

## การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายผมนางเพื่อเป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงปลานิล

### Utilization from *Gracilaria fisheri* for Feed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

วรรณชัย พรหมเกิด\*

Wanchai Phromkerd\*

#### บทคัดย่อ

เตรียมอาหารทดลอง 7 สูตร ในแต่ละสูตรเสริมสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) ต่างกัน 7 ระดับ ได้แก่ สูตรที่ 1 สูตรอ้างอิง (ไม่เสริมสาหร่ายผมนาง) สูตรที่ 2 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 5 สูตรที่ 3 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 10 สูตรที่ 4 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 15 สูตรที่ 5 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 20 สูตรที่ 6 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 25 และสูตรที่ 7 เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 30 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการอาหารแต่ละสูตรมีโปรตีนร้อยละ 30.06, 30.42, 30.02, 30.46, 30.09, 30.85 และ 30.29 ไขมันร้อยละ 7.93, 7.04, 7.14, 7.75, 7.14, 7.29 และ 7.05 ตามลำดับ มีพลังงานที่ข้อยได้ 3,200 กิโลแคลอรี / อาหาร 1 กิโลกรัม นำไปเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 5.11–5.22 กรัม/ตัว ในสภาวะควบคุมเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของปลาแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-4 ปลานิลสามารถใช้สาหร่ายผมนางได้ร้อยละ 10 ระยะที่สองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6-12 ปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 25 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 5 และร้อยละ 10 และเมื่อระดับสาหร่ายผมนางที่ผสมในอาหารในระดับสูงขึ้น ทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาลดลง สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีแนวโน้มเป็นไปในแนวเดียวกันกับการเจริญเติบโตของปลา จากผลจากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ในปลาแต่ละช่วงอายุมีความต้องการสาหร่ายผมนางที่แตกต่างกัน ควรเสริมในสูตรอาหารร้อยละ 5-10 ก็เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่ถ้ามมีการเสริมสาหร่ายผมนางสูงถึงร้อยละ 25 ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

คำสำคัญ : สาหร่ายผมนาง, ปลานิลแปลงเพศ, การเจริญเติบโต, ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร

\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

## Abstract

Seven experimental diets containing various levels of *Gracilaria fisheri* mill prepared as follow; formula 1, 0 % *Gracilaria fisheri* mill, formula 2, 5% *Gracilaria fisheri* mill, formula 3, 10% *Gracilaria fisheri* mill, formula 4, 15% *Gracilaria fisheri* mill, formula 5, 20% *Gracilaria fisheri* mill, formula 6, 25% *Gracilaria fisheri* mill and formula 7, 30% *Gracilaria fisheri* mill. The proximate analysis of the chemical composition of the test diets in formula 1-7 were 30.06%, 30.42%, 30.02%, 30.46%, 30.09%, 30.85% and 30.29% of crude protein and 7.93%, 7.04%, 7.14%, 7.75%, 7.14%, 7.29% and 7.05% of the lipids respectively. Each formula had same 3,200 Digestibility Energy Kilocalory/feed 1 Kg. Each test diet were fed to each group of sex-reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), At the average weight of 5.11–5.22 g/individual. Each of the feeding trial was performed by controlled condition for 12 weeks periods. The results showed that : during two periods, 0-4 weeks, Average weight of Nile tilapia was decrease by the levels of dietary *Gracilaria fisheri* mill. The average weigh of the fish received 10% *Gracilaria fisheri* mill (formular 3) was not significantly different from the fish fed with referenced feed. And during 6-12 weeks, The average weigh of the fish received 25% *Gracilaria fisheri* mill (formular 6) was not significantly different from the fish fed with referenced feed. Increasing of *Gracilaria fisheri* mill were not effected to the growth of Nile Tilapia. The carcass protein and lipid content was not significantly different from the reference fish. The results concluded that the growth performance FCR, PER and ANPU of the fed test diet contains 10% *Gracilaria fisheri* mill in the age 0-4 weeks and 25% *Gracilaria fisheri* mill in the age 6-12 weeks were not significantly different to the fish received referenced feed.

**Keywords :** *Gracilaria fisheri*, Sex-reversed Nile Tilapia, Growth performance, Digestibility

## บทนำ

ปัจจุบันปลานิลถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในประเทศไทยสำหรับการส่งออกต่างประเทศ แต่เนื่องด้วยเกษตรกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะค่าอาหารสำหรับการเลี้ยงพบว่าต้นทุนหลักมาจากค่าอาหารถึงร้อยละ 60 ปัจจุบัน อาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาน้ำจืดชนิดกินพืช ราคากระสอบละ 320 บาท ส่วนอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ ราคากระสอบละ 500 บาท แต่อย่างไรก็ตาม กรมประมงได้ “ร่างยุทธศาสตร์ การพัฒนาปลานิล

และแผนปฏิบัติงานโครงการยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออก ตามแผนฟื้นฟูเศรษฐกิจระยะที่ 2 ภายใต้แผนปฏิบัติการ : ไทยเข้มแข็ง 2555” ขึ้นเพื่อชี้แจงและทำความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่กรมประมง ผู้แทนเกษตรกร ชมรม/สมาคมผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปให้รับทราบถึงวิธีปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับโครงการดังกล่าว เพื่อให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยกรมประมงได้รับการจัดสรรงบประมาณ จำนวนทั้งสิ้น 379 ล้านบาท มีระยะดำเนินการ 3 ปี (2553-2555)

นอกจากนี้ยังได้ลงนามบันทึกความตกลงในการทำงานแบบบูรณาการร่วมกันกับบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปลานิลจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ที่ต้องการพัฒนาเข้าสู่มาตรฐาน GAP และร่วมกับบริษัท กสท.โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ในการพัฒนาระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมประมง เพื่อที่จะผลักดันอุตสาหกรรมปลานิลไทยให้ก้าวสู่ขั้นแนวหน้า และในครั้งปีแรกของ พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีการส่งออกปลานิลจำนวน 7,578.21 ตัน มูลค่า 711.04 ล้านบาท ปริมาณลดลงร้อยละ 22 ขณะที่มูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.83 เมื่อเทียบกับช่วงเดือนของปีก่อน สำหรับไตรมาสปี 2552 มีการส่งออกปลานิลและผลิตภัณฑ์ จำนวน 4,432.38 ตัน คิดเป็นมูลค่า 380.23 ล้านบาท ปริมาณและมูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 40.90 และ 14.94 เมื่อเทียบกับไตรมาสแรกในปี 2552 หากเปรียบเทียบกับไตรมาส 2 ปี 2551 ปริมาณลดลงร้อยละ 18.18 แต่มูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.08 จะเห็นได้ว่าผลผลิตของปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดทุกปี แม้ว่าปลานิลจะเป็นปลาเศรษฐกิจที่น่าสนใจและมีศักยภาพเพียงพอสำหรับการเพาะเลี้ยงเชิงอุตสาหกรรมและสามารถพัฒนาการผลิตได้ไม่จำกัดแล้ว แต่อาจส่งผลให้เกิดการแข่งขันได้ในราคา จึงควรมีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางในหลายๆ ด้าน เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุด โดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารปลาคุณภาพทางอาหารที่ได้จากสาหร่ายพม nang (*Gracilaria fisheri*) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต

เกลือแร่ โดยเฉพาะธาตุไอโอดีน และวิตามิน สำหรับคุณค่าอาหารโปรตีน ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน (Amino Acid) หลายชนิด แต่กรดอะมิโนที่สำคัญและพบมาก ได้แก่ กรดไอโอโดอะมิโน (Iodoamino Acid) และกรดไดไอโดไทโรซีน (Diiodothyrosine) ซึ่งเป็นสารประกอบหลักของสารประกอบอินทรีย์ของไอโอดีน ที่มีความสามารถรวมตัวกันเป็นฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxine) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่จำเป็นต่อร่างกาย และเป็นสารสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมพื้นฐาน (สุรگیر วิรวานิช, 2543) สำหรับคุณประโยชน์ของสาหร่ายพม nang นอกจากใช้เป็นอาหารโดยตรงของมนุษย์และสัตว์แล้ว ยังมีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม โดยการสกัดสาหร่ายทำเป็นวุ้นสกัด (Agar) เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้สาหร่ายพม nang เพื่อเป็นแหล่งอาหารปลานิล โดยทำการศึกษาในระดับของสาหร่ายพม nang ในอาหารปลานิลแปลงเพศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลา เพื่อเป็นแนวทางในการนำสาหร่ายพม nang มาเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารปลา โดยหาระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลานิล และเพื่อพัฒนาส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายพม nang ต่อการพัฒนาเป็นแหล่งอาหาร และส่วนผสมของอาหารสำหรับเลี้ยงปลา และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้เลี้ยงปลาชนิดอื่นๆ ในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง เติมน้ำลงในถังพลาสติกที่ใช้เลี้ยงปลาเตรียมไว้ประมาณ 150 ลิตรต่อถัง ระบบน้ำเป็นแบบไหลผ่าน เมื่อเริ่มต้นการทดลองนำปลาทดลองน้ำหนักเฉลี่ย 5.15 – 5.23 กรัม/ตัวปล่อยลงเลี้ยงในถังทดลองละ 20 ตัว จำนวน 21 ถังให้อาหารปลาทดลองวันละ 2 ครั้ง (เวลาเช้าประมาณ 08.30 น. และเวลาเย็นประมาณ 16.30 น.) โดยให้กินจนอิ่ม บันทึกปริมาณน้ำหนักของอาหารทดลองที่ให้กินทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง นับจำนวนปลาที่เหลือ และพิจารณาลักษณะอาการปลาตลอดการทดลอง คัดตะกอนโดยวิธีกลักน้ำ ทำความสะอาดถังพลาสติกทุกๆ 5 วัน เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมตลอดการทดลอง และเหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลา ตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนการเลี้ยงและทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลองตามวิธีการของ Boyd และ Tucker (1992) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (total hardness) แอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรต เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลา

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง นำลูกปลานิลแปลงเพศที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1-2 กรัมต่อตัว จากสถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 2,000 ตัว มาเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 1 เดือนเพื่อให้ปลาปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของบ่อและอาหารโดยใช้อาหารลูกปลาคุณภาพเล็กยี่ห้อไฮ-เกรด (Hy-grade) เบอร์ 9961 ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการคือ โปรตีนร้อยละ 40 ไขมันร้อยละ 6 ความชื้นร้อยละ 12 และกากร้อยละ 5 โดยให้วันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น เวลา 08.30 น. และ 16.30 น. สังเกตพฤติกรรมการยอมรับ

อาหารจนปลาทดลองมีขนาดสำหรับทดลองน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 5.16 – 5.20 กรัม/ตัว ก่อนเริ่มทำการทดลองนำปลาไปตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรียและปรสิตภายนอก ปลาที่ใช้ทดลองต้องมีสุขภาพดีไม่มีโรค ปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของถังเลี้ยงปลาและอาหารทดลองสูตรที่ 1 (สูตรอ้างอิง) เป็นเวลา 7 วัน เพื่อปรับให้ปลายอมรับอาหารทดลองและเริ่มทำการทดลองโดยให้ปลากินอาหารที่ใช้ในการทดลองสูตรที่ 1-7

3. การเตรียมอาหารทดลอง เตรียมอาหารทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 สูตรอาหารไม่ผสมสาหร่ายปนแห้งในสูตรอาหาร (เป็นสูตรอ้างอิง) และชุดการทดลองที่ 2-7 เสริมสาหร่ายผสมนางร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับในสูตรอาหาร เตรียมวัตถุดิบอาหารที่ใช้ทดลองโดยนำปลาปน รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว และสาหร่ายผสมนางไปบดให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 30 mesh นำไปตากแห้งจากนั้นจึงนำไปตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และเถ้า) (ตารางที่ 1) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) เตรียมอาหารทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง อาหารทดลองเตรียมตามสูตรที่คำนวณไว้โดยให้อาหารทุกสูตรมีโปรตีนเท่ากัน คือ โปรตีนร้อยละ 30 ไขมันร้อยละ 7-10 และพลังงานที่ย่อยได้ประมาณ 3,200 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม (digestible energy) ค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ ซึ่งประยุกต์มาจากค่าที่ใช้ในปลานิล คือ โปรตีน 4.4 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม ไขมัน 9 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม และคาร์โบไฮเดรต 3.7 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม วิธีการเตรียมอาหารทดลองวัตถุดิบแต่ละอย่าง ได้แก่ สาหร่ายผสมนางปน ปลาปน รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินและแร่ธาตุผสม และใช้เกลือเป็นวัสดุเติมเต็ม ตามสูตรที่

คำนวณไว้ (ตารางที่ 2) ทำการผสมส่วนประกอบวัสดุอาหารให้เข้ากันดี เติมน้ำลงไปประมาณร้อยละ 40 นำเข้าเครื่องอัดเม็ดโดยใช้ Hobart mixer รุ่น Model A200T ผ่านหน้าแว่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และนำอาหารไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และนำไปตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า)

ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์, Nitrogen free extract, NFE) หาได้จากการคำนวณตามสูตร  $100 = (\% \text{โปรตีน} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{เถ้า} + \% \text{เยื่อใย} + \% \text{ความชื้น})$  (ตารางที่ 3) ก่อนนำไปใช้เลี้ยงปลา

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหารจากการทดลองโดยการวิเคราะห์<sup>1</sup> (หน่วย : ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)

| วัสดุอาหาร    | ความชื้น   | โปรตีน     | ไขมัน      | เถ้า       | เยื่อใย   | NFE        |
|---------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| ปลาป่น        | 7.93±0.03  | 58.00±0.03 | 7.11±0.04  | 13.86±0.02 | 0.54±0.01 | 20.48±0.04 |
| กากถั่วเหลือง | 11.47±0.03 | 41.65±0.05 | 0.99±0.03  | 7.31±0.03  | 5.76±0.03 | 44.29±0.07 |
| รำละเอียด     | 9.70±0.20  | 9.88±0.02  | 17.30±0.30 | 2.26±0.02  | 10.30±0.3 | 60.26±0.03 |
| ปลายข้าว      | 12.63±0.03 | 5.04±0.03  | 0.97±0.03  | 3.37±0.02  | 2.15±0.03 | 88.46±0.09 |
| สาหร่ายพมวง   | 10.52±0.02 | 8.05±0.02  | 0.22±0.03  | 2.85±0.03  | 7.13±0.02 | 88.75±0.06 |

<sup>1</sup>ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ), NFE : Nitrogen free extract

ตารางที่ 2 สูตรอาหารทดลอง

| ส่วนประกอบวัตถุดิบ (g.)        | สูตรอาหาร |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 1         | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| ปลาป่น                         | 400       | 380   | 370   | 360   | 345   | 320   | 300   |
| กากถั่วเหลือง                  | 160       | 170   | 170   | 200   | 205   | 260   | 270   |
| รำละเอียด                      | 100       | 120   | 100   | 80    | 70    | 50    | 35    |
| ปลายข้าว                       | 200       | 180   | 180   | 100   | 100   | 40    | 25    |
| สาหร่ายพมวง                    | 0         | 50    | 100   | 150   | 200   | 250   | 300   |
| น้ำมัน                         | 30        | 20    | 20    | 30    | 25    | 30    | 30    |
| วิตามินและแร่ธาตุ <sup>1</sup> | 30        | 30    | 20    | 30    | 30    | 30    | 30    |
| แกลบ                           | 80        | 50    | 40    | 50    | 25    | 20    | 10    |
| รวม                            | 1,000     | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

<sup>1</sup>วิตามินและแร่ธาตุผสม (ปริมาณ/อาหาร 1 กิโลกรัม) ประกอบด้วย Thiamine (B1) 10 มิลลิกรัม; Riboflavin (B2) 20 มิลลิกรัม; Pyridoxine (B6) 10 มิลลิกรัม; Cyanocobalamin (B12) 2 มิลลิกรัม; Cholecalciferol (D3) 29.2 มิลลิกรัม; Menadione sodium bisulfite (K3) 80 มิลลิกรัม; Folic acid 5 มิลลิกรัม; Calcium pantothenate 40 มิลลิกรัม; Inositol 400 มิลลิกรัม; Niacin 150 มิลลิกรัม; DL-alpha-tocopherol (E) 60 มิลลิกรัม; Choline chloride 600 มิลลิกรัม; Ascorbic acid (C) 500 มิลลิกรัม Anticaking (SiO2) 200 มิลลิกรัม; Antioxidant (BHT) 2 มิลลิกรัม; Acetate (A) & Cholecalciferol (AD3) 500/100 700,000 IU; NaCl 0.25 กรัม; MgCO3 3.75 กรัม; FeSO4 0.72 กรัม; (CH3COO)2 Ca.5H2O 0.88 กรัม; ZnSO4.7H2O 0.088 กรัม; MnSO4. 4H2O 0.040 กรัม; CuSO4.5H2O 0.008 กรัม; CoCl2.6H2O 0.00025 กรัม; KIO3.6H2O 0.00075 กรัม

**4. แผนการทดลอง** วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CRD) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (Duncan, 1955) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยแบ่งระดับของสาหร่ายพมนางออกเป็น 7 ระดับคือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ แบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ เติมน้ำลงในถังเลี้ยงปลาทดลองที่เตรียมไว้ประมาณ 150 ลิตรต่อถัง ระบบน้ำเป็นแบบไหลผ่าน เปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลาในบ่อ เมื่อเริ่มต้นการทดลองนำปลาทดลองน้ำหนักเฉลี่ย 5.12-5.22 กรัม/ตัวปล่อยลงเลี้ยงในถังทดลองถึงละ 20 ตัว จำนวน 21 ถัง ให้อาหารปลาทดลองวันละ 2 ครั้ง คือ เวลาเช้าประมาณ 08.30 น. และเวลาเย็นประมาณ 16.30 น. โดยให้กินจนอิ่ม

บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง ชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง นับจำนวนปลาที่เหลือ และพิจารณาลักษณะอาการปลาตลอดการทดลอง คัดตะกอนโดยวิธีกลั่นน้ำก่อนให้อาหารทุกวัน ทำความสะอาดถังเลี้ยงปลาและระบบทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการทดลอง ตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนการเลี้ยงและทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลองตามวิธีการของ Boyd และ Tucker (1992) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (total hardness) แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลา

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางโภชนาการของอาหารจากการทดลองโดยการวิเคราะห์<sup>1</sup> (หน่วย : ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)

| องค์ประกอบทางโภชนาการ                    | สูตร 1  | สูตร 2  | สูตร 3  | สูตร 4  | สูตร 5  | สูตร 6  | สูตร 7  |
|------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| โปรตีน                                   | 30.06   | 30.42   | 30.02   | 30.46   | 30.09   | 30.85   | 30.29   |
| ไขมัน                                    | 7.93    | 7.04    | 7.14    | 7.75    | 7.14    | 7.29    | 7.05    |
| คาร์โบไฮเดรต                             | 31.97   | 34.58   | 36.21   | 32.93   | 35.25   | 34.26   | 35.29   |
| เยื่อใย                                  | 9.60    | 7.88    | 6.74    | 7.60    | 5.08    | 4.62    | 3.55    |
| พลังงาน (DE) (kcal/kg feed) <sup>2</sup> | 3240.53 | 3270.41 | 3290.44 | 3250.60 | 3270.10 | 3280.07 | 3270.29 |

<sup>1</sup>ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ) <sup>2</sup>พลังงาน (DE) (kcal/kg feed) จากการคำนวณ

**5. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลา** สุ่มตัวอย่างปลาก่อนการทดลอง จำนวน 10 ตัวและเมื่อสิ้นสุดการทดลองจากทุกชุดการทดลองๆ ละ 6 ตัว นำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990) จากนั้นจึงนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER, Protein efficiency ratio) ตามวิธีการของ Zeittoun และคนอื่นๆ (1973) การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ (ANPU, Apparent net protein utilization) ตามวิธีการของ Robinson และ Wilson (1985)

**6. การวิเคราะห์ข้อมูล** นำผลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ) มาวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Duncan, 1955) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการทดลอง

### 1. การเจริญเติบโต

#### 1.1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลา

น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลองสำหรับพมนางแตกต่างกันทั้ง 7 สูตร คือร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับตลอดระยะเวลาการทดลองเป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4 โดยน้ำหนักของปลาเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ของการเลี้ยง เป็นต้นไป เมื่อเปรียบเทียบกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรอ้างอิง (ไม่เสริมสาหร่ายในสูตรอาหาร) พบว่าปลาทดลองมีการเจริญเติบโต 2 ช่วง โดยช่วงแรกอายุ 0-4 สัปดาห์ ปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 10 (สูตรที่ 3) มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 15,

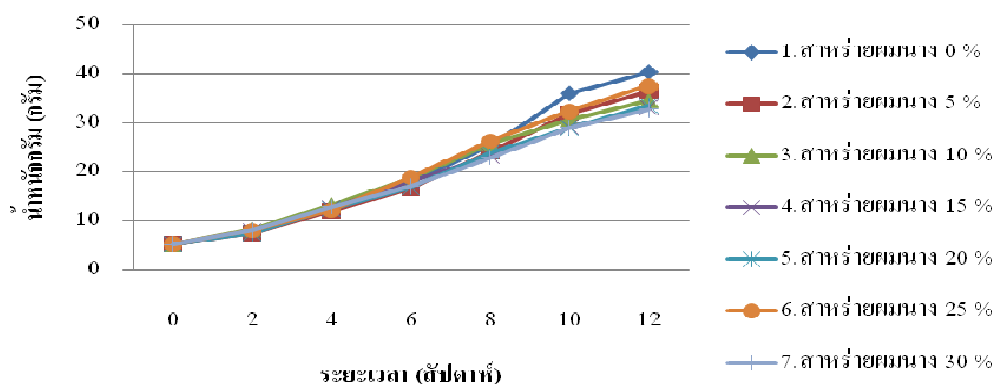
20, 25 และ 30 (สูตรที่ 4, 5, 6 และ 7) และในช่วงอายุที่ 2 ของการเลี้ยงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6-12 การเจริญเติบโตของปลามีการเปลี่ยนแปลงไป โดยในสัปดาห์ที่ 6-8 พบว่า ปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 25 มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 10 (สูตรที่ 3) สำหรับในสัปดาห์ที่ 10-12 ผลการทดลองยังคงมีแนวโน้มเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตของปลาในสัปดาห์ที่ 6-8 คือ ปลาทดลองในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 25% ยังมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพมนางร้อยละ 5 และ 10 (สูตรที่ 2 และ 3) (ตารางที่ 4 ภาพที่ 1)

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลองสำหรับพมนางต่างกัน 7 ระดับเป็นเวลา 12 สัปดาห์

| ชุดการทดลอง         | ระยะเวลา (สัปดาห์)     |                         |                          |                          |                           |                          |                          |
|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                     | 0                      | 2                       | 4                        | 6                        | 8                         | 10                       | 12                       |
| 1.สาหร่ายพมนาง 0 %  | 5.16±0.05 <sup>a</sup> | 7.65±0.22 <sup>ab</sup> | 12.64±0.30 <sup>ab</sup> | 18.03±0.27 <sup>bc</sup> | 25.26±0.90 <sup>bcd</sup> | 35.87±5.25 <sup>b</sup>  | 40.21±5.72 <sup>b</sup>  |
| 2.สาหร่ายพมนาง 5 %  | 5.15±0.15 <sup>a</sup> | 7.49±0.28 <sup>a</sup>  | 11.96±0.82 <sup>a</sup>  | 16.61±0.92 <sup>a</sup>  | 24.08±1.54 <sup>abc</sup> | 31.83±1.87 <sup>a</sup>  | 36.32±1.93 <sup>ab</sup> |
| 3.สาหร่ายพมนาง 10 % | 5.17±0.02 <sup>a</sup> | 8.19±0.24 <sup>b</sup>  | 13.19±0.23 <sup>b</sup>  | 18.61±0.59 <sup>c</sup>  | 25.60±0.92 <sup>cd</sup>  | 30.61±0.71 <sup>a</sup>  | 34.49±1.72 <sup>a</sup>  |
| 4.สาหร่ายพมนาง 15 % | 5.20±0.06 <sup>a</sup> | 7.96±0.45 <sup>ab</sup> | 12.62±0.70 <sup>ab</sup> | 18.04±0.96 <sup>bc</sup> | 23.22±0.23 <sup>a</sup>   | 29.04±0.34 <sup>a</sup>  | 33.06±0.85 <sup>a</sup>  |
| 5.สาหร่ายพมนาง 20 % | 5.20±0.05 <sup>a</sup> | 7.53±0.15 <sup>a</sup>  | 12.35±0.16 <sup>ab</sup> | 16.76±0.24 <sup>a</sup>  | 23.90±0.60 <sup>ab</sup>  | 28.89±0.30 <sup>a</sup>  | 33.42±0.63 <sup>a</sup>  |
| 6.สาหร่ายพมนาง 25 % | 5.23±0.08 <sup>a</sup> | 8.04±0.30 <sup>ab</sup> | 12.15±0.10 <sup>b</sup>  | 18.85±0.24 <sup>c</sup>  | 26.23±0.41 <sup>d</sup>   | 32.30±0.78 <sup>ab</sup> | 37.44±2.95 <sup>ab</sup> |
| 7.สาหร่ายพมนาง 30 % | 5.18±0.06 <sup>a</sup> | 8.09±0.41 <sup>ab</sup> | 12.85±0.30 <sup>b</sup>  | 17.06±0.27 <sup>ab</sup> | 22.89±0.50 <sup>a</sup>   | 29.02±0.14 <sup>a</sup>  | 32.66±0.38 <sup>a</sup>  |

<sup>a</sup>ตัวเลขที่นำเสนอมือเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับหมายถึงค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ )



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารที่เสริมสาหร่ายผมนาง ต่างกัน 7 ระดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

## 1.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต

### จำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอด

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตาย ของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 5 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตรมีแนวโน้มลดลงเมื่อปลาได้รับอาหารที่เสริมสาหร่ายในระดับที่สูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง  $530.70 \pm 5.45$  -  $649.42 \pm 63.00$  % และ  $2.19 \pm 0.01$  -  $2.40 \pm 0.10$  % ต่อวันตามลำดับ โดยปลา

กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 25 (สูตรที่ 6) มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด ( $p > 0.05$ ) ส่วนอัตราการกินอาหารพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารสาหร่ายผมนางร้อยละ 10 และร้อยละ 25 (สูตรที่ 3 และ 6) มีค่าอัตราการกินอาหารต่ำสุด ( $P > 0.05$ ) และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสาหร่ายผมนางร้อยละ 5 (สูตรที่ 2) มีค่าอัตราการกินอาหารสูงสุด ( $P < 0.05$ ) และอัตราการรอดตาย ของปลาที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหารของปลานิลแปลงเพศจากการทดลอง<sup>1</sup>

| ชุดการทดลอง         | น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%/ตัว/วัน) | อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน) | อัตราการกินอาหาร (%/ตัว/วัน) | อัตราการรอดตาย (%)    |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1.สาหร่ายผมนาง 0 %  | $649.42 \pm 63.00^c$            | $2.40 \pm 0.10^c$                 | $0.39 \pm 0.01^{ab}$         | $96.66 \pm 5.77^{ab}$ |
| 2.สาหร่ายผมนาง 5 %  | $556.69 \pm 6.48^{ab}$          | $2.24 \pm 0.01^{ab}$              | $0.43 \pm 0.01^c$            | $93.33 \pm 5.77^a$    |
| 3.สาหร่ายผมนาง 10 % | $567.74 \pm 31.91^{ab}$         | $2.25 \pm 0.05^{ab}$              | $0.38 \pm 0.00^a$            | $100.00 \pm 0.00^b$   |
| 4.สาหร่ายผมนาง 15 % | $536.38 \pm 20.37^a$            | $2.20 \pm 0.04^a$                 | $0.40 \pm 0.01^{ab}$         | $100.00 \pm 0.00^b$   |
| 5.สาหร่ายผมนาง 20 % | $543.38 \pm 18.03^a$            | $2.22 \pm 0.03^a$                 | $0.41 \pm 0.00^{abc}$        | $100.00 \pm 0.00^b$   |
| 6.สาหร่ายผมนาง 25 % | $615.38 \pm 53.77^{bc}$         | $2.34 \pm 0.08^{bc}$              | $0.38 \pm 0.02^a$            | $100.00 \pm 0.00^b$   |
| 7.สาหร่ายผมนาง 30 % | $530.70 \pm 5.45^a$             | $2.19 \pm 0.01^a$                 | $0.42 \pm 0.01^{bc}$         | $100.00 \pm 0.00^b$   |

<sup>1</sup>ตัวเลขที่นำเสนอนี้เป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับหมายถึงค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

### 1.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสำหรับรายผสมนางทั้ง 7 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนโดยมีค่าตั้งแต่  $11.65 \pm 1.23$  -  $26.35 \pm 1.49$  โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมสำหรับรายผสมนาง (สูตรที่ 1) มีค่าสูงที่สุด

( $P < 0.05$ ) รองลงมา คือ ปลากลุ่มที่ได้รับสำหรับรายผสมนางเสริมในสูตรอาหารร้อยละ 5 และปลากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมสำหรับรายผสมนางร้อยละ 10 มีค่าไม่แตกต่างกันกับปลาที่ได้รับอาหารเสริมสำหรับรายผสมนางร้อยละ 25 ( $P > 0.05$ ) และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสำหรับรายผสมนางร้อยละ 30 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิต่ำที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิของปลานิลแปลงเพศจากการทดลอง

| ชุดการทดลอง | อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ | ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน | การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ (%) |
|-------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1           | $1.13 \pm 0.05^a$             | $1.72 \pm 0.21^a$       | $26.35 \pm 1.49^c$               |
| 2           | $1.24 \pm 0.06^a$             | $1.62 \pm 0.12^a$       | $22.30 \pm 0.94^d$               |
| 3           | $1.11 \pm 0.06^a$             | $1.91 \pm 0.29^b$       | $17.06 \pm 1.36^c$               |
| 4           | $1.15 \pm 0.06^a$             | $1.66 \pm 0.17^a$       | $14.45 \pm 1.25^b$               |
| 5           | $1.20 \pm 0.05^a$             | $1.75 \pm 1.46^a$       | $14.25 \pm 1.23^b$               |
| 6           | $1.08 \pm 1.11^a$             | $1.88 \pm 0.17^b$       | $16.45 \pm 1.15^c$               |
| 7           | $1.13 \pm 0.05^a$             | $1.72 \pm 0.21^a$       | $26.35 \pm 1.49^c$               |

<sup>a</sup>ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับหมายถึงค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

## 2. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำตลอดการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์จากการตรวจสอบพบว่าคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยและมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาตลอดการทดลอง โดยคุณภาพน้ำที่ศึกษามีคุณสมบัติดังนี้ อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.20–29.90 องศาเซลเซียส

ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.15–7.65 ค่าความเป็นด่าง 22.50–63.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้าง 50.80–102.00 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.75–6.21 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.40–0.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.02–0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท 0.00–0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศด้วยอาหารที่เสริมสาหร่ายพม nang เป็นอาหารเลี้ยงปลานิลแปลงเพศขนาดเล็ก น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 5.16-5.20 กรัมต่อตัว ด้วยอาหารทดสอบที่มีระดับสาหร่ายพม nang ปนในสูตรอาหาร 7 ระดับ คือ สูตรที่ 1 สูตรอ้างอิง (ไม่เสริมสาหร่ายพม nang) สูตรที่ 2-7 เสริมสาหร่ายพม nang ในอาหารร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มระดับสาหร่ายพม nang ในอาหารในระดับที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโต (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว) ของปลาทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยน้ำหนักของปลา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ของการเลี้ยงเป็นต้นไป เมื่อเปรียบเทียบกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรอ้างอิง (ไม่เสริมสาหร่ายพม nang ในสูตรอาหาร) พบว่าปลาทดลองมีการเจริญเติบโต 2 ช่วง โดยช่วงแรกอายุ 0-4 สัปดาห์ ปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 10 (สูตรที่ 3) มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 (สูตรที่ 4, 5, 6 และ 7) และในช่วงอายุที่ 2 ของการเลี้ยง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6-12 การเจริญเติบโตของปลา มีการเปลี่ยนแปลงไป โดยในสัปดาห์ที่ 6-8 พบว่า ปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 25 มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 10 (สูตรที่ 3) สำหรับในสัปดาห์ที่ 10-12 ผลการทดลองยังคงมีแนวโน้มเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตของปลาในสัปดาห์ที่ 6-8 คือ ปลาทดลองในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 25 ยังมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกัน

กับปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 5 และ 10 (สูตรที่ 2 และ 3) จากผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าในช่วงแรก (สัปดาห์ที่ 0-4) ปลา มีอายุน้อยและมีขนาดซึ่งอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต จึงมีความสามารถใช้สาหร่ายพม nang ได้ในปริมาณต่ำ ค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่ได้จากการทดลองจึงไม่สูงมากนัก สอดคล้องกับการทดลองของ สกนธ์, ทวี และมะลิ (2546) ที่พบว่าหอยเป่าอื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับสาหร่ายพม nang ต่างกัน มีการเจริญเติบโต การกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวของหอยและพลังงานที่เพิ่มขึ้นในตัวของหอยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) อย่างไรก็ตามอัตราการรอดตายของหอยในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) และมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 80-93 ระดับต่ำสุดของสาหร่ายพม nang ในอาหารหอยเป่าอื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยเป่าอื้อ คือร้อยละ 2.5

สำหรับในช่วงที่สอง (สัปดาห์ที่ 6-12) จากผลการทดลองพบว่าปลานิลทดลองที่ได้รับอาหารสูตรอ้างอิง (ไม่เสริมสาหร่ายพม nang ปน) ปลา มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดและเมื่อพิจารณาค่าการเจริญเติบโตพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 25 มีค่าการเจริญเติบโตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลาทดลองที่ได้รับอาหารที่เสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 10 และ 5 ( $p > 0.05$ ) และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ร้อยละ 30 ค่าการเจริญเติบโตลดลง แต่ก็ยังใกล้เคียงกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายพม nang ทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าเมื่อปลา มีอายุและมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นก็สามารถนำสาหร่ายพม nang ใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกันกับการทดลองของสกนธ์, ทวี และมะลิ

(2546) ที่พบว่าหอยเป่าอื้อเมื่อมีอายุและน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นสามารถใช้สาหร่ายผสมนางทำให้หอยมีการเจริญเติบโตในระดับดี

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา ผลการทดลองปรากฏว่ามีแนวโน้มเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลา คือ เมื่อปลาทดลองได้รับอาหารทดลองที่มีระดับสาหร่ายผสมนางปนเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ค่าดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง และสอดคล้องกับค่าอัตราการกินอาหารของปลา โดยพบว่าค่าอัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน) กลับมีค่าสูงขึ้น และค่าสูงที่สุดในกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 (สาหร่ายร้อยละ 25) แสดงให้เห็นว่าปลามีการกินอาหารเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้มีการเจริญเติบโตและได้รับสารอาหารที่จำเป็นมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพร และคนอื่นๆ (2547) ที่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับกากเมล็ดในปาล์มน้ำมันร้อยละ 0 (สูตรอ้างอิง) มีค่าสูงที่สุดและจะลดลงเมื่อเพิ่มกากเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแดงแปลงเพศมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาหร่ายผสมนางที่ใช้เป็นอาหารทดลองมีระดับของโปรตีนต่ำร้อยละ 8 ของน้ำหนักแห้ง ( ระพีพร และคนอื่นๆ, 2549) แต่เมื่อนำมาผสมกับวัตถุดิบพืชชนิดอื่นที่มีปริมาณโปรตีนสูง จึงทำให้ปลานิลแปลงเพศสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตได้สูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแปลงเพศในระหว่างการทดลองแต่ละครั้งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง เนื่องจากต้องมีสาเหตุปัจจัยตัวแปรอื่นๆ หลายอย่าง เช่น วิธีการให้อาหาร ระยะเวลาการเลี้ยง ขนาดปลา และสภาพของการเลี้ยงด้วย

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อก็มีค่าไม่แตกต่างกันด้วย แสดงให้เห็นว่าในการผลิตอาหารสูตรอาหารที่ดีต้องใช้สาหร่ายผสมนางและวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดในระดับที่เหมาะสม โดยคำนึงโปรตีน/พลังงาน ผลจากการนำเอาสาหร่ายผสมนางปนมาผสมในสูตรอาหารในระดับต่างกันทำให้พออนุมานได้ว่าปลานิลสามารถนำสาหร่ายผสมนางไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับในปลาอายุ 0-4 สัปดาห์สามารถเสริมในสูตรอาหารได้ร้อยละ 10 และในปลาอายุมากขึ้น (6 สัปดาห์ขึ้นไป) สามารถเสริมสาหร่ายผสมนางได้มากขึ้นถึงร้อยละ 25 แต่เมื่อเสริมสาหร่ายผสมนางถึงระดับร้อยละ 30 ค่าดังกล่าวลดลงแต่ยังใกล้เคียงกันกับสูตร 1, 2, 3, 4, 5 และ 7 (สาหร่ายผสมนางร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 30) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ปลาโตแล้วจะกินพวกพืชเป็นอาหารหลัก โดยร่างกายของปลาสามารถปรับตัวให้ย่อยโปรตีนจากพืชได้ดีขึ้น

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของซากปลา (whole body composition) ที่ได้รับอาหารที่มีระดับสาหร่ายผสมนางที่แตกต่างกัน พบว่า ปริมาณโปรตีน ที่สะสมในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมสาหร่ายผสมนางปนร้อยละ 5 และ 10 มีค่าสูงและแตกต่างกันกับชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนปริมาณไขมัน ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอ้างอิงมีปริมาณไขมันสะสมสูงสุด และเต้าที่สะสมในตัวปลาระดับสาหร่ายผสมนางปนร้อยละ 10 มีค่าสูงที่สุด ปริมาณโปรตีนและไขมันที่สะสมในตัวปลาจากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของวุฒิพร และคนอื่นๆ (2547) ที่พบว่าส่วนประกอบทางเคมีของซากปลาหลังทดลองปริมาณโปรตีนสะสมในตัวปลาค่าเมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร สำหรับดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นด่าง ความกระด้าง แอมโมเนีย

ไนไตรท์ และไนเตรท ตลอดจนการเลี้ยงปลาทดลอง ค่าคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และค่าคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไม่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของปลาทดลอง

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในครั้งนี้ สรุปได้ว่าการเสริมสาหร่ายพมวงในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ควรเสริมในระดับที่แตกต่างกันเมื่อปลาอายุแตกต่างกัน เนื่องจากปลาแต่ละขนาดและช่วงอายุ มีความต้องการในปริมาณที่แตกต่างกัน และถ้าหากเสริมมากเกินไปทำให้การเจริญเติบโตลดลง และสาหร่ายพมวงปนแฉะ ถ้าใช้ในปริมาณมาก ทำให้มีต้นทุนสูงขึ้น ควรเสริมสาหร่ายพมวงในปริมาณร้อยละ 5-10 ในสูตรอาหาร ก็เพียงพอต่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลาแล้ว แต่ถ้าหากมีการเสริมถึง

ร้อยละ 25 ในปลาที่มีอายุมากขึ้น มีผลทำให้ต้นทุนสูงขึ้นและอาจมีการทำให้การเจริญของปลาทดลอง

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำและเสนอแนะในการวิจัย ขอขอบคุณคุณไกรสร บุญละออ ประธานศูนย์เรียนรู้ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หมู่ที่ 6 ตำบลท่าซึก อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนสาหร่ายพมวงสำหรับการศึกษา

### เอกสารอ้างอิง

ระพีพร เรืองช่วย, โชกชัย เหลืองธูประณีต, นิรดิศัย เพชรสุภา, อมมี คุณอารี และพชัย มาศนิยม. (2549).

รายงานการวิจัยเรื่องโครงการการเลี้ยงสาหร่ายพมวงเพื่อเป็นอาชีพสำหรับชาวประมงพื้นบ้านในอำเภอบัตตानी จังหวัดปัตตานี. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, วรณชัย พรหมเกิด, กิจการ สุขมาตย์, วุฒิกรณ์ จิตติวรรณ และดุสิต นาคะชาต. (2547). การแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn) ด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 26 (2), 167-179.

สกนธ์ แสงประดับ, ทวี โรจนสารัมภกิจ และมะลิ บุญขันธ์ผลิน. (2546). ผลของสาหร่ายพมวง (*Gracilaria fisheri*) ต่อการเจริญเติบโตประสิทธิภาพอาหารและอัตราการรอดตายของหอยเปาฮื้อ (*Haliotis asinina*). การประชุมสัมมนาวิชาการประมงประจำปี พ.ศ. 2546 วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2546. (หน้า 134)กรุงเทพฯ: กรม ประมง.

สุรเกียรติ์ วีรวานิข. (2543). การวิเคราะห์คุณค่าอาหารของสาหร่ายพมวง (*Gracilaria fisheri*) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก. สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสงขลา.

AOAC. (Associacion of official Analytical Chemists). (1990). **Official Methods of Analysis**. Washington, DC : AOAC.

Boyd, C.E. & 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.

Robinson, E. H. & 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). : Elsevier, Amsterdam.

Zeitoun, I. H., Tack, P. I., Halver, J. E. & Ullrey, D. E. (1973). Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout, *Salmo gairdneri* fingerling. **J. Fish. Res. Board Can.** 30, 1867-1873.

