ผลของการใช้ถั่วหรั่งเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์

Effects of Supplymentary Fish Meal by Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*) in Oscar (*Redtiger oscae*) Diets

นฤมล อัศวเกศมณี[1]

Naruemon Usawakesmanee

Abstract

The effects of supplymentary fish meal by Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*) in Oscar (*Redtiger oscae*) diet were investigated. Four diets were formulated to contain 0, 5, 10 and 15 % levels of Bambara groundnut. The diets were fed to apparent satiation twice daily for eight weeks juvenile (average 6.95 g. weight and 7.13 cm. length) Oscar held in 70 – L glass aquaria. The effects of diet on fish performance were determined using weight gain (WG), daily weight gain (DWG), percentage weight gain (PWG), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), feed efficiency ratio (FE), protein effciency ratio (PER), survival rate, condition factor and length – weight relationship. The study showed that the supplymentary fish meal with Bambara groundnut 5 % had no adversly effect on the growth of juvenile Oscar. Using of Bambara groundnut as the supplymentary fish meal can reduce cost in Oscar's feed production.

Keywords : Bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*), fishfeed, Oscar (*Redtiger oscae*)

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้ถั่วหรั่งเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์ โดยใช้อาหารทดลองที่มีถั่วหรั่งทดแทนปลาป่นระดับแตกต่างกันคือ 0, 5, 10 และ 15 % เพื่อใช้เลี้ยงปลาออสการ์ที่มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 6.95 กรัม/ตัว ความยาวประมาณ 7.13 เซนติเมตร / ตัว ในตู้กระจกขนาด 45 x 60 x 30 เซนติเมตร บรรจุน้ำประมาณ 70 ลิตร ปลาทุก ๆ

---

[1] โปรแกรมวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Aquaculture Program, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songkhla 90000 Thailand.

ทรีทเมนต์ได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 7.30 น. และ 16.30 น. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นทำการประเมินอิทธิพลของอาหารทดลอง โดยตรวจสอบจาก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน เปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพของอาหาร ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร อัตรารอด ดรรชนีความอ้วนท้วน และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก พบว่า การใช้ถั่วหรั่งเพื่อทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารเพื่อเลี้ยงปลาออสการ์นั้น สามารถใช้ได้เพียง 5 % ซึ่งเป็นระดับที่ไม่มีผลส่งเสริมต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาออสการ์ แต่การใช้ถั่วหรั่งเสริมในอาหารสามารถใช้เพื่อลดต้นทุนอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์ได้

คำสำคัญ : ถั่วหรั่ง, อาหารปลา, ปลาออสการ์

บทนำ

ปลาออสการ์ (*Redtiger oscae*) เป็นปลาน้ำจืดที่จัดอยู่ในตระกูล Cichild เช่นเดียวกับปลาเทวดา ปลาหมอสีและปลาปอมปาดัวร์ ปลาออสการ์มีรูปร่างคล้ายกับปลาแรด แต่กระโหลกไม่นูน ริมฝีปากบนและล่างยาวเสมอกัน ลำตัวมีสีสันที่แตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่จะมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม มีแถบสีแดงกระจายอยู่ตามลำตัว และหนาแน่นบริเวณเส้นข้างลำตัว เมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 33 เซนติเมตร ดูตามลักษณะภายนอกตัวผู้จะมีลักษณะไม่แตกต่างจากตัวเมีย ปลาออสการ์มีนิสัยดุร้าย ที่กินเนื้อเป็นอาหาร เช่น สัตว์น้ำขนาดเล็ก หนอนแดง ไส้เดือนน้ำและกุ้งฝอย ชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส ปลาออสการ์ถึงวัยเจริญพันธุ์เมื่อมีอายุ 3 เดือนขึ้นไป พันธุ์ที่นิยมเพาะเลี้ยงภายในประเทศ เช่น ออสการ์ลายเสือ ออสการ์ทอง ออสการ์เสือเผือก และออสการ์ทองเผือก เป็นต้นปลาออสการ์จัดเป็นปลาสวยงามที่นิยมเลี้ยงกันในปัจจุบันด้วยเหตุผลที่ว่าปลาออสการ์เป็นปลาที่เลี้ยงง่ายสามารถกินอาหารได้ทุกอย่างและตลอดเวลาซึ่งตามธรรมชาติแล้วปลาออสการ์กินอาหารที่มีชีวิต แต่ถ้าเรานำมาเลี้ยงเพื่อความสวยงามแล้วอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องให้อาหารมีชีวิตก็ได้ อาจจะให้อาหารแช่แข็งที่ทำมาจากไรแดง หนอนแดง และอาหารเม็ดปลาดุก แต่ไม่ควรที่จะให้อาหารแห้งตลอดไป ควรจะมีการสลับกันระหว่างอาหารสดหรืออาหารแห้ง เนื่องจากปลาออสการ์เหมือนกับปลาอื่น ๆ คือมักจะเล่นอาหารที่กินโดยกินเข้าไปแล้วมีการคายออกมาทำให้น้ำเน่าเสียได้ ดังนั้นจึงควรที่จะให้กินอาหารพอดีกับความต้องการโดยการให้ทีละน้อย และให้กินจนหมด (อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, 2544)

การเลี้ยงปลาออสการ์เพื่อความสวยงามนิยมให้อาหารสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด ซึ่งอาหารเหล่านี้มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นถ้าสามารถผลิตอาหารเพื่อใช้สำหรับเลี้ยงปลาออสการ์โดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น ก็สามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาลงได้ เนื่องจากต้นทุนหลักในการ

เลี้ยงปลาคือวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ ปลาป่น หากต้องการลดต้นทุนอาหารจึงควรที่จะลดโปรตีนจากปลาป่นลงแล้วทดแทนด้วยโปรตีนจากพืชซึ่งมีราคาถูกกว่า วัตถุดิบโปรตีนจากพืชที่นิยมใช้ในการเลี้ยงปลา ได้แก่ กลุ่มพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เป็นต้น สำหรับในท้องถิ่นทางภาคใต้ มีถั่วชนิดหนึ่งที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ ถั่วหรั่ง ดังนั้น จึงมีแนวคิดว่าถ้าหากใช้ถั่วหรั่งซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นแทนที่ปลาป่นมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลา และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตก็น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงปลาสวยงามต่อไป

ถั่วหรั่ง (*Voandzeia subterranea* L.) เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอัฟริกา ปลูกกันทั่วไปจากเซเนกัลถึงเคนยา จากซาฮาวา ถึงอัฟริกาใต้ เป็นพืชทนแล้ง ใช้บริโภคเช่นเดียวกับถั่วลิสง ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ มีฝักกลมและเมล็ดอยู่ใต้ดิน ในประเทศไทยนิยมปลูกทางภาคใต้ ประมาณ 50 – 60 ปีมาแล้ว มีชื่อแตกต่างกันตามท้องถิ่น เช่น ถั่วหรั่ง ถั่วปันหยี ถั่วไทร ถั่วเม็ดเดียว กาแจโป เป็นต้น ถั่วหรั่งมีลำต้นลักษณะตรงและปกคลุมดินคล้ายถั่วลิสง ดอกหลังจากผสมเกสรแล้ว ก้านช่อดอกจะเจริญเติบโต ยืดตัวแทงลงไปในดินลึกประมาณ 2 ถึง 3 เซนติเมตร และเจริญเป็นฝักและเมล็ด ฝักมีลักษณะกลม ผิวมีรอยย่น หนึ่งฝักมีหนึ่งถึงสองเมล็ด เมล็ดกลมเส้นผ่าศูนย์กลางอาจโตถึง 1.5 เซนติเมตร ผิวเรียบและแข็ง สีครีม น้ำตาล แดงประดำ ถั่วหรั่งมีหลายชนิดทั้งพันธุ์หนักและพันธุ์เบา พันธุ์พื้นเมืองทางภาคใต้ อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 150-180 วัน ให้ผลผลิตสูง พันธุ์เบามีอายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์หนัก ถั่วหรั่งนิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารโดยวิธีการต้มหรือคั่ว และจัดว่าเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางอาหารสูง คือในเมล็ดมีไขมัน 6-12 % คาร์โบไฮเดรต 50-60 % โปรตีน 14-24 % โดยเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงและมีเมทไธโอนีนสูงกว่าที่พบในเมล็ดของพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ (จิระ สุวรรณประเสริฐ, 2533) การบริโภคเป็นอาหารใช้วิธีการคั่วหรือต้ม ฝักที่ยังไม่แก่หรือแม้กระทั่งฝักแก่ จะมีโปรตีนประมาณ 14-24 % แป้ง 60 % น้ำมัน 6-7 %

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยเฉพาะวัตถุดิบจากพืชตระกูลถั่วในท้องถิ่นทางภาคใต้ พบว่าถั่วแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าพืชตระกูลถั่ว จัดว่าเป็นพืชที่มีโปรตีนในปริมาณค่อนข้างสูง จึงได้มีการใช้ประโยชน์จากถั่วเพื่อการเลี้ยงปลา ซึ่งมีผู้ได้ทำการวิจัยและศึกษาไว้ ดังนี้

กาญจนรี พงษ์ฉวี และคณะ (2539) ทดลองใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับปลาแรดจำนวน 5 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ปลาป่น 0% + กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น 100 % สูตรที่ 2 ปลาป่น 5 % + กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น 87.5 % สูตรที่ 3 ปลาป่น 10 % + กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น 75 % สูตรที่ 4 ปลาป่น 20 % + กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น 50 % สูตรที่ 5 ปลาป่น 40 % + กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น 0 % อาหารทดลองทั้ง5สูตรมีระดับโปรตีนและพลังงานที่ใกล้เคียงกันคือ

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบอาหารพืชตระกูลถั่ว (%ของน้ำหนักแห้ง)

วัตถุดิบ	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)
ถั่วเขียว	6.74	12.42
ถั่วแดงหลวง	9.95	11.86
ถั่วดำ	0.23	14.36
ถั่วเหลือง	7.42	19.35
ถั่วแดง	13.59	14.00
ถั่วเหลืองซีก	6.54	19.85
ถั่วเขียวซีก	4.78	14.51
ถั่วลิสง	5.26	14.95
ถั่วแขก (เฉพาะเมล็ด)	11.26	19.40
ถั่วแขก (ทั้งเปลือก)	10.34	14.73
ถั่วลันเตา	8.03	13.51
ถั่วปากอ้า	16.11	15.62
ถั่วหรั่ง (เฉพาะเมล็ด)	58.53	21.19
ถั่วหรั่ง (ทั้งเปลือก)	58.50	18.07
ถั่วเล็บหมี (เฉพาะเมล็ด)	55.92	29.65
ถั่วเล็บหมี (เปลือก)	11.08	6.28
ถั่วฝักยาว	9.36	14.94
ถั่วแม่ตาย	13.10	22.17
ถั่วจีน	3.28	14.98

ที่มา : นฤมล อัศวเกศมณี (2544)

โปรตีน 35 % และพลังงานที่ย่อยได้ 290 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ทดลองกับปลาแรดขนาดเฉลี่ย 2.52 $\pm$ 0.13 กรัม ในตู้กระจกขนาด 45 x 45 x 90 เซนติเมตร ในอัตรา 40 ตัว/ตู้ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง โดยให้กินจนอิ่ม ทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ปลาแรดมีการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ย 9.33, 13.34, 13.66, 18.23 และ 18.87 กรัม ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 3.89, 3.01, 2.94,2.05 และ 2.04 ตามลำดับ การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาแรดที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปลาแรดซึ่งได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าและ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงกว่าปลาแรดที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) อาหารทดลองมีประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเฉลี่ย 0.74, 0.96, 0.98, 1.40 และ 1.41 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยอาหารสูตรที่ 4 และ 5 มีประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และประสิทธิภาพสูงกว่าอาหารสูตรที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าสามารถใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับปลาแรดได้ที่ระดับ 50 % ของปลาป่น ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนค่าอาหารจากกิโลกรัมละ 17.24 บาท เหลือเพียง 15.85 บาท

มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ (2530) ศึกษาผลการแทนที่ปลาป่นด้วยถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ ในอาหารปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน โดยการสร้างสูตรอาหาร 5 สูตร ให้มีโปรตีนและพลังงานเท่ากัน อาหารสูตรที่ 1 ประกอบด้วยปลาป่น 40 % และไม่มีถั่วเหลือง อาหารสูตรที่ 2, 3,4 และ 5 ใส่ถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน 21% ถั่วเหลืองเอกซ์ทรูด 27 % ถั่วเหลืองนึ่ง 28.5 % และถั่วเหลืองแช่น้ำ 27.5 % ตามลำดับ เพื่อไปแทนที่ 37.5 % ของโปรตีนจากปลาป่น หรือ 15 % ปลาป่นในอาหารสูตรที่ 1 ปลาทดลองมีขนาดเริ่มต้น 1.26 –12.7 กรัม เลี้ยงปลา 3 ซ้ำ ในตู้กระจกขนาดความจุ 45 ลิตร มีระบบลมและน้ำไหลผ่าน ให้อาหารจนอิ่มวันละ 2 มื้อ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 ไม่ใส่ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตดีกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นอาหารสูตรที่ 2 ที่ใส่ถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ประสิทธิภาพอาหาร ประสิทธิภาพโปรตีนและอัตรารอดของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 1, 2,3 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แตกต่างกับสูตร 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 5 ซึ่งใส่ถั่วเหลืองแช่น้ำไม่เพียงแต่มีอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร ประสิทธิภาพโปรตีน และอัตรารอดต่ำ ยังมีความผิดปกติของเซลล์ ตับอ่อน และลำไส้ ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีค่า 92.77, 94.24, 92.26, 94.40 และ 73.70 % ตามลำดับ แสดงว่าการเจริญเติบโตที่ด้อยกว่าของปลาที่เลี้ยงด้วยถั่วเหลืองเอกซ์ทรูดและถั่วเหลืองนึ่ง มิได้เนื่องมาจากประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหาร แต่น่าจะเกิดจากการกินอาหารที่น้อยกว่าใน 2 สัปดาห์แรก โปรตีนในถั่วเหลืองที่ทดสอบมีประสิทธิภาพการย่อยได้สูง (90.4-93.5%) ยกเว้น ถั่วเหลืองแช่น้ำ (21.4 %) จากผลการทดลองแสดงว่าประมาณ 37.5 % โปรตีนจากปลาป่นหรือ 15 % ปลาป่นในอาหารสามารถถูกแทนที่ได้ด้วยโปรตีนจากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ถั่วเหลืองเอกซ์ทรูด หรือถั่วเหลืองนึ่ง อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองเอกซ์ทรูดหรือถั่วเหลืองนึ่ง ควรใช้เป็นส่วนผสมอาหารปลากะพงที่มีขนาดโตขึ้นเล็กน้อยคือ 3.5 กรัม ขึ้นไป ส่วนถั่วเหลืองแช่น้ำเป็นแหล่งโปรตีนที่ไม่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นผสมอาหารปลากะพง เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารต่ำและยังมีสารยับยั้งทริปซินทำให้ตับอ่อนและลำไส้ส่วนลำต้นผิดปกติ

จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และมะลิ บุณยรัตผลิน (2530) ศึกษาการใช้โปรตีนพืชเพื่อแทนที่ปลาป่น โดยใช้กากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพด ในอัตราส่วน 5 ต่อ 3 แทนที่ปลาป่นในอาหาร

สูตรควบคุมที่ระดับ 25 , 50 , 75 และ 87.5 % อาหารทดสอบทั้ง 5 สูตร มีระดับโปรตีนประมาณ 37 % ใช้เลี้ยงปลากะพงขาว ขนาด 0.9 กรัม เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารซึ่งกากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพดแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 25 % ดีเทียบเท่าอาหารสูตรควบคุม และการแทนที่ที่ระดับ 50 % มีอัตราการแลกเนื้อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนไม่แตกต่างจากอาหารสูตรควบคุม แต่อัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการกินอาหารลดลง อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้กากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพด แทนที่ปลาป่นที่ระดับ 75 และ 87.5 % ทำให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร ประสิทธิภาพโปรตีน และปริมาณการกินอาหารลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบว่ากากถั่วเหลือง และโปรตีนข้าวโพด สามารถใช้ในอาหารสำหรับปลากะพงขาวได้ไม่เกิน 17 % และ 10 % ตามลำดับ (โดยแทนที่ปลาป่น 50%) เมื่ออาหารนั้นมีปลาป่น 20 % เป็นองค์ประกอบในสูตรอาหาร

ไอนี ดอแนะ และนฤมล อัศวเกศมณี (2547) ได้ทดลองใช้กากถั่วเหลืองแทนที่ปลาป่นในอาหารสูตรควบคุมที่ระดับ 14, 28 และ 42 % ตามลำดับ โดยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรมีระดับโปรตีนประมาณ 33 – 34 % เพื่อเลี้ยงปลานิลขนาด 2 – 3 กรัม เป็นระยะเวลา 56 วัน ผลการศึกษาพบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของกากถั่วเหลืองที่ระดับ 14 % มีน้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันอยู่ในระดับสูงกว่าปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของกากถั่วเหลืองในระดับอื่น ๆ แต่เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา พบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองผสมกากถั่วเหลืองที่ระดับ 42 % มีโปรตีนเพิ่มขึ้นมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปลานิลสามารถใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองที่ระดับ 42 % ได้ดีกว่าในระดับอื่น ๆ สำหรับอัตราการแลกเนื้อและอัตรารอดในปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตรอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อพิจารณาการวัดอิทธิพลของอาหาร โดยภาพรวมแล้วจึงสามารถใช้กากถั่วเหลืองแทนที่ปลาป่นในการเลี้ยงปลานิลได้ถึง 42 %

บุษรา ชูศรีเพชร และนฤมล อัศวเกศมณี (2547) ศึกษาการใช้กากถั่วเขียวทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยใช้อาหารทดลอง 4 สูตร มีระดับโปรตีน 26 – 30 % อาหารสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม ซึ่งไม่ใช้กากถั่วเขียว อาหารสูตรที่ 2 – 4 ใช้กากถั่วเขียวผสมในอาหารปริมาณ 10, 20 และ 30 % ตามลำดับ นำอาหารทดลองไปเลี้ยงปลานิลน้ำหนักเฉลี่ย 3.78 กรัม ในตู้กระจก ขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร บรรจุน้ำประมาณ 25 ลิตร ติดตั้งระบบให้อากาศตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันก่อนการให้อาหาร โดยให้ปลากินอาหารอย่างเต็มที่วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 06.30 น.และ 17.30 น. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้กากถั่วเขียวเพื่อทดแทนปลาป่นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลาลดลง แต่การใช้กากถั่วเขียวสามารถทดแทนรำในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลได้

สุมิตรา อักษรชู และนฤมล อัศวเกศมณี (2544) ศึกษาการใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองเพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในการอนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุย โดยการสร้างสูตรอาหาร 4 สูตร เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 30 % ใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองผสมในอาหารทดลองในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30% ไปเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยเพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพโปรตีนในอาหาร น้ำหนักตับและความยาวลำไส้ โดยการให้อาหารอย่างเต็มที่ วันละ 2 ครั้ง แก่ปลาขนาดน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 3 กรัม ซึ่งเลี้ยงไว้ในตู้กระจกขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการศึกษาอิทธิพลของอาหารที่มีต่อลูกปลาดุกบิ๊กอุย พบว่าอาหารทดลองสูตรที่ 2 มีถั่วเหลืองเป็นส่วนผสม 10 % มีผลทำให้ลูกปลาดุกบิ๊กอุยมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักตับ ความยาวลำไส้ น้ำหนักและความยาวเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนอัตรารอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จึงเป็นไปได้ว่าในการใช้ถั่วเหลืองผสมอาหารเพื่ออนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุยควรใช้ในระดับ 10 %

ถั่วหรั่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารเลี้ยงปลาเพื่อทดแทนปลาป่นได้บางส่วน โดยการศึกษาของทนง ทองใสเกลี้ยง และ นฤมล อัศวเกศมณี (2544) ได้ใช้ถั่วหรั่งอนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุยน้ำหนัก 3 กรัม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้จากการใช้โปรตีนจากพืชมาทดแทนโปรตีนจากสัตว์ โดยให้อาหารทดลองที่มีส่วนผสมของถั่วหรั่งระดับต่าง ๆ กัน คือ 0, 5, 10 และ 15 %ในสูตรอาหาร ตามลำดับ โดยให้อาหารทดลองในเวลาเช้าและเย็น เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้วศึกษาอิทธิพลของถั่วหรั่งต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร น้ำหนักตับ และความยาวลำไส้ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าการใช้ถั่วหรั่งในสูตรอาหารทดลองที่ระดับ 15 % มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักเฉลี่ยของตับ น้ำหนักตัว ความยาวลำตัว และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่สูงที่สุด แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนการใช้ถั่วหรั่ง 5 , 10 และ 15 % มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับอัตรารอดตาย ทุกสิ่งการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จึงควรใช้ถั่วหรั่งเป็นส่วนผสมในอาหารเพื่ออนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุยน้ำหนัก 3 กรัม ได้ถึง 15 % เนื่องจากระดับดังกล่าวส่งผลให้ลูกปลาดุกบิ๊กอุยมีการเจริญเติบโตที่ดี

เจ๊ะฮาซานะ เจ๊ะลง และนฤมล อัศวเกศมณี (2547) ศึกษาการใช้ถั่วหรั่งเลี้ยงปลาจะละเม็ดน้ำจืด ขนาด 2 นิ้ว โดยใช้อาหารทดลองที่ผสมถั่วหรั่งในระดับ 10, 20 และ 30 % โดยอาหารทดลองทุกสูตรมีโปรตีน 27 % เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ปลาจาละเม็ดน้ำจืดไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนในถั่วหรั่งได้ จะเห็นว่า ปลาทดลองมีน้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดของปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมให้ผลดีกว่าปลาทดลองที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งการทดลองเป็น 4 ทรีทเมนต์ (Treatment) แต่ละทรีทเมนต์ มี 3 ซ้ำ (Replication) โดยให้ปลาออสการ์ได้รับโปรตีนจากถั่วหรั่งในระดับต่าง ๆ กัน ดังนี้คือ 0, 5, 10 และ 15 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ทั้งหมดมี 12 หน่วยทดลอง ซึ่งแต่ละหน่วยทดลองใช้จำนวนปลาหน่วยทดลองละ 40 ตัว โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดลอง ดังนี้

1. เตรียมตู้ทดลองขนาด 45 x 65 x 30 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ เติมน้ำลงในตู้ทดลองประมาณ 70 ลิตร ติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศทุกตู้ เพื่อให้อากาศตลอดเวลา จากนั้นทำการสุ่มตู้ทดลองเพื่อเลี้ยงปลาในแต่ละทรีทเมนต์ และเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมตลอดการทดลอง จึงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันก่อนให้อาหาร

2. เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารทดลอง เช่น ปลาป่น ถั่วหรั่ง กากถั่วเหลือง รำแป้งเหนียว น้ำมันพืช น้ำมันปลาหมึก วิตามินและแร่ธาตุ ตามสัดส่วนในตารางที่ 2 จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน อัดเม็ดอาหารที่ผสมเข้ากันดีแล้ว ด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารไฟฟ้าแบบมินเซอร์ จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้งเพื่อไล่ความชื้นออก เก็บไว้ในภาชนะที่กันความชื้น และเก็บตัวอย่างอาหารปลาแต่ละทรีทเมนต์ เพื่อไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (1990) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารสำหรับปลาออสการ์ที่ได้รับโปรตีนจากถั่วหรั่งในระดับต่าง ๆ

วัตถุดิบ	ทรีทเมนต์ที่ 1	ทรีทเมนต์ที่ 2	ทรีทเมนต์ที่ 3	ทรีทเมนต์ที่ 4
ปลาป่น	32	31.5	31.2	31
ถั่วหรั่ง	0	5	10	15
กากถั่วเหลือง	21	20.7	20	19.3
รำ	27	22.8	18.8	14.7
แป้งเหนียว	14	14	14	14
น้ำมันพืช	2	2	2	2
น้ำมันปลาหมึก	2	2	2	2
วิตามิน	1	1	1	1
แร่ธาตุ	1	1	1	1
องค์ประกอบทางเคมี				
ความชื้น	22.31	17.81	18.45	17.40
โปรตีน	30.50	30.29	30.86	30.40
ไขมัน	5.33	4.90	5.72	4.40
เยื่อใย	20.91	21.04	13.88	15.49
เถ้า	0.21	0.20	0.14	0.16
คาร์โบไฮเดรต	20.74	25.76	30.95	32.15

3. สุ่มลูกปลาออสการ์ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว จำนวน 500 ตัว มาพักไว้ในถังไฟเบอร์ เพื่อให้ลูกปลาคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและฝึกให้กินอาหารสูตรควบคุมเป็นเวลา 2 สัปดาห์

4. เมื่อเริ่มทำการทดลอง คัดเลือกปลาที่มีขนาดและน้ำหนักเท่า ๆ กัน ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น สุ่มลูกปลาใส่ในตู้ทดลองทุกตู้ทดลอง จำนวน 12 ตู้ ๆ ละ 40 ตัว และเก็บตัวอย่างลูกปลาเพื่อไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (1990)

5. ให้อาหารปลาแต่ละทรีทเมนต์ ทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 น. และ 15.00 น. โดยให้ปลากินจนอิ่ม บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละตู้ทดลองทุกวัน ใช้เวลาในการทดลอง 10 สัปดาห์

6. ทุก ๆ สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวปลาออสการ์ในแต่ละตู้ทดลอง พร้อมทั้งนับจำนวนตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักปลาทั้งหมดในแต่ละทรีทเมนต์ นับจำนวนปลาที่เหลือรอด และวัดความยาวปลาแต่ละตู้ทดลอง เก็บตัวอย่างปลาแต่ละตู้ทดลองไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีของ AOAC (1990)

7. ประเมินอิทธิพลของอาหารทดลอง โดยตรวจสอบ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain, WG) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Daily weight gain, DWG) เปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage weight gain, PWG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (Specific growth rate, SGR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR) ประสิทธิภาพของอาหาร (Feed efficiency ratio, FE) ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein effciency ratio, PER) อัตรารอด (Survival rate) ดรรชนีความอ้วนท้วน (Condition Factor, K) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (Length – weight relationship, W)

8. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปลาทดลอง วิเคราะห์โดยวิธีวาเรียนซ์ (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการตอบสนอง โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรม SPSS for Windows Version 10

ผลการทดลองและวิจารณ์

ทดลองใช้ถั่วหรั่งเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้วยอาหารที่มีถั่วหรั่งในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 5, 10 และ 15% เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาออสการ์มีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต ดังนี้ (ตารางที่ 3)
ปลาออสการ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ไม่ได้ผสมถั่วหรั่ง (ทรีทเมนต์ที่ 1) ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของปลาออสการ์มากที่สุด โดยเฉพาะทางด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับ เจ๊ะฮาซานะ เจ๊ะลง และนฤมล อัศวเกศมณี (2547) ที่ได้ทดลองเลี้ยงปลาจาละเม็ดน้ำจืด ขนาดประมาณ 2 นิ้ว ด้วยอาหารผสมถั่วหรั่งที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 % เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ปลาจาละเม็ดน้ำจืดที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมถั่วหรั่ง 0 % ส่งผลให้ปลาจาละเม็ดน้ำจืดมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ปลาทั้งสองชนิดนี้ ไม่สามารถที่จะใช้กรดอะมิโนเมทไธโอนีน ที่มีอยู่ในถั่วหรั่งได้หรือสามารถใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก ซึ่งแตกต่างจากที่ ทนง ทองใสเกลี้ยง และนฤมล อัศวเกศมณี (2544) ได้ทดลองใช้ถั่วหรั่งในการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ขนาดประมาณ 3 กรัม โดยใช้ถั่วหรั่งผสมในอาหารทดลองที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 % เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ที่ระดับของถั่วหรั่ง 15 % ในอาหารทดลอง ส่งผลให้ปลาดุกบิ๊กอุยมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

การใช้ถั่วหรั่งผสมในอาหารทดลองที่ระดับต่าง ๆ (ทรีทเมนต์ที่ 2, 3 และ 4) มีผลทำให้ปลาออสการ์สามารถใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างจากปลาออสการ์ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีส่วนผสมของถั่วหรั่ง 0 % (ทรีทเมนต์ที่ 1) และประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารทดลองทุกทรีทเมนต์เท่ากัน แสดงว่า ถั่วหรั่งสามารถทดแทนปลาป่นได้ เพียงแต่ไม่ส่งผลในการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตเท่านั้น นอกจากนี้การเพิ่มถั่วหรั่งในระดับต่าง ๆ ก็ยังไม่มีผลกระทบต่ออัตรารอดด้วย

ตารางที่ 3 ผลของการใช้ถั่วหรั่งเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโต

อิทธิพลของอาหาร	ทรีทเมนต์			
	T_1	T_2	T_3	T_4
นน.เริ่มต้น	6.523 ± 0.319	6.383 ± 0.491	7.803 ± 0.214	7.100 ± 0.346
นน.สุดท้าย	8.027 ± 0.464	7.530 ± 0.556	8.620 ± 0.314	7.533 ± 0.304
ความยาวเริ่มต้น	7.060 ± 0.053	7.183 ± 0.195	7.170 ± 0.304	7.097 ± 0.315
ความยาวสุดท้าย	7.373 ± 0.272	7.567 ± 0.352	7.873 ± 0.331	7.567 ± 0.197
WG	1.503^{a} ± 0.293	1.147^{ab} ± 0.301	0.817^{bc} ± 0.401	0.433^{c} ± 0.127
DWG	0.026^{a} ± 0.005	0.023^{ab} ± 0.006	0.015^{bc} ± 0.007	0.008^{c} ± 0.002
PWG	23.053^{a} ± 4.359	18.043^{ab} ± 5.197	10.523^{bc} ± 5.322	6.137^{c} ± 1.971
SGR	3.1800^{a} ± 0.567	2.613^{a} ± 0.785	1.280^{b} ± 0.637	0.847^{b} ± 0.285
FCR	1.1767^{a} ± 0.112	1.067^{a} ± 0.134	1.003^{a} ± 0.035	1.087^{a} ± 0.061
FE	0.850^{a} ± 0.087	1.067^{b} ± 0.150	0.997^{ab} ± 0.035	0.923^{ab} ± 0.051
PER	0.030^{a} ± 0.000	0.033^{a} ± 0.006	0.030^{a} ± 0.000	0.030^{a} ± 0.000
อัตรารอด	86.107^{a} ± 9.619	94.440^{ab} ± 4.815	97.220^{ab} ± 4.815	100.000^{b} ± 0.000
K	2.005^{a} ± 0.126	1.743^{a} ± 0.188	1.775^{a} ± 0.188	1.743^{a} ± 0.139
W	$W=0.2187\ L^{1.75}$	$W=0.1000\ L^{2.15}$	$W=0.2511\ L^{1.76}$	$W=0.1000\ L^{2.20}$

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

และค่า K หรือค่าที่บ่งบอกถึงความอ้วนท้วนของปลา อยู่ในช่วง 1.743 – 2.005 และให้ผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันด้วย ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ นฤมล ติ้วพานิช (2534) ที่ได้ทดลองกับปลานิลในบ่อสาขาประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ให้ค่า K = 2.0720 และนฤมล อัศวเกศมณี (2546) หาค่า K ของปลาออสการ์เมื่อได้รับอาหารเสริมสดแตกต่างกัน พบว่า ค่า K อยู่ในช่วง 1.9668 – 2.3643 เช่นกัน

บทสรุป

การใช้ถั่วหรั่งเพื่อทดแทนปลาป่นในอาหารเพื่อเลี้ยงปลาออสการ์ สามารถใช้ได้เพียง 5 % ซึ่งเป็นระดับที่ไม่มีผลส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตของปลาออสการ์ แต่การใช้ถั่วหรั่งเสริมใน

อาหารสามารถใช้เพื่อลดต้นทุนอาหารสำหรับเลี้ยงปลาออสการ์ได้

คำนิยม

ขอขอบคุณ สำนักวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนรี พงษ์ฉวี สนธิพันธ์ ผาสุกดี และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. การใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับปลาแรด. กรมประมง,กรุงเทพมหานคร.

จิระ สุวรรณประเสริฐ. 2533. ถั่วหรั่ง...คุณรู้จักหรือยัง ?. วารสารกสิกร. 2 : 163-165.

จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และมะลิ บุณยรัตผลิน. 2530. การใช้แหล่งโปรตีนพืชบางชนิดในอาหารสำหรับปลากะพงขาว. การสัมนาวิชาการประจำปี กรมประมง. วันที่ 15-17 กันยายน 2530. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร.

เจ๊ะฮาซานะ เจ๊ะลง และนฤมล อัศวเกศมณี. 2547. การใช้ถั่วหรั่งที่ระดับต่าง ๆ กันในสูตรอาหารเลี้ยงปลาจะละเม็ดน้ำจืด. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

ทนง ทองใสเกลี้ยงและนฤมล อัศวเกศมณี. 2544. การใช้ถั่วหรั่งอนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุยในระดับที่ต่างกัน. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

นฤมล ติ้วพานิช. 2534. ความสัมพันธ์ของความยาว – น้ำหนัก และดรรชนีความอ้วนท้วนของปลานิล (*Tilapia nilotica*) ที่เลี้ยงในบ่อสาขาประมง สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2544. การวิเคราะห์โปรตีนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2546. ผลของการใช้กุ้งฝอย ปลาหางนกยูง และปลาสอด เสริมในอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้สีปลาออสการ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

บุษรา ชูศรีเพชร และนฤมล อัศวเกศมณี. 2547. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลานิลโดยใช้กากถั่วเขียวทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่ต่างกัน. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

มะลิ บุณยรัตผลิน ประวิทย์ สุรนีรนาถ และธำมรงค์ ตันภิบาล. 2530. การทดแทนปลาป่นด้วยผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ ในอาหารปลากะพงขาว. การสัมนาวิชาการประจำปี กรมประมง. วันที่ 15-17 กันยายน 2530. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร.

สุมิตรา อักษรชู และ นฤมล อัศวเกศมณี. 2544. การใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองเพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในการอนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุย. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2544. ปลาออสการ์. วารสารการประมง. 4 : 339-340.

ไอนี ดอแนะ และนฤมล อัศวเกศมณี. 2547. การใช้กากถั่วเหลืองแทนปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

American of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis, 15th ed. AOAC. Verginia.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY