิธีการของ Boyd และ Tucker (1992) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจน (dissolved oxygen, DO) อุณหภูมิ น้ำความเป็นด่าง (total alkalinity) ความกระด้าง (total hardness) แอมโมเนีย ไนโตรท์ และไนเตรท เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาตลอดการทดลอง

Table 1. proximate analysis of experimental diets (on dry matter basis)<sup>1</sup>

Formula	Moisture	protein	Fat	Ash	Crude fiber	NFE <sup>2</sup>
1. sago palm 0%	8.10±0.04	20.41±0.45	4.70±0.08	9.92±0.28	9.30±1.31	55.67±1.27
2. sago palm 25%	21.00±0.20	15.26±0.33	4.29±0.05	9.41±0.03	7.83±0.68	63.21±0.99
3. sago palm 50%	35.40±0.20	13.68±0.50	3.53±0.32	8.16±0.12	7.84±0.69	66.79±0.89
4. sago palm 75%	48.77±0.05	10.51±0.33	2.92±0.03	6.36±0.26	6.55±0.82	73.66±0.74
5. sago palm 100%	62.67±0.05	0.93±0.23	0.19±0.02	4.65±0.21	7.13±1.86	87.10±1.70

<sup>1</sup> Mean ± standard deviation of three replications,

<sup>2</sup>NFE : Nitrogen-free extract

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 10.0 วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple Range Test (Duncan, 1955)

## ผลการทดลอง

### 1. การเจริญเติบโต

#### 1.1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลา

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลแดงแปลงเพศที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 54.93 กรัมต่อตัว ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ แสดงใน Table 2 และ Fig.1 น้ำหนักของปลาเพิ่มขึ้นโดยเริ่มมีความแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ของการเลี้ยง ปลาทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไปในแนวทางเดียวกันตลอดการทดลอง โดยพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่ไม่เสริมสาหร่าย (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) (สูตรที่ 1) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมสาหร่าย 25 และ 50% (สูตรที่ 2 และ 3) ( $p>0.05$ ) ส่วนปลาทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ให้กินสาหร่าย 75% (สูตรที่ 4) ก็ยังมีแนวโน้มค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ของการเลี้ยง และมีความแตกต่างกับปลาทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมสาหร่าย 0, 25 และ 75% (สูตรที่ 1, 2 และ 3) ( $p<0.05$ ) สำหรับปลาทดลองกลุ่มที่กินสาหร่าย 100% (สูตรที่ 5) ค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมีค่าสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 10 ของการเลี้ยง แต่หลังจากนั้นกลับมีน้ำหนักลดลงในสัปดาห์ที่ 12 ของการเลี้ยงและแตกต่างกับปลาทดลองกลุ่มอื่นๆ อย่างชัดเจน ( $p<0.05$ )

Table 2 Average body weight of sex-reversed red tilapia fed the experimental diets for 12 weeks <sup>1</sup>

Formula	Rearing period (weeks)						
	0	2	4	6	8	10	12
1	54.67±1.15 <sup>a</sup>	58.67±5.77 <sup>b</sup>	66.89±2.00 <sup>c</sup>	71.03±1.98 <sup>b</sup>	79.41±2.57 <sup>c</sup>	85.52±2.25 <sup>c</sup>	95.94±3.78 <sup>c</sup>
2	54.67±1.15 <sup>a</sup>	55.00±1.00 <sup>ab</sup>	66.50±3.28 <sup>c</sup>	69.51±0.73 <sup>b</sup>	79.31±1.44 <sup>c</sup>	86.97±1.77 <sup>c</sup>	92.10±0.53 <sup>c</sup>
3	55.33±1.15 <sup>a</sup>	56.38±2.11 <sup>b</sup>	62.00±0.00 <sup>b</sup>	69.26±1.14 <sup>b</sup>	80.48±0.39 <sup>c</sup>	87.66±1.46 <sup>c</sup>	93.48±2.11 <sup>c</sup>
4	54.67±1.15 <sup>a</sup>	55.33±1.53 <sup>ab</sup>	59.48±3.01 <sup>ab</sup>	68.71±0.69 <sup>b</sup>	71.24±1.62 <sup>b</sup>	77.25±1.15 <sup>b</sup>	81.13±1.30 <sup>b</sup>
5	55.33±1.15 <sup>a</sup>	55.63±2.00 <sup>a</sup>	55.95±2.48 <sup>a</sup>	58.30±4.50 <sup>a</sup>	63.10±2.49 <sup>a</sup>	70.52±2.79 <sup>a</sup>	62.79±4.10 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Mean ± standard deviation of three replications

Means within each column not sharing a common superscript are significantly different ( $p<0.05$ )

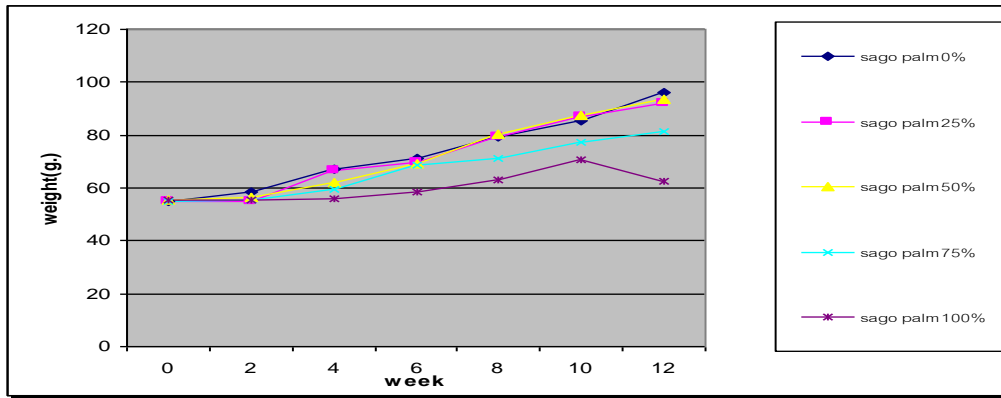


Fig. 1 Average body weight of sex-reversed tilapia fed

### 1.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการกินอาหาร

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการกินอาหารของปลานิลแดงแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ตลอดระยะเวลาเลี้ยง 12 สัปดาห์ แสดงใน Table 3 และ Fig. 2 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายในระดับที่สูงขึ้น โดยปลาที่ได้รับอาหารทดลองไม่เสริมสาหร่าย (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) (สูตรที่ 1) มีค่าสูงที่สุด และไม่แตกต่างกันกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมสาหร่าย 25 และ 50% (สูตรที่ 2 และ 3) ( $p>0.05$ ) และปลาทดลองที่กินอาหารที่เสริมสาหร่าย 75 และสาหร่าย 100% (สูตรที่ 4 และ 5) มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าลดลง และมีค่าต่ำที่สุดในปลากลุ่มที่ได้รับสาหร่าย 100% (สูตรที่ 5) ( $p<0.05$ ) ส่วนอัตราการกินอาหารของปลากลุ่มมีแนวโน้มการกินอาหารต่อตัวต่อวันเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเสริมสาหร่ายในระดับที่เพิ่มสูงขึ้น โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมสาหร่าย (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) (สูตรที่ 1) มีอัตราการกินอาหารต่ำที่สุด และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับการเสริมสาหร่ายสุดในอาหารในระดับที่สูงขึ้น และปลาทดลองที่กินสาหร่าย 100% (สูตรที่ 5) มีค่าอัตราการกินอาหารสูงที่สุด ( $p<0.05$ )

Table 3 Weight gain, specific growth rate and rate of feed intake of sex-reversed red tilapia<sup>1</sup>

Formula	initial Weight (g/body)	Final Weight (g/body)	Weight gain (%)	Specific growth rate (%/day)	Rate of feed intake (%/body weigh/day)
1. sago palm 0%	54.67±1.15 <sup>a</sup>	95.94±3.78 <sup>c</sup>	53.14±7.06 <sup>c</sup>	0.71±0.08 <sup>c</sup>	2.26±0.09 <sup>a</sup>
2. sago palm 25%	54.67±1.15 <sup>a</sup>	92.10±0.53 <sup>c</sup>	47.01±3.51 <sup>c</sup>	0.64±0.04 <sup>c</sup>	3.41±0.19 <sup>cd</sup>
3. sago palm 50%	55.33±1.15 <sup>a</sup>	93.48±2.11 <sup>c</sup>	47.67±5.83 <sup>c</sup>	0.64±0.07 <sup>c</sup>	3.05±0.15 <sup>b</sup>
4. sago palm 75%	54.67±1.15 <sup>a</sup>	81.13±1.30 <sup>b</sup>	29.50±3.43 <sup>b</sup>	0.34±0.04 <sup>b</sup>	3.35±0.17 <sup>c</sup>
5. sago palm 100%	55.33±1.15 <sup>a</sup>	62.79±4.10 <sup>a</sup>	12.76±8.37 <sup>a</sup>	0.01±0.14 <sup>a</sup>	3.66±0.09 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Mean ± standard deviation of three replications

Means within each column not sharing a common superscript are significantly different ( $p<0.05$ )

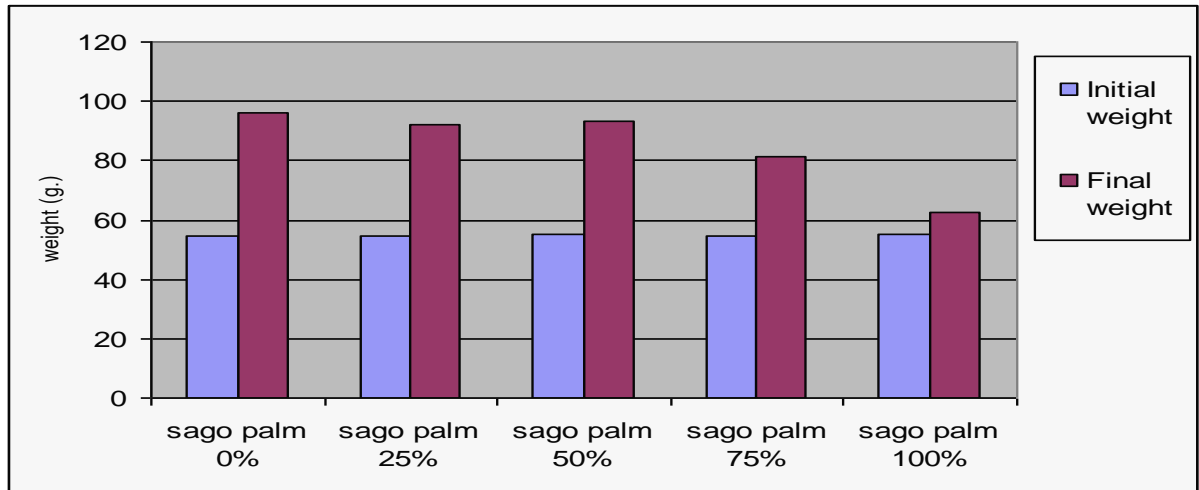


Fig. 2 Initial Weight and Final Weight of sex-reversed red tilapia

## 2. ประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลา

จากข้อมูลใน Table 4 พบว่าการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลา (FCR) ที่ได้รับอาหารทดลองไม่เสริมสาคุ (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%; สูตรที่ 1) มีค่าดีที่สุดและแตกต่างกันกับปลากลุ่มการทดลองอื่นทุกกลุ่ม ( $p < 0.05$ ) ส่วนปลากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่กินสาคุ 100% (สูตรที่ 5) มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด ( $p < 0.05$ ) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ (ANPU) มีค่าลดลงเมื่อระดับสาคุเพิ่มสูงขึ้น โดยปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100%) มีค่าสูงสุด และจะมีค่าลดลงตามระดับสาคุที่เพิ่มสูงขึ้นจนมีค่าต่ำสุดเมื่อปลาทดลองได้รับอาหารสูตรที่ 5 (สาคุ 100%) ( $p < 0.05$ )

Table 4 Feed conversion ratio (FCR) Protein efficiency ratio (PER) and Apparent net protein utilization (ANPU) of sex- reversed red tilapia fed the experimental diets

Formula	FCR	PER	ANPU (%)
1	1.29±0.18 <sup>a</sup>	1.72±0.21 <sup>a</sup>	27.35±1.49 <sup>d</sup>
2	2.02±0.28 <sup>cd</sup>	1.42±0.12 <sup>a</sup>	23.30±0.94 <sup>c</sup>
3	1.65±0.03 <sup>b</sup>	1.91±0.29 <sup>a</sup>	16.06±1.36 <sup>b</sup>
4	2.00±0.16 <sup>c</sup>	1.56±0.17 <sup>a</sup>	14.45±1.25 <sup>b</sup>
5	2.33±0.11 <sup>d</sup>	1.29±1.46 <sup>a</sup>	0.65±1.13 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Mean±standard deviation of three replications.

Means within each column not sharing a common superscript are significantly different ( $p < 0.05$ )

### 3. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำตลอดการทดลอง จากการตรวจสอบพบว่าคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาตลอดการทดลอง โดยอุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.50 – 29.70 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.52-7.37 ค่าความเป็นด่าง 22.40-64.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้าง 26.00-36.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.08-5.04 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.21- 0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.02-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรท 0.00-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

### 4. ราคาอาหารและต้นทุนการผลิตปลา

จากการคำนวณราคาอาหารทดลองต่อกิโลกรัม (อาหารสำเร็จรูปกิโลกรัมละ 17.50 บาท ราคาสาหร่ายกิโลกรัมละ 1.00 บาท) เมื่อนำมาเป็นผสมกันในอาหารแต่ละสูตร พบว่า ราคาอาหารต่อกิโลกรัม จะมีราคาลดต่ำลงเมื่อเพิ่มสาหร่ายในระดับที่สูงขึ้น โดยอาหารสูตรที่ 1 ราคา 17.50 บาท สูตรที่ 2 ราคา 13.37 บาท สูตรที่ 3 ราคา 9.25 บาท สูตรที่ 4 ราคา 5.12 บาท สูตรที่ 5 ราคา 1.00 บาท เมื่อนำมาคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลาให้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่า อาหารสูตรที่ 1 มีต้นทุนสูงที่สุดเท่ากับ 41.12 บาท อาหารสูตรที่ 2 มีต้นทุน 35.10 บาท อาหารสูตรที่ 3 มีต้นทุน 28.88 บาท อาหารสูตรที่ 4 มีต้นทุน 25.47 บาท อาหารสูตรที่ 5 มีต้นทุนต่ำที่สุด 21.98 บาท จากการวิเคราะห์ พบว่า อาหารสูตรที่ 3 ที่มีอาหารสำเร็จรูปผสมสาหร่ายในอัตราส่วน 50:50 เป็นสูตรอาหารที่ทำให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตสูงสุดและราคาอาหารต่อการผลิตปลาต่อหน่วยเหมาะสมที่สุดและไม่แตกต่างกันกับปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% (สูตรที่ 1)



## วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าปลานิลแดงแปลงเพศขนาดกลางที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 54.93 กรัม ต่อตัว เมื่อได้รับอาหารทดลองที่มีอาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสาหร่ายในสัดส่วนที่แตกต่างกันทั้ง 5 สูตร การเจริญเติบโตของปลามีความแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการเลี้ยง และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปลาลดลงตามระดับของสาหร่ายที่เพิ่มสูงขึ้น โดยปลาที่ได้รับอาหารผสมที่มีอาหารสำเร็จรูป 50% ต่อสาหร่าย 50% ให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด และไม่แตกต่างกับปลากลุ่มควบคุมที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป 100% และเมื่อเพิ่มระดับแป้งสาหร่ายในสูตรอาหารถึงระดับ 75% และ 100% มีผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยเห็นได้ชัดเจนในปลาทดลองที่ได้รับอาหารในสูตรที่ 5 โดยค่าการเจริญเติบโตแตกต่างจากปลากลุ่มอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของวรรณชัย (2551, 2553) ที่ทำการศึกษากการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมกับสาหร่ายสดในสัดส่วนต่างกัน 5 ระดับ คือ 1. อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 100% (ไม่ผสมสาหร่าย) 2. อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 75% ผสมกับสาหร่ายสด 25% 3. อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 50% ผสมกับสาหร่ายสด 50% 4. อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช 25% ผสมกับสาหร่ายสด 75% และ 5. สาหร่ายสด 100% (ไม่ผสมอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืช) นำไปทดลองเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พบว่าปลานิลแดงแปลงเพศขนาดเล็ก (น้ำหนักเฉลี่ย 4.90 กรัม/ตัว) และปลานิลแดงแปลงเพศขนาดใหญ่ (น้ำหนักเฉลี่ย 99.34 กรัม/ตัว) เมื่อได้รับอาหารที่เสริมสาหร่ายในสัดส่วนสูงขึ้นไปทำให้ปลามีการเจริญเติบโตลดลง แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของปลาขึ้นกับอาหารที่ปลาได้รับซึ่งมีผลโดยตรงมาจากปริมาณสารอาหารโปรตีนและไขมันในอาหารแต่ละสูตรที่แตกต่างกัน เนื่องจากเมื่อนำสาหร่ายสดมาผสมกับอาหารสำเร็จรูปในสัดส่วนที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีนและไขมันลดลง ดังนั้นจากการทดลองนี้สรุปได้ว่าวัตถุดิบพืชที่มีโปรตีนต่ำ ปลานำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย หากมีการเพิ่มระดับวัตถุดิบพืชในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้นทำให้มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง (มะลิ, 2535)

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ จากผลการทดลองปรากฏว่ามีค่าสูงในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% และมีแนวโน้มลดลงและลดลงต่ำสุดในปลากลุ่มที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย 100% ในขณะที่อัตราการกินอาหารของปลาลดลงเพิ่มสูงขึ้นและเพิ่มสูงที่สุดในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่มีสาหร่ายล้วนๆ (100%) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทำการศึกษากการแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 0%) มีค่าที่ดีที่สุด เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของปลานิลแดงแปลงเพศในการทดลองครั้งนี้ค่อนข้างต่ำซึ่งน่าจะเนื่องมาจากสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารทดลองมีระดับของโปรตีนต่ำมาก (0.93%) ทำให้เมื่อเพิ่มระดับสาหร่ายมากขึ้นปลานิลแดงแปลงเพศนำสาหร่ายไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

แม้ว่าปลาจะสามารถใช้อาหารที่มีระดับสาหร่าย 50% ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยพิจารณาจากค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะแล้ว นอกจากนี้ค่าประสิทธิภาพ

การใช้โปรตีน ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของโปรตีนในอาหารและระดับของโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมด้วย เนื่องจากค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหารของปลาเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนที่ปลากินเข้าไปเป็นน้ำหนักตัว หากเปรียบเทียบระหว่างอาหารที่มีระดับโปรตีนเท่ากันแต่มีส่วนประกอบอื่นๆ ต่างกัน เช่น อาหารที่มีระดับพลังงาน และเยื่อใยสูง จะมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าอาหารที่มีพลังงาน และเยื่อใยต่ำ (นฤมล, 2539) แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนต่างกัน แต่มีส่วนประกอบอื่นเท่าๆ กัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของอาหารที่มีโปรตีนสูง จะมีค่าต่ำกว่าอาหารที่มีโปรตีนต่ำ (Hepher, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มน้ำหนักของปลาเป็นผลที่มาจากโปรตีนและสารอาหารอื่นที่มีโปรตีนด้วย เช่น ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต (Wilson, 1989) นอกจากนี้ปลายังสามารถใช้พลังงานจากโปรตีนในกรณีที่อาหารมีปริมาณโปรตีนและพลังงานเพียงพอ โปรตีนในอาหารจะถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตทั้งหมด แต่ถ้าอาหารมีพลังงานไม่เพียงพอ โปรตีนบางส่วนในอาหารจะถูกนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน (Shiau และ Peng, 1993) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปลานิลแดงได้รับอาหารทดลองที่มีระดับสาาคูสูงขึ้นจะทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดต่ำลง เนื่องจาก C/N ratio ไม่สมดุล ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ที่พบว่าค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมีค่าสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ แสดงให้เห็นว่า ปลานิลแดงจากการทดลองนี้เป็นปลาขนาดโตขึ้นจึงสามารถใช้อาหารที่มีสาาคูสูงได้ในปริมาณสูงขึ้นเนื่องจากระบบการย่อยอาหารมีประสิทธิภาพสูงกว่าปลาขนาดเล็กและระดับความต้องการโปรตีนในอาหารจะมีค่าต่ำกว่าปลาขนาดเล็ก ดังนั้นในการผลิตอาหารที่ใช้สาาคูเป็นส่วนผสมสำหรับเลี้ยงปลานิลแดงต้องคำนึงถึงการที่ปลาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย จากการทดลองนำสาาคูมาผสมกับอาหารสำเร็จรูปในสัดส่วนต่างกันทำให้ทราบได้ว่าปลานิลแดงสามารถนำสาาคูไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด ถึงแม้ว่าสาาคูอาจจะมีโปรตีนต่ำ แต่ปลานิลแดงเป็นปลากินทั้งพืชและสัตว์ โดยธรรมชาติแล้วอาหารส่วนใหญ่ของปลานิลโดยเฉพาะช่วงที่ปลาโตจะกินพวกพืชเป็นอาหารหลัก เนื่องจากร่างกายปลาอาจมีการปรับตัวให้สามารถย่อยโปรตีนจากพืชได้ดีขึ้น

จากการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารของปลาในการทดลองนี้ พบว่า ค่า ANPU ของปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1 (อาหารสำเร็จรูป 100%) ซึ่งเป็นสูตรที่ไม่มีสาาคูผสมพบว่ามีค่าสูงที่สุด (มีค่าเท่ากับ 27.35%) และมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับสาาคูสูงขึ้น ทำให้ค่า ANPU มีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย โดยปลากลุ่มที่ได้รับสาาคู 100% มีค่าต่ำที่สุด (มีค่าเท่ากับ 0.65%) ซึ่งค่าการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิจะเป็นค่าที่ระบุถึงการที่ปลานำโปรตีนจากสูตรอาหารไปสะสมในตัวปลาจริงๆ โดยที่โปรตีนในอาหารสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปปลากินพืช (ไม่มีการเสริมสาาคูในอาหาร) ซึ่งสูตรนี้มีโปรตีนในอาหารสูงที่สุด (20.41%) จึงทำให้ปลานำไปใช้ประโยชน์ได้ดีที่สุด เนื่องจากสาาคูเป็นพืชที่มีโปรตีนต่ำ เมื่อเพิ่มระดับสาาคูในอาหารทำให้ปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารทดลองลดต่ำลง จนกระทั่งในชุดการทดลองที่ 5 ที่ปลาทดลองได้รับอาหารที่มีสาาคู 100% ซึ่งไม่มีการเสริมอาหารเม็ดสำเร็จรูปเลย ทำให้ในสูตรนี้อาหารมีปริมาณโปรตีนเพียง 0.93% ไขมัน 0.19% จึงทำให้ปลาทดลองมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนต่ำที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของวรรณชัย (2553) ที่พบว่าค่าการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับสาาคูเป็นส่วนผสมในระดับที่สูงขึ้น และจากการคำนวณต้นทุนค่าอาหาร พบว่า มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโต และ

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยพบว่า เมื่อเสริมสาหร่ายในอาหารสำเร็จรูปในปริมาณที่สูงขึ้นต้นทุนค่าอาหารก็มีแนวโน้มลดลงด้วย

### สรุปผลการทดลอง

1. สามารถใช้สาหร่ายสดร่วมกับอาหารสำเร็จรูปได้ในสัดส่วน 50:50 ปลาทดลองก็ยังคงมีการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่แตกต่างกันกับปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% และไม่พบความผิดปกติของลักษณะภายนอก และปลาทุกตัวมีพฤติกรรมปกติแข็งแรงตลอดการทดลอง
2. การเพิ่มปริมาณสาหร่ายในปริมาณสูงกว่า 50% มีผลทำให้การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลานิลแดงแปลงเพศลดลง

### เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง, 2541. คู่มือการเพาะเลี้ยงปลานิลเพศผู้ สายพันธุ์จิตรลดา 2. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, รังสิมา ชลคุป, สุณีย์ โชตินิรนาท, สุณิรัตน์ ทรัพย์รักษาธรรม, สมยศ จรรยาวิลาส, ธีระ ทองเผือก, สาลี บัวลำไย, ฉัตรชัย ปฏิยุทธ์, C. G. Oates, และ A. Hicks. 2542. คุณสมบัติน้ำและการใช้ประโยชน์ของสาหร่าย (*Metroxylon* spp.) ในประเทศไทย. บริษัท เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.
- ธวัชชัย สันติสุข, เต็ม สมิตินันท์, และ W.Y. Brockelman. 2528. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและการอนุรักษ์. หจก. ชูติมาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- นฤมล ตี๋พานิช. 2539. ผลของระดับใยอาหารต่อการใช้ประโยชน์โภชนะต่ออาการเจริญเติบโตของปลาดุก ลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มะลิ บุญยรัตผลิน และวิจิตรา กุลตั้งวัฒนา. 2535. การใช้กากถั่วเหลืองแทนปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลานิลสีแดง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. บางเขน.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง, วรณชัย พรหมเกิด, กิจการ ศุภมาตย์, วุฒิกรณ จิตติวรรณ และดุสิต นาคะชาติ. 2547. การแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn). ด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 26 (2) 167-179.
- วรณชัย พรหมเกิด. (2551) การใช้สาหร่ายสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) ขนาดเล็ก. รายงานเรื่องเต็มฉบับสมบูรณ์ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 1 “ถ่ายทอดงานวิจัยสู่สังคม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ระหว่างวันที่ 27-29 สิงหาคม 2551 ณ โรงแรมธรรมรินทร์ธนา จังหวัดตรัง. ตรัง.
- วรณชัย พรหมเกิด. (2553) การใช้สาหร่ายสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) ขนาดใหญ่. รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 8 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาชุมชน สังคมมีความสุข” วันศุกร์ที่ 19 มีนาคม 2553 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี.

- AOAC.(Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Washington, DC:AOAC.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Alabama:Auburn University.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics 11 : 1 - 42.
- Dupree, H.K. and Sneed, K.P. 1966. Response of channel catfish fingerling to different levels of nutrients in purified diets. U.S. Bureau of Sports Fish and Wildlife Tech. Pap. No. 9.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, New York.
- Robinson, E.H. and Wilson, R.P. 1985. Nutrition and feeding. *In* Channel Catfish Culture. (ed.C.S. Tucker) Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 15, pp.323 - 404. Amsterdam : Elsevier. *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. Aquacult. Res. 26 : 651 - 657.
- Shiau, S.Y. and Peng, C.Y. 1993. Protein – sparing effect by carbohydrates in diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aeneus*. Aquaculture 117: 327 – 334.
- Wilson, R.P. 1989. Amino acid and protein. In fish Nutrition Second Edition. Academic Press. San Diego. pp. 111-151.
- Zeittoun, I.H., Tack, P.I., Halver, J.E. and Ullrey, D.E. 1973. Influence of salinity on protein Requirements of rainbow trout, *salmo gairdneri* fingerling. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1867-1873.