

**ชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่เสริมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต  
ของปลานิลแปลงเพศ**

**Effect of carbohydrate types supplementation on commercial feed for sex reversal Tilapia  
(*Oreochromis niloticus*)**

กรรณิกา กำแก้ว<sup>1</sup> เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐ์พันธ์<sup>1</sup> และประจวบ ฉายบุญ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

**บทคัดย่อ**

การศึกษาชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ ที่เลี้ยงในกระชังขนาด 1x3 ตารางเมตร แขนงในบ่อดินด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม.ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5 % ของน้ำหนักตัวปลาต่อวัน เป็นเวลา 120 วัน การทดลองที่ 1 ใช้อาหารปลาสำเร็จรูป (CCP) และอาหารปลา กินพืชสำเร็จรูป (CHP) ที่เคลือบด้วยแหล่งคาร์โบไฮเดรต 3 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า (RS), แป้งข้าวโพด (CS) และ น้ำตาลทราย (SC) ในอัตรา 20 % ของน้ำหนักอาหาร และไม่เคลือบคาร์โบไฮเดรต (ควบคุม) ออกแบบการทดลอง แบบ factorial 2x4 ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้อาหารสำเร็จรูป 2 ชนิด คือ อาหารปลาสำเร็จรูป (CCP) และอาหาร ปลากินพืชสำเร็จรูป (CHP) เคลือบด้วยแป้งข้าวเจ้า (RS) 3 ระดับ คือ 20 %, 25 % และ 30% เป็นการทดลองแบบ factorial 2x3 เช่นกัน ผลการทดลองที่ 1 พบว่า ปลานิลที่กินอาหารปลาสำเร็จรูป (CCP) เคลือบด้วย คาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 แหล่ง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (MWG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงกว่า แต่อัตราการ แลกเนื้อ (FCR) ต่ำกว่า ปลาที่กินอาหารปลา กินพืชสำเร็จรูป (CHP) เคลือบด้วยคาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 แหล่ง อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) การทดลองที่ 2 พบว่า ปลาที่กินอาหารสูตรที่เคลือบด้วยแป้งข้าวเจ้า (RS) 20 % มี น้ำหนักเพิ่ม (MWG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงกว่า ( $P<0.05$ ) สูตรที่เคลือบด้วยแป้งข้าวเจ้า (RS) 30 % แต่ไม่มีความแตกต่างจากอาหารสูตรที่เคลือบด้วยแป้งข้าวเจ้า (RS) 25 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ส่วนอัตราการรอดของปลาไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ในทุกสูตรอาหารทดลองทั้งสองการทดลอง

**Abstract**

The effects of dietary carbohydrate sources and levels on growth performance of sex reversal tilapia were measured in two trials. Triplicate groups of tilapia fingerling in cages (1x3 m<sup>2</sup>) fixed inside an earthen pond at density of 10 fish/m<sup>2</sup>. Fish were fed twice daily at 5 % BW/day for 120 day. In the first trial, fish were fed two types of diets (commercial catfish pallet (CCP) and commercial herbivorous pallet (CHP)) and three sources of carbohydrate coated (rice starch (RS), corn starch (CS), sugar cane (SC) and control). In the second trial, CCP and CHP diets coated with three levels of RS (20 %, 25 % and 30 %) were evaluated. The results showed that, fish fed coated CCP diets had significantly ( $P<0.05$ ) higher growth performance (MWG and SGR) and lower FCR than those fed coated CHP diets. In the second trial, MWG and SGR of fish fed diets coated with 20% RS were significantly ( $P<0.05$ ) higher than those fed diets coated with 30 % RS, but no significantly different ( $P>0.05$ ) between diets coated with 20% RS and 25% RS. No differences ( $P>0.05$ ) in survival were found among treatments in both trials.

## บทนำ

ปัจจุบันประชาชนนิยมบริโภคปลากันมากขึ้น เนื่องจากปลามีโปรตีนสูง มีไขมันในปริมาณน้อย ปลาที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงเพื่อประกอบเป็นอาชีพ คือ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลานิลเป็นปลาเขตร้อนที่เลี้ยงง่ายและเจริญเติบโตรวดเร็ว ปลานิลจึงกลายเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในหลายประเทศโดยเฉพาะในประเทศไทย แต่เนื่องจากราคาปลานิลที่ขายตามท้องตลาดมีราคาถูก ดังนั้นจึงต้องคำนึงอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาและความต้องการสารอาหารของปลานิล อาหารปลาต้องให้โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และแร่ธาตุ ต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี แต่ถ้าคาร์โบไฮเดรตที่ปลาได้รับไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ปลาสามารถดึงส่วนของโปรตีนมาใช้เป็นพลังงานได้ และด้วยสาเหตุนี้เองที่ทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตลดลง (วีระพงษ์, 2536) คาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนผสมในอาหารปลา ถือเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญและมีราคาถูก และปลาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที อีกทั้งส่งผลให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลายังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่าต้องเพิ่มในปริมาณเท่าใดจึงจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต วีระพงษ์ (2536) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลากินพืชสามารถเพิ่มได้ประมาณ 40-50% ปลากินทั้งพืชและเนื้อ 30-40% และปลากินเนื้อ 10-20% จะเห็นได้ว่าในอาหารของปลากินพืชสามารถเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารได้มากที่สุด เนื่องจากปลากินพืชมีเอนไซม์ย่อยคาร์โบไฮเดรตอยู่ในปริมาณที่มาก ปลาในเขตร้อนมีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตได้ดี ปลานิลจัดเป็นปลาในเขตร้อนและปลานิลสามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลสในท่อทางเดินอาหารได้ในปริมาณมาก (มานพและคณะ, 2536) จึงใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตได้ดี

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศและผลกระทบที่มีต่อกลิ่นและรสชาติในเนื้อปลานิล จากการทดลองใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเพื่อสะดวกต่อเกษตรกรในการนำไปใช้ประโยชน์

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่เคลือบในอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ
2. เพื่อศึกษาด้านกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลานิลแปลงเพศที่ได้รับชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่เคลือบในอาหารเม็ดสำเร็จรูป

## วิธีดำเนินการวิจัย

เตรียมการทดลองใช้กระชังทำด้วยเนื้อวอน PE ซองตา 1 ซม. ขนาด 1.0×3.0×1.5 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) ซึ่งในบ่อดินขนาด 1,000 ตร.ม. ด้วยเสาไม้ไผ่ให้กันกระชังอยู่เหนือพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. ใช้ตาข่ายมุ้งสีฟ้ากรู

โดยรอบกระชังส่วนที่อยู่ผิวน้ำ เพื่อป้องกันอาหารหลุดออกนอกกระชังและรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. เพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 120 ซม.ตลอดการทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง ใช้ลูกปลานิลแปลงเพศความยาวประมาณ 6 ซม. ซึ่งจากโรงเพาะฟักเอกชน โดยนำลูกปลามาพักในกระชังขนาด 3 ตร. ม. ก่อนสูมน้ำและชั่งน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลอง ด้วยความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารปลากินพืชสำเร็จรูปเป็นเวลา 7 วัน ก่อนเริ่มให้อาหารทดลอง อัตราอาหารที่ให้ตลอดการทดลอง คือ 5 % ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง (09.00 น. และ 16.00 น.) ปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 14 วัน

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ

วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 2×4 จำนวน 3 ซ้ำ ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 24 กระชัง ผลิตอาหารทดลองทั้งหมด 8 สูตร โดยให้อาหารเม็ดปลาสดสำเร็จรูปและปลากินพืชสำเร็จรูปเสริมคาร์โบไฮเดรต 3 ชนิด ในระดับ 20% ของน้ำหนักอาหาร (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** สูตรอาหารและการวางแผนการทดลองที่ 1

ชนิดของอาหาร	ปริมาณแบ่ง 20 %			
	ควบคุม	แป้งข้าวเจ้า	แป้งข้าวโพด	น้ำตาล
อาหารปลาดุก	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ
อาหารปลากินพืช	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ	3 ซ้ำ

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์ (%น้ำหนักแห้ง) ของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลแปลงเพศ การทดลองที่ 1

อาหารทดลอง	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
อาหารปลาดุก	5.02	5.04	33.38	6.05	4.03	46.51
อาหารปลาดุกคอลลูแป้งข้าวเจ้า	5.91	5.97	28.41	5.80	5.88	48.03
อาหารปลาดุกคอลลูแป้งข้าวโพด	5.94	5.38	28.68	5.74	5.75	48.51
อาหารปลาดุกคอลลูน้ำตาลทราย	5.76	5.32	30.24	5.75	5.55	47.38
อาหารปลากินพืช	6.15	5.44	24.31	4.48	5.05	53.57
อาหารปลากินพืชคอลลูแป้งข้าวเจ้า	6.75	5.86	17.32	4.53	5.63	58.91
อาหารปลากินพืชคอลลูแป้งข้าวโพด	6.85	5.92	17.53	4.73	5.68	58.29
อาหารปลากินพืชคอลลูน้ำตาลทราย	6.73	5.63	18.40	4.55	5.47	58.22

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกันเมื่อเสริมในอาหารปลานิลแปลงเพศ

วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 2×3 จำนวน 3 ซ้ำ ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 18 กระชัง ผลิตอาหารทดลองทั้งหมด 6 สูตร โดยให้อาหารเม็ดปลาดุกสำเร็จรูปและปลากินพืชสำเร็จรูปเสริมแป้งข้าวเจ้า 3 ระดับ คือ 20%, 25% และ 30 % (ตารางที่ 3)

การเตรียมอาหาร โดยคลุกเคล้าแบ่งหรือน้ำตาลให้เข้ากันดีกับอาหารสำเร็จรูปทั้ง 2 การทดลอง แล้วค่อยเติมน้ำกลั่นประมาณ 400 มล./กก. เพื่อให้แบ่งหรือน้ำตาลเคลือบเม็ดอาหาร แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชม. เพื่อให้มีความชื้นเหลืออยู่ประมาณ 10% บรรจุอาหารทดลองในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ตลอดช่วงเวลาของการทดลอง 120 วัน

**ตารางที่ 3** สูตรอาหารและการวางแผนการทดลองที่ 2

ชนิดของอาหารสำเร็จรูป	% คาร์โบไฮเดรต		
	20%	25%	30%
อาหารปลาดุก	3 ช้อน	3 ช้อน	3 ช้อน
อาหารปลากินพืช	3 ช้อน	3 ช้อน	3 ช้อน

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์ (%น้ำหนักแห้ง) ของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลแปลงเพศ การทดลองที่ 2

อาหารทดลอง	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
อาหารปลาดุกคลุกแบ่งข้าวเจ้า 20%	6.21	8.47	28.74	5.66	5.44	45.48
อาหารปลาดุกคลุกแบ่งข้าวเจ้า 25%	6.54	9.01	26.64	5.60	5.43	46.78
อาหารปลาดุกคลุกแบ่งข้าวเจ้า 30%	6.48	8.55	25.62	5.26	5.49	48.60
อาหารปลากินพืชคลุกแบ่งข้าวเจ้า 20%	6.77	6.93	17.64	4.44	6.03	58.19
อาหารปลากินพืชคลุกแบ่งข้าวเจ้า 25%	6.67	6.51	16.24	4.38	6.91	59.29
อาหารปลากินพืชคลุกแบ่งข้าวเจ้า 30%	6.49	6.69	15.67	4.25	6.74	60.16

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของลูกปลานิล โดยการชั่งน้ำหนักทุก 14 วัน ตลอดระยะเวลา 120 วัน ดังนี้

ก. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

= น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง

ข. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (%/วัน)

=  $(\ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}) \times 100$

จำนวนวันที่ทดลอง

ค. อัตรารอด (Survival) %

=  $(\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$

ง. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

=  $\text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน (ก.)} / \text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (ก.)}$

ตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 14 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ทั้งในและนอกกระชัง ได้แก่ อุณหภูมิ และ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59), Total ammonia

วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ส่วนค่า pH ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840)

การทดสอบด้านกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลา เก็บตัวอย่างปลาเพื่อทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส คือ สี กลิ่น ความอ่อนนุ่มของเนื้อ ระดับไขมันในเนื้อและรสชาติโดยรวม โดยใช้เครื่องไมโครเวฟ กำลังไฟ 850 w เป็นเวลา 2.5 นาที จากนั้นให้กลุ่มอาสาสมัครเริ่มทำการประเมินในแบบประเมินที่เตรียมไว้ มีระดับคะแนนตั้งแต่ 0- 10 คะแนน

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Tukey's Test และวิเคราะห์ข้อมูล Nonparametric Tests ด้วยวิธีของ Kruskal-Wallis Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ  $P < 0.05$  โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0 ในการทดลองแบบ factorial design หากพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test

### ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ

ผลของชนิดอาหารที่ต่างกัน พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารปลาดีสำเร็จรูปมีน้ำหนักสิ้นสุด, MWG และ SGR สูงกว่า แต่ FCR ต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารปลาดีสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) SVV มีค่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

ผลของแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกัน ในอาหารปลาดีสำเร็จรูป พบว่า แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักสิ้นสุด, MWG, SVV, SGR และ FCR ( $P > 0.05$ ) ส่วนปลาที่ได้รับอาหารปลาดีสำเร็จรูป พบว่าการเสริมแป้งข้าวโพดมีผลทำให้น้ำหนักสิ้นสุดและ MWG ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วน SVV, SGR และ FCR ไม่แตกต่างกัน

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของชนิดอาหารและแหล่งของคาร์โบไฮเดรต พบว่ามีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดอาหารและแหล่งของคาร์โบไฮเดรตต่อน้ำหนักสิ้นสุด, MWG และ SGR โดยปลาที่ได้รับอาหารปลาดีสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าและน้ำตาลทรายจะมีน้ำหนักสิ้นสุด, MWG และ SGR สูงกว่า ( $P < 0.05$ ) ปลาที่ได้รับอาหารปลาดีสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าและน้ำตาลทรายตามลำดับ แต่ SVV และ FCR ไม่มีผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของชนิดอาหารและแหล่งของคาร์โบไฮเดรตของอาหารปลาดีสำเร็จรูป และปลากินพืชสำเร็จรูป

การเสริมคาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 ชนิด ลงไปในอาหารปลาดีสำเร็จรูปมีต้นทุนไม่ต่างกัน แต่การเสริมแป้งข้าวโพดในอาหารปลาดีสำเร็จรูปทำให้ต้นทุนสูงกว่าอาหารปลาดีสำเร็จรูปที่ไม่เสริมคาร์โบไฮเดรต ส่วนการเสริมคาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 ชนิด ลงไปในอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป มีต้นทุนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศในกระชัง ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เสริมคาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 ชนิด โดยทำการทดสอบคุณภาพเนื้อ ด้าน สี กลิ่น ความอ่อนนุ่มของเนื้อปลา ปริมาณไขมันในเนื้อปลาและรสชาติโดยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ดังตารางที่ 6)

คุณภาพน้ำบริเวณกระชังเลี้ยงลูกปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมคาร์โบไฮเดรต จากแหล่งที่ต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.36-7.46, อุณหภูมิของน้ำ อยู่ในช่วง 27-28 องศาเซลเซียส, ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 3.73-9.99 มิลลิกรัม/ลิตร, แอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.41-0.55 มิลลิกรัม/ลิตร, ไนไตรท์ อยู่ในช่วง 0.08-0.20 มิลลิกรัม/ลิตร

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ

ชนิดของอาหารสำเร็จรูป	แหล่งของคาร์โบไฮเดรต	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโต (%)	อัตราการแลกเนื้อ (%)	ต้นทุน (บาท/กระชัง)
อาหารปลา	ไม่เสริม (33.38)	0.74±0.07	91.81±1.91 <sup>a</sup>	91.07±1.88 <sup>a</sup>	3.92±0.07 <sup>a</sup>	96.67±2.40	140.24±1.04 <sup>a</sup>
	แป้งข้าวเจ้า (28.41)	0.86±0.02	84.29±2.85 <sup>ab</sup>	83.43±2.86 <sup>ab</sup>	3.72±0.04 <sup>abc</sup>	98.00±1.15	157.44±3.24 <sup>ab</sup>
	แป้งข้าวโพด (28.68)	0.85±0.05	79.00±2.88 <sup>b</sup>	78.14±2.86 <sup>b</sup>	3.68±0.05 <sup>abc</sup>	100.00±0.00	160.16±50.0 <sup>b</sup>
	น้ำตาลทราย (30.24)	0.76±0.06	84.52±2.52 <sup>ab</sup>	83.76±2.48 <sup>ab</sup>	3.82±0.05 <sup>ab</sup>	98.67±1.33	153.73±5.12 <sup>ab</sup>
อาหารปลา	ไม่เสริม (24.31)	0.76±0.07	58.75±2.62 <sup>c</sup>	57.98±2.60 <sup>c</sup>	3.53±0.07 <sup>cd</sup>	98.67±1.33	86.16±4.58 <sup>c</sup>
	แป้งข้าวเจ้า (17.32)	0.89±0.05	55.86±1.26 <sup>c</sup>	54.97±1.21 <sup>c</sup>	3.37±0.03 <sup>d</sup>	96.67±0.67	89.42±2.09 <sup>c</sup>
	แป้งข้าวโพด (17.53)	0.78±0.04	61.27±1.63 <sup>c</sup>	60.49±1.64 <sup>c</sup>	3.54±0.04 <sup>bcd</sup>	88.00±5.29	97.80±1.93 <sup>c</sup>
	น้ำตาลทราย (18.40)	0.92±0.05	54.17±1.16 <sup>c</sup>	53.25±1.20 <sup>c</sup>	3.31±0.06 <sup>d</sup>	90.00±4.16	81.06±2.88 <sup>c</sup>
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
ชนิดของอาหาร		0.418	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000
แหล่งของคาร์โบไฮเดรต		0.204	0.058	0.051	0.029	0.393	0.171
ชนิดของอาหาร×แหล่งของคาร์โบไฮเดรต		0.300	0.016	0.015	0.044	0.064	0.095

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คำนวณราคาอาหารปลา 17 บาท/กก. อาหารปลา 12.5 บาท/กก. , คำนวณราคาแป้งข้าวเจ้า 16 บาท/กก. แป้งข้าวโพด 18 บาท/กก. น้ำตาลทราย 16 บาท/กก.

**ตารางที่ 6** การประเมินคุณภาพเนื้อ

ชนิดของ อาหารสำเร็จรูป	แหล่งของ คาร์โบไฮเดรต	สี	กลิ่น	ความอ่อน นุ่ม	ไขมันในเนื้อ	รสชาติ โดยรวม	
อาหารปลาตุก	ไม่เสริม	6.46 ±0.44	6.06±0.41	6.40 ±0.38	5.33 ±0.61	6.40 ±0.36	
	แป้งข้าวเจ้า	6.75 ±	6.81 ±	6.56 ± 0.32	5.37 ±	7.06 ± 0.23	
	แป้งข้าวโพด	0.35	0.38	6.43 ±0.47	0.58	6.43 ±0.40	
	น้ำตาลทราย	6.06 ±0.38	6.31 ±0.40	7.31±0.36	5.06 ±0.52	7.31 ±0.31	
อาหารปลากิน พืช	ไม่เสริม	6.20±0.52	6.66±0.4	6.53±0.70	6.33 ±0.58	7.06 ±0.40	
	แป้งข้าวเจ้า	7.00±0.50	7.31±0.48	7.50±0.43	6.06±0.54	7.62±0.38	
	แป้งข้าวโพด	6.87 ±0.52	7.06 ±0.45	7.18 ±0.44	6.25 ±0.54	7.37 ±0.75	
	น้ำตาลทราย	6.56 ±0.34	6.81 ±0.38	7.18 ±0.27	6.56± 0.43	7.25 ±0.28	
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
Kruskal-wallis-test		p>0.05	0.733	0.316	0.202	0.762	0.208

ผลการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกันเมื่อเสริมในอาหารปลานิลแปลงเพศ

ผลของชนิดอาหารที่แตกต่างกัน พบว่าอาหารปลาดุกสำเร็จรูป มีน้ำหนักสิ้นสุด, MWG, SGR สูงกว่า แต่ไม่แตกต่างกับอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อาหารปลาดุกสำเร็จรูปมีแนวโน้มของ น้ำหนักสิ้นสุด, MWG และ SGR สูงกว่าอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป เมื่อเสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับเดียวกัน อาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 25 % มีน้ำหนักสิ้นสุดและMWG สูงกว่า อาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 30 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับที่สูงถึง 30 % จะมี น้ำหนักสิ้นสุดและ MWG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับที่สูงถึง 30 % มีค่าน้ำหนักสิ้นสุด, MWG และ SGR แตกต่างกับอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 20 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

FCR ของปลาที่ได้รับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่ระดับแป้งข้าวเจ้า 30 % ทำให้ FCR มีค่าสูงสุด แตกต่างกับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่ระดับแป้งข้าวเจ้า 20 % และ 25 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 30 % ทำให้ FCR มีค่าสูงสุด แตกต่างกับอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 20 % แต่ไม่ต่างกับอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับ 25 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วน SVV ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของชนิดอาหารและระดับของคาร์โบไฮเดรต พบว่าไม่มีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดอาหารและแหล่งของคาร์โบไฮเดรตต่อ น้ำหนักที่สิ้นสุด, MWG, SGR, SVV, FCR (ดังตารางที่ 7)

การเพิ่มแป้งในอาหารปลาตุ๋นสำเร็จรูปและปลากินพืชสำเร็จรูปในระดับที่ต่างกันไม่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ต้นทุนค่าอาหารปลาตุ๋นสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าทุกระดับมีค่าสูงกว่าอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

การทดสอบด้านกลิ่นและรสชาติของปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับที่ต่างกัน ทั้งหมด 6 สูตร ทำการทดสอบคุณภาพเนื้อ ด้านสี, กลิ่น, ความอ่อนนุ่มของเนื้อปลา, ปริมาณไขมันในเนื้อปลาและรสชาติโดยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ดังตารางที่ 8)

**ตารางที่ 7** เปรียบเทียบระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกันเมื่อเสริมในอาหารปลานิลแปลงเพศ

ชนิดของอาหารสำเร็จรูป	ระดับของคาร์โบไฮเดรต	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโต	อัตราการรอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ	ต้นทุน (บาท/กระชัง)
อาหารปลาตุ๋น	แป้งข้าวเจ้า 20	12.55±0.11	46.81±1.56 <sup>a</sup>	34.26±1.53 <sup>a</sup>	1.03±0.02 <sup>a</sup>	83.33±1.92	2.22±0.10 <sup>a</sup>	94.80±3.64 <sup>a</sup>
อาหารปลาตุ๋น	แป้งข้าวเจ้า 25	12.38±0.24	44.69±0.59 <sup>a</sup>	32.30±0.76 <sup>a</sup>	1.00±0.02 <sup>ab</sup>	85.55±1.11	2.58±0.23 <sup>ab</sup>	90.16±0.97 <sup>a</sup>
อาหารปลาตุ๋น	แป้งข้าวเจ้า 30	12.55±0.11	40.16±0.10 <sup>bc</sup>	27.60±0.07 <sup>bc</sup>	0.91±0.00 <sup>bc</sup>	86.67±0.00	3.35±0.11 <sup>c</sup>	92.47±2.27 <sup>a</sup>
อาหารปลากินพืช	แป้งข้าวเจ้า 20	12.33±0.19	43.98±0.68 <sup>ab</sup>	31.65±0.70 <sup>ab</sup>	1.00±0.01 <sup>ab</sup>	86.66±1.92	2.07±0.19 <sup>a</sup>	68.31±0.34 <sup>b</sup>
อาหารปลากินพืช	แป้งข้าวเจ้า 25	12.39±0.14	40.16±0.53 <sup>bc</sup>	27.77±0.67 <sup>bc</sup>	0.92±0.01 <sup>bc</sup>	83.33±1.92	2.81±0.19 <sup>abc</sup>	64.32±2.06 <sup>b</sup>
อาหารปลากินพืช	แป้งข้าวเจ้า 30	12.11±0.11	36.43±0.72 <sup>c</sup>	24.32±0.83 <sup>c</sup>	0.86±0.02 <sup>c</sup>	84.44±2.93	3.25±0.35 <sup>bc</sup>	66.72±1.68 <sup>b</sup>
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)								
ชนิดของอาหาร		0.116	0.000	0.000	0.06	0.812	0.971	0.000
ระดับของคาร์โบไฮเดรต		0.789	0.000	0.000	0.000	0.840	0.001	0.160
ชนิดของอาหาร x ระดับของคาร์โบไฮเดรต		0.404	0.601	0.550	0.515	0.268	0.638	0.983

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณราคาอาหารปลาตุ๋น กิโลกรัมละ 17 บาท อาหารปลากินพืช กิโลกรัมละ 12.5 บาท, คำนวณราคาแป้งข้าวเจ้า 16บาท/กก.

คุณภาพน้ำบริเวณกระชังเลี้ยงปลานิลแปลงเพศที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมคาร์โบไฮเดรตในระดับที่ต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.33-7.45, อุณหภูมิของน้ำ อยู่ในช่วง 26.72-26.84 องศาเซลเซียส, ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่



ในช่วง 6.01-7.33 มิลลิกรัม/ลิตร, แอมโมเนีย อยู่ในช่วง 0.60-1.13 มิลลิกรัม/ลิตร, ไนไตรท์ อยู่ในช่วง 0.21-0.35 มิลลิกรัม/ลิตร

**ตารางที่ 8** การประเมินคุณภาพเนื้อปลา

ชนิดของ อาหารสำเร็จรูป	ระดับของ (%) แบ่งข้าวจ้าว	สี	กลิ่น	ความอ่อนนุ่ม	ไขมันในเนื้อ	รสชาติโดยรวม
อาหารปลาดุก	20	7.20±0.38	7.60±0.47	7.10±0.50	7.20±0.59	7.50±0.52
	25	7.50±0.60	7.20±0.48	7.40±0.61	7.40±0.80	7.40±0.70
	30	7.90±0.40	7.30±0.49	7.30±0.39	7.30±0.55	7.50±0.52
อาหารปลากินพืช	20	7.80±0.48	7.60±0.47	7.40±0.52	7.60±0.56	7.30±0.77
	25	7.50±0.45	7.50±0.52	7.50±0.34	7.20±0.69	7.10±0.62
	30	7.80±0.38	7.20±0.44	7.70±0.42	6.90±0.83	7.40±0.54
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)						
Kruskal-wallis-test P value		0.827	0.972	0.980	0.993	0.999

#### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 อาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่เสริมคาร์โบไฮเดรตมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป เพราะมีระดับโปรตีนสูงกว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิล คือ 25 % ขึ้นไปจึงทำให้การเจริญเติบโตของปลานิลไม่แตกต่างกัน (เวียง, 2540) และ Abdelghany (2000) รายงานว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับลูกปลานิลอยู่ในช่วง 30-40 % ปลาที่ได้รับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่เสริมแบ่งข้าวโพดมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า ปลาที่ได้รับอาหารปลาดุกสำเร็จรูปที่เสริมแบ่งข้าวจ้าวและน้ำตาลทราย อาจเกิดจากแบ่งข้าวโพดมีโมเลกุลของอะมิโนโลสอยู่ประมาณ 26 % แต่โมเลกุลอะมิโนโลสของแบ่งข้าวจ้าวมีอยู่ประมาณ 17-30 % ซึ่งสัตว์น้ำสามารถใช้ประโยชน์จากแบ่งข้าวจ้าวได้ดีกว่าแบ่งข้าวโพดเพราะโมเลกุลของแบ่งข้าวจ้าวมีความซับซ้อนน้อยกว่า (เวียง, 2540) สอดคล้องกับการทดลองของ Tung and Shiau (1991) กล่าวว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสม แบ่ง, dextrin และ glucose ในระดับ 44 % โดยให้อาหารแบ่งให้ 2 และ 6 มื้อ /วัน ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 8 สัปดาห์ พบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสม dextrin มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับอาหารผสมแบ่ง ส่วน glucose ทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะ dextrin มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าแบ่ง

ปลามีประสิทธิภาพการย่อยแบ่งและน้ำตาลแตกต่างกัน วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่า การย่อยแบ่งมีขบวนการซับซ้อนมากกว่า เพราะแบ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่ เมื่อถูกย่อยจะได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกลายเป็น glucose และ glucose จะถูกดูดซึมผ่านทางเดินอาหารเข้าไปอย่างช้า ๆ ส่วนน้ำตาลมีโมเลกุลขนาดเล็กสัตว์น้ำจึงสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ทำให้เกิดการดูดซึมอย่างรวดเร็วสอดคล้องกับ (Pieper and Pfeffer, 1980) อีกทั้งยังทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้น้ำตาลบางส่วนที่ยังไม่ได้ดูดซึมถูกขับออกทางปัสสาวะ จึงทำให้ปลาใช้ประโยชน์จากแบ่งได้ดีกว่าน้ำตาล สอดคล้องกับการทดลองของ Shiau และ Chuang

(1995) เมื่อปลานิลได้รับอาหารผสมคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งต่าง ๆ กัน คือ แป้ง, glucose, maltose, sucrose และ lactose พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมแป้ง มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า รองลงมาคือ maltose, sucrose, lactose และ glucose ตามลำดับ และสอดคล้องกับการทดลองของ Shiau และ Lin (1993), Shiau และ Chen (1993) รายงานว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารผสมแป้งมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสม glucose

เมื่อมีการเสริมคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปทำให้ FCR ดีขึ้น คาดว่าเป็นเพราะได้รับพลังงานจากแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เสริมในอาหาร Erfanullah and Jafri (1995) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลาที่สกัดทำให้ค่า FCR ของปลาที่สกัดมีแนวโน้มดีขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Likimani and Wilson (1982) กล่าวว่าปลากดหลวงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และ แป้ง มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีแป้งแต่มีพลังงานเท่ากันจากโปรตีนและไขมัน

การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าในอาหารสำเร็จรูปมีขีดจำกัด (การทดลองที่ 2) เพราะอาหารปลาดุกสำเร็จรูปมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 47 % ส่วนอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปมีคาร์โบไฮเดรต 54.5 % เมื่อเสริมแป้งข้าวเจ้าในอาหารปลาดุกสำเร็จรูปและปลากินพืชสำเร็จรูป สูงถึงระดับ 30 % จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 77 % และ 84.5 % ตามลำดับ จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลลดลง สำหรับปลาที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตในอาหารมากเกินไปความต้องการ จะทำให้ปลาย่อยคาร์โบไฮเดรตได้น้อยลงและปลาจะนำคาร์โบไฮเดรตส่วนเกินความต้องการ มาสะสมในตับอยู่ในรูปไกลโคเจน ซึ่งปลาอาจนำมาสลายเป็นพลังงานเมื่อขาดอาหารหรือเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมไว้ในเนื้อเยื่อของร่างกาย (วีรพงศ์, 2536) ดังนั้นการเพิ่มแป้งข้าวเจ้าในอาหารปลาดุกสำเร็จรูปและอาหารปลากินพืชสำเร็จรูปเพื่อใช้เลี้ยงปลานิลแปลงเพศ จึงไม่ควรใช้เกิน 25 %

สัตว์น้ำหลายชนิดที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำแต่พลังงานสูงจะกินอาหารลดลง เพราะได้รับพลังงานในปริมาณที่เพียงพอแล้ว ซึ่งอาจทำให้สัตว์น้ำได้รับโปรตีนไม่เพียงพอกับความต้องการ หรือไม่สามารกกินอาหารได้มากพอกับความต้องการของร่างกายเพราะขีดจำกัดด้านกายภาพ เช่น ความจุของกระเพาะอาหาร แม้ว่าสัตว์น้ำบางชนิดสามารถขยายขนาดของกระเพาะอาหารได้ แต่ก็ยังต้องใช้พลังงานที่มากขึ้นในการย่อยอาหารที่มีสารอาหารต่ำแต่มีปริมาณมากทำให้เหลือพลังงานไปสร้างการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นจึงควรเพิ่มระดับโปรตีนควบคู่ไปกับการเพิ่มระดับพลังงานเพื่อให้สัตว์น้ำได้รับสารอาหารอย่างพอเพียงแม้จะกินอาหารลดลงในการให้อาหารสัตว์น้ำ (McGoogan และ Gatlin III, 2000)

FCR ของลูกปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับแป้งข้าวเจ้าในอาหารปลาดุกสำเร็จรูปและอาหารปลากินพืชสำเร็จรูป เมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดต่ำลง ค่า FCR จะมีค่าสูงขึ้น เพราะค่า FCR เป็นตัวชี้ถึงคุณภาพอาหาร โดยอาหารที่มีโปรตีนต่ำ จะมีค่า FCR สูงกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง (เพ็ชรรัตน์และคณะ, 2545) อีกประการหนึ่งอาจมีผลมาจากการให้อาหารปลามากเกินไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลการทดลองที่ผิดพลาด เนื่องจากปลาได้รับสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ สอดคล้องกับ Webster และคณะ (2000) แนะนำว่า ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสูตรอาหารในการเลี้ยงปลา การให้อาหารมากเกินไปดีกว่าการให้อาหารที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลา ส่วนการที่มีการเติบโตต่ำนั้น อาจเป็นผลมาจากการใช้ลูกปลาขนาดเริ่มต้นใหญ่กว่าในการทดลองครั้งนี้ ทำให้การเจริญเติบโตจำเพาะของปลาต่ำลง

SW ของลูกปลานิลแปลงเพศ ไม่แตกต่างกัน เมื่อได้รับอาหารที่เสริมแหล่งของคาร์โบไฮเดรต 3 ชนิด และระดับของแป้งข้าวเจ้า 3 ระดับ สอดคล้องกับ Catacutan and Coloso (1997) รายงานว่าการเพิ่มคาร์โบไฮเดรต 15 % และ 20 % และไขมัน 6 %, 12 % และ 18 % ในปลากะพงขาว พบว่า คาร์โบไฮเดรตที่ระดับ 20 % และไขมัน

ในระดับ 12 และ 18 % สามารถทำให้น้ำหนักปลากระพงขาวเพิ่มขึ้นมากกว่าคาร์โบไฮเดรตที่ระดับ 15 % ที่ระดับไขมัน 6 % แต่อัตราการรอดตายมีค่าไม่แตกต่างกัน

เมื่อศึกษาต้นทุนค่าอาหารต่อกระชัง ในการทดลองที่ 1 เมื่อเสริมแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกัน 3 ชนิด ในอาหารปลาถูกสำเร็จรูปและปลากินพืช มีต้นทุนการผลิตต่อกระชังไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การเสริมแป้งข้าวโพดในอาหารปลาถูกสำเร็จรูปทำให้ต้นทุนสูงกว่าอาหารปลาถูกสำเร็จรูปที่ไม่เสริมคาร์โบไฮเดรต และการเพิ่มระดับแป้งข้าวเจ้าในอาหารปลาถูกสำเร็จรูปและปลากินพืชสำเร็จรูป ในการทดลองที่ 2 มีต้นทุนการผลิตไม่แตกต่างกัน แต่อาหารปลากินพืชสำเร็จรูปที่เสริมแป้งข้าวเจ้าที่ระดับ 25% ให้ผลผลิตที่สูง และมีต้นทุนต่ำสุดจึงเป็นแนวทางที่จะใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงปลาเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารและเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงอีกด้วย

การทดสอบกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลานิลเมื่อได้รับอาหารที่เสริมชนิดและระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันในด้านกลิ่นและรสชาติ ดังนั้นการเสริมคาร์โบไฮเดรตในระดับที่สูงขึ้นในอาหารเลี้ยงปลานิลไม่ส่งผลเสียต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลานิล

### สรุปผลการวิจัย

1. ปลานิลแปลงเพศมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตต่างชนิดกันได้ต่างกัน
2. การเสริมแป้งข้าวเจ้าในระดับที่ต่างกัน ในอาหารปลาถูกสำเร็จรูปและปลากินพืช มีขีดจำกัด ไม่ควรสูงกว่า 25 % เพราะจะมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลลดลง
3. การเสริมคาร์โบไฮเดรตในอาหารปลาถูกสำเร็จรูปและปลากินพืช ไม่ส่งผลกระทบต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลานิล

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติและสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้และบุคคลอื่นที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความเกื้อหนุน ทำให้การวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

### เอกสารอ้างอิง

- เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ทิพสุคนธ์ จงเจริญ และ อภินันท์ สุวรรณรักษ์. 2545. การอนุบาลปลานิลแปลงเพศ ด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน. รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 20 หน้า.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, ภานุ เทวรัตน์มณีกุล, บรรศรี จริโมภาส, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณวุฒิ, วีระ วัชรกร โยธิน และ วิมล จันทโรทัย. 2536. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิล. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 23 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรมประมง. 96 หน้า.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. กรุงเทพฯ. 215 หน้า.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2540. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 225 หน้า.

- Abdelghany, A.E. 2000. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry using formulated semi-purified diets. In K. Fitzsimmons and J.C. Filho (eds.) Tilapia Aquaculture in the 21<sup>st</sup> century. Proceedings from the fifth international symposium on tilapia aquaculture, 101-108, RJ, Brazil.
- Catacutan, M.R. and Coloso R.M. 1997. Growth of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*, fed varying carbohydrate and lipid levels. Aquaculture 149 :137-144.
- Erfanullah and A.K. Jafri. 1995. Protein-sparing effect of dietary carbohydrate in diets for Fingerling *Labeo rohita*. Aquaculture 136 : 331-339.
- Likimani. T.A. and R.P. Wilson. 1982. Effect of diet on lipogenic enzyme activities in channel catfish hepatic and adipose tissue. J. Nutr., 112 :112-117.
- McGoogan, B. and Gatlin, D.M. III. 2000. Dietary manipulation affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenop ocellatus*: II. Effects of energy level and nutrient density at various feeding rates. Aquaculture 182 : 271-285.
- Pieper, A. and Pfeffer, E. 1980. Studies on the comparative efficiency of utilization of gross energy From some carbohydrate, protein and fats by rainbow trout (*salmo gairdneri* R.). Aquaculture, 20 : 323-332.
- Shiau. S. Y. and Chen, M.J. 1993. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus*) as influenced by different chromium sources. J. Nutr., 123:1747-1753.
- Shiau. S. Y. and Chuang. J. C., 1995. Utilization of disaccharides by juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O.aureus*. Aquaculture, 133 : 249-256.
- Shiau. S. Y. and Lin, S.F. 1993. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrate in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O.aureus*. Aquaculture, 110:321-330.
- Tung. P. H. and Shiau. S. Y., 1991. Effect of meal frequency on growth performance of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O.aureus*, fed different carbohydrate diets. Aquaculture, 92 : 343-350.
- Webster, C.D., Thompson, K.R., Morgan, A.M., Grisby, E.J and Gannam, A.L., 2000. Use of hemseed meal, poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass (*Morone chrysops* x *M.saxatilis*). Aquaculture, 188, 299