ศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับต่าง ๆ

Study on the growth of sex reversed Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) with different levels of chitosan coated feeds

มนต์สรวง ยางทอง, แขวลี วิบูลย์กิจ, พิมาน เถาสมบัติ
สาขาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

บทคัดย่อ

ศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆ โดยทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.18 – 2.42 กรัม ด้วยอาหารสำเร็จรูป 7 สูตร โดยแต่ละสูตรจะมีความแตกต่างกันของระดับไคโตซานที่ใช้ในการเคลือบเม็ดอาหาร ดังนี้ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับ การทดลองทำในตู้กระจกซึ่งมีปริมาตรน้ำ 160 ลิตร ระยะเวลาทำการทดลอง 10 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระดับที่ทำให้ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ($p<0.05$) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ($p<0.05$) สูงที่สุด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ($p<0.05$) ต่ำที่สุด และพบว่าอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน อัตราการกินอาหารต่อวัน อัตราการรอดตาย การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ และดัชนีตับต่อตัว

Abstract

Study on the growth of sex reversed tilapia with different levels of chitosan coated feeds. Which were studied on sex reversed tilapia with the average weight of 2.18 – 2.42 g. by fed to seven groups which coated with chitosan at levels of 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 ml./kg. A 10 weeks period feeding trial was carried out in 160 litre aquaria. It was found that fish fed on feed that coated with 10 ml./kg. of chitosan had average weight ($p<0.05$), weight gain ($p<0.05$), protein utilization ($p<0.05$) were the highest and food conversion ratio ($p<0.05$) were lower the most, And feed which coated with chitosan at levels of 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 ml./kg. had no specific growth rate, feed conversion rate, survival rate, protein utilization and hepatosomatic index

บทนำ

ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลก พบว่าประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์เป็นผลผลิตจากทวีปเอเชีย (Choo and Williams, 2003) จึงส่งผลให้อุตสากรรมต่อเนื่องต่างๆ ตามมามากมายในทวีปนี้ ทำให้ปริมาณของเสียจากอุตสากรรมดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามลำดับ และสำหรับของเหลือใช้หรือของเสียของสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชี่ยน ที่ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภคนั้นก็คือ ไคโตซาน ไคโตซานเป็นสารประกอบแป้งน้ำตาล (polysacchatide) ที่มีไนโตรเจนประกอบอยู่ด้วย ไคโตซาน คืออนุพันธุ์ตัวหนึ่งของไคติน ซึ่งได้จากปฏิกิริยาดีอะซิทิเลชั่น (deacetylglation) คือการดึงเอาหมู่อะซิทิล (acetyl group) ออกไป เหลือแค่กลูโคซามิน (glucosamine) โดยทั่วไปแล้วไคตินไคโตซานมักพบอยู่ปนกัน โดยในธรรมชาติเราพบไคตินได้จากเปลือกหรือส่วนหุ้มตัวของสิ่งมีชีวิตในกลุ่ม arthropoda, annelida, mollusca, coelenterata และ fungi (Kroschwitz, 1990) ไคโตซานเป็นชีวโมเลกุลที่มีสีขาวไม่มีกลิ่น และย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Singh and Ray, 1994; Qurashi *et al*., 1992) ไคโตซานมีความเป็นพิษต่ำ ค่า LD_{50} ของไคโตซานจากทดลองด้วยหนูในห้อง ปฏิบัติกลาง มีค่าเท่ากับ 16 กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเกลือและน้ำตาล (Kroschwitz, 1990) ปัจจุบันมีการนำไคโตซานมาใช้อย่างกว้างขวาง และสำหรับในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก็เช่นกัน มีการนำไคโตซานมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์หลายประการ เช่น เพื่อการปรับปรุงคุณภาพและใช้เป็นสารตกตะกอนน้ำ (Bough, 1975; Hung and Han, 1977; Haung *et al*., 2000) เป็นสารสำหรับเสริมสร้างภูมิกันให้แก่สัตว์น้ำ (Onarheim, 1992; Anderson and Siwicki, 1994; Siwicki *et al*., 1994; Gannam and Schrock, 1999; Dautremepuits *et al*., 2004) ควบคุ้มการปลดปล่อยยาหรือการให้วัคซีนแก่สัตว์น้ำ (Polk *et al*., 1994) และใช้เป็นอาหารเสริม กระตุ้นการกินอาหารของสัตว์น้ำ โดยจากการศึกษาของปิยะบุตร, (2544) ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมต่อการเคลือบอาหารกุ้งกุลาดำคือ 20 ซีซีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งได้มากขึ้น แต่สำหรับในปลายังไม่มีรายงาน ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น จึงทำการศึกษาผลของการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมอุปกรณ์ทดลอง ใช้ตู้กระจกขนาด 91 x 46 x 46 เซนติเมตร ความจุน้ำ 192 ลิตร (หน่วยทดลอง) ทำความสะอาด และติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศ แล้วเติมน้ำประปาที่ปราศจากคลอรีนให้ได้ปริมาตร 160 ลิตร ปิดตู้ด้วยผ้าพลาสติกสีทึบ 3 ด้านเพื่อป้องกันการถูกรบกวนขณะทำการทดลอง

2.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง นำลูกปลานิลจำนวน 2,000 ตัว จากศูนย์วิจัยและทดสอบสัตว์น้ำจังหวัดชุมพร กรมประมงมาอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสกลม ขนาดความจุ 2 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ลูกปลาปรับสภาพให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการวิจัย โดยฝึกหัดให้กินอาหารทดลอง (อาหารสูตร 1) วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.30 น. และ 16.30 น. สังเกตพฤติกรรมการยอมรับอาหาร ก่อนเริ่มการทดลองนำลูกปลาไปตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรียและปรสิตภายนอก ลูกปลาที่ใช้ทดลองต้องมีสุขภาพดี ไม่มีโรคใดๆ ทำการสุ่มปลาใส่ตู้ทดลอง ปริมาตรน้ำ 160 ลิตร จำนวน 20 ตัวต่อตู้ ปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของตู้และอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน หลังจากปลาคุ้นเคยกับสภาพตู้และอาหารทดลองแล้ว ทำการชั่งหาน้ำหนักเริ่มต้นของปลา ชั่งโดยวิธีการแทนที่

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง อาหารทดลองมีทั้งหมด 7 ชุดการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบดังนี้ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด แป้งข้าวเจ้า น้ำมันผสม วิตามินผสม แร่ธาตุผสมยกเว้นฟอสฟอรัส และอาหารทั้ง 7 ชุดการทดลองมีการเสริมด้วยเอ็นไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และมีการเคลือบเม็ดอาหารด้วยไคโตซานที่มีค่า degree of deacetylation (DD) 80 $\pm$ 2 เปอร์เซนต์ โดยระดับไคโตซานที่ใช้คือ 0, 5, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม คำนวณสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีน ไขมันและระดับพลังงานเท่ากันทุกชุดการทดลอง คือมีโปรตีน 34 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 9 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ย่อยได้ 3,900 กิโลคาลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ ซึ่งประยุกต์มาจากค่าที่ใช้ในปลานิลคือ 4.4 กิโลคาลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับโปรตีน 9.0 กิโลคาลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับไขมัน และ 3.7 กิโลคาลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับคาร์โบไฮเดรต (Stickney, 1979)

วิธีการเตรียมอาหารทดลองโดยนำอาหารผสมจากบริษัทไทยยูเนียนฟีดมิลล์ จำกัด ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบดังนี้ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด แป้งข้าวเจ้า หลังจากนั้นนำอาหารผสมดังกล่าวมาผสมกับ น้ำมัน วิตามินผสม แร่ธาตุผสม ยกเว้นฟอสฟอรัส มาผสมคลุกเคล้ากันแล้วนำมาอัดเม็ดเป็นอาหารสำเร็จรูป หลังจากนั้นเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (เนื่องจากในแร่ธาตุผสมไม่มีการเสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟต) โดยวิธีการฉีดพ่น หน่วยของไฟเตส คือ เอฟทียู (FTU) โดย 1 เอฟทียูหมายถึง การปลดปล่อยหรือย่อย 1 ไมโครโมลของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่อนาที จากโซเดียมไฟเตท (sodium phytate) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และพีเอช 5.5 (Soares and Hughes, 1995) ไฟเตสที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทบีเอเอสเอฟ (BASF) ประเทศเยอรมนี ซึ่งเป็นผลผลิตจากเชื้อรา *Aspergillus niger* มีชื่อทางการค้าว่านาทูฟอส (Natuphos 5,000 G) มีไฟเตสแอคติวิตี้ 5,000 เอฟทียูต่อกรัม ผึ่งอาหารให้แห้งและแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง อาหารสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม ไม่มีการเคลือบเม็ดอาหารด้วยไคโตซาน แต่ได้รับการฉีดพ่นเม็ดอาหารด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน (deionized water) 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนอาหารสูตรที่ 2- 7 มีการเคลือบเม็ดอาหารด้วยไคโตซานระดับต่างๆ คือ 5, 10, 15 20, 25 และ 30 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นำสารละลายไคโตซานในแต่ละสูตร มาละลายในน้ำที่ปราศจากไอออนให้ได้ปริมาตรรวม 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อให้อาหารทุกสูตรมีความชื้นใกล้เคียง

กัน ผึ่งอาหารให้แห้งแล้วบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (วุฒิพร และคณะ, 2540) และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว (โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้า) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตหาได้จากการคำนวณตามสูตร 100 - (ความชื้น+โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+เยื่อใย)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลองที่เคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆโดยการวิเคราะห์[1] (% บนฐานของวัตถุแห้ง)

สูตรที่	ไคโตซาน (ml./kg.)	ส่วนประกอบ (%)					
		ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
1	0	9.40±0.49	34.41±0.08	9.27±0.08	5.651±0.26	3.48±0.33	38.29±0.84
2	5	9.09±0.47	34.66±0.18	9.25±0.11	5.44±0.16	3.23±0.24	38.11±0.51
3	10	8.38±0.51	34.64±0.10	9.19±0.05	5.27±0.24	3.42±0.08	39.14±0.24
4	15	8.98±0.31	34.40±0.09	9.23±0.11	5.51±0.24	3.43±0.10	38.44±0.52
5	20	8.78±0.62	34.62±0.14	9.33±0.10	6.022±0.13	3.38±0.15	37.91±0.65
6	25	8.81±0.09	34.54±0.17	9.27±0.05	5.99±0.08	3.72±0.21	37.74±0.18
7	30	8.56±0.44	34.69±0.16	9.35±0.04	5.99±0.25	3.19±0.58	38.35±0.01

[1] ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 4 ซ้ำ)

2.4 แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CRD) โดยจัดให้แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ ทำการสุ่มโดยวิธีจับฉลาก โดยจับหน่วยทดลองทั้งหมด 28 หน่วย เมื่อเริ่มต้นการทดลองสุ่มปลาจากถังอนุบาลมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นเก็บปลาชุดดังกล่าวนี้ไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC(1990) ปล่อยปลาในตู้ทดลอง ตู้ละ 20 ตัว ใช้ลูกปลาทั้งหมด 560 ตัวโดยสุ่มปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 2.35 กรัมต่อตัว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าเวลา 8.30 น. และช่วงเย็นเวลา 16.30 น. โดยให้ปลากินอาหารจนอิ่ม บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง และตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการและเมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างปลาจากทุกชุดการทดลองการทดลองละ 8 ตัว นำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC(1990)จากนั้นนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER, protein efficiency ration) ตามวิธีการของ Zeitoun *et al*., (1973) การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ (ANPU, apparent net protein utilization) ตามวิธีของ Robinson and Wilson (1985) ทดลอง ได้แก่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจน (dissolved oxygen, DO) อุณหภูมิ ความเป็นด่าง (total alkalinity) ความกระด้าง (total hardness)

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Dancan, 1955)

3. ผลการทดลอง

3.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลานิล

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีเคลือบด้วยไคโตซานระดับ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไม่พบความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก ปลาทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรงและมีพฤติกรรมปกติ

3.2 การเจริญเติบโตและอัตรารอด

3.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตรตลอดระยะเวลาการทดลอง 10 สัปดาห์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยที่น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 6 ของแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำหนักของปลาเริ่มมีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 8 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 57.00 ± 3.10 - 46.34 ± 2.06 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 57.00 ± 3.10 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 15 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 52.11 ± 1.47 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0, 25, 20 และ 5 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอยู่ในช่วง 51.03 ± 3.64 - 47.42 ± 4.54 กรัม ส่วนปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด คือปลากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 46.34 ± 2.06 กรัม และในสัปดาห์ที่ 10 น้ำหนักของปลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 69.52 ± 1.97 – 59.86 ± 5.19 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 10 และ 15 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 69.52 ± 1.97 และ 65.25 ± 2.62 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0,25 และ 20 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอยู่ในช่วง 63.90 ± 3.20 - 63.19 ± 5.32 กรัม ส่วนปลาที่มีน้ำหนัก

เฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด คือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 5 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 59.86 ± 5.19 และ 59.73 ± 3.05 กรัม

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของปลานิลที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานในระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์[1] (หน่วยเป็นกรัม)

สูตร	ไคโตซาน	ระยะเวลา (สัปดาห์ที่)					
ที่	(ml./kg.)	0	2	4	6	8	10
1	0	2.37±0.26[a]	8.53±1.07[a]	20.77±2.04[a]	36.50±3.25[a]	51.03±3.64[ab]	63.90±3.20[ab]
2	5	2.23±0.24[a]	8.46±0.79[a]	20.910±2.01[a]	36.45±2.51[a]	47.42±4.54[ab]	59.86±5.19[a]
3	10	2.42±0.35[a]	9.14±1.31[a]	22.36±3.20[a]	39.75±4.72[a]	57.00±3.10[c]	69.52±1.97[b]
4	15	2.21±0.34[a]	7.99±1.17[a]	20.55±3.35[a]	38.88±7.83[a]	52.11±1.47[bc]	65.25±2.62[b]
5	20	2.42±0.31[a]	8.98±0.24[a]	20.96±2.85[a]	37.16±3.78[a]	48.85±3.74[ab]	63.19±5.32[ab]
6	25	2.20±0.14[a]	7.98±0.42[a]	19.54±1.57[a]	36.28±2.90[a]	50.32±4.34[ab]	63.26±4.86[ab]
7	30	2.18±0.22[a]	8.01±0.74[a]	20.58±1.82[a]	36.96±2.87[a]	46.34±2.06[a]	59.73±3.05[a]

[1] ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 4 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p>0.05)

3.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตาย

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลานิลที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตรเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 3 พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.96 ± 0.03 – 0.82 ± 0.05 กรัม ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงที่สุดคือ 0.96 ± 0.03 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเคลือบด้วยไคโตซาน 15, 20, 25 และ 0 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันอยู่ในช่วง 0.90 ± 0.04 – 0.85 ± 0.05 กรัม ส่วนปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันต่ำที่สุด ได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารทีปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 5 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม คือ 0.82 ± 0.07กรัม

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (ตารางที่ 3) ที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.85 ± 0.24 – 4.66 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์

อัตราการกินอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) โดยอัตราการกินอาหารมีค่าอยู่ในช่วง 3.75 ± 0.32 – 5.19 ± 1.16 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน

อัตรารอดตายของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) โดยอยู่ในช่วง 70.00 ± 35.59 - 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตายของปลานิล ที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซาน ระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์[1]

สูตรที่	ไคโตซาน (ml./kg.)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (g. ต่อตัวต่อวัน)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(% ต่อวัน)	อัตราการกินอาหาร (% ต่อตัวต่อวัน)	อัตราการรอดตาย (%)
1	0	0.85±0.05 [ab]	4.71±0.18 [a]	3.75±0.32 [a]	96.25±4.79 [a]
2	5	0.82±0.07 [a]	4.70±0.22 [a]	4.78±1.43 [a]	73.75±46.08 [a]
3	10	0.96±0.03 [b]	4.81±025 [a]	3.82±0.32 [a]	85.00±16.83 [a]
4	15	0.90±0.04 [ab]	4.85±0.24 [a]	3.94±0.38 [a]	90.00±16.83 [a]
5	20	0.87±0.08 [ab]	4.66±0.30 [a]	5.19±1.16 [a]	73.75±42.70 [a]
6	25	0.87±0.07 [ab]	4.80±0.17 [a]	3.87±0.33 [a]	100 [a]
7	30	0.82±0.05 [a]	4.73±0.20 [a]	5.02±1.32 [a]	70.00±35.59 [a]

[1] ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 4 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p>0.05)

3.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ

การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร แสดงในตารางที่ 4 พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) มีค่าอยู่ในช่วง 1.64 ± 0.16 – 1.32 ± 0.05 ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเคลือบด้วยไคโตซาน 10 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดคือ 1.32 ± 0.05 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0, 15 และ 25 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ในช่วง 1.45 ± 0.13 - 1.39 ± 0.11 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 5 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคือ 1.47 ± 0.08 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 30 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคือ 1.54 ± 0.13 ส่วนปลาที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ดีที่สุด คือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการแคลือบด้วยไคโตซาน 20 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1

กิโลกรัม โดยมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคือ 1.64 ± 0.16 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ระหว่างชุดการทดลองโดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.19 ± 0.08 - 1.78 ± 0.18 ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเคลือบด้วยไคโตซาน 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงสุดคือ 2.19 ± 0.08 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0 และ 15 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนคือ 2.10 ± 0.17 และ 2.09 ± 0.15 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 25 และ 5 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนคือ 2.00 ± 0.18 และ 1.99 ± 0.16 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 30 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนคือ 1.88 ± 0.17 ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเคลือบด้วยไคโตซาน 20 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนคือ 1.78 ± 0.18 การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิพบว่ามีไม่ความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ระหว่างชุดการทดลองโดยมีค่าอยู่ในช่วง 42.96± 1.64 - 35.24 ± 3.47

ตารางที่ 4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ และดัชนีตับต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์[1]

สูตรที่	ไคโตซาน (ml./kg.)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ	ดัชนีตับต่อตัว (%)
1	0	1.39±0.11^{ab}	2.10±0.17^{bc}	40.99±3.33^{a}	1.26±0.58^{a}
2	5	1.47±0.08^{abc}	1.99±0.16^{abc}	38.22±2.26^{a}	1.69±0.22^{a}
3	10	1.32±0.05^{a}	2.19±0.08^{c}	42.96±1.64^{a}	1.80±0.49^{a}
4	15	1.40±0.10^{ab}	2.09±0.15^{bc}	41.65±2.98^{a}	1.43±0.56^{a}
5	20	1.64±0.16^{c}	1.78±0.18^{a}	35.24±3.47^{a}	1.53±0.71^{a}
6	25	1.45±0.13^{ab}	2.00±0.18^{abc}	38.01±3.53^{a}	1.69±0.44^{a}
7	30	1.54±0.13^{bc}	1.88±0.16^{ab}	36.45±3.02^{a}	1.64±0.54^{a}

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 4 ซ้ำ

3.4 ดัชนีตับต่อตัว

ค่าดัชนีตับต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆ มีค่าดัชนีตับต่อตัวของปลาอยู่ในช่วง 1.80 ± 0.49 - 1.26 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ตารางที่ 4

4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซานในระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระดับที่ส่งผลให้ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนอยู่ในระดับที่สูงที่สุด โดยค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 10 และ 15 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าสูงที่สุด แต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซานและปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 20 และ 25 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นพบว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดแต่ก็ไม่มีความต่างทางสถิติกับปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซานและปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 15, 20 และ 25 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนพบว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด แต่ก็ไม่มีความต่างทางสถิติกับปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซานและปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 5,15 และ 25 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และสำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อพบว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบด้วยไคโตซานในระดับ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างปลาในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซาน และได้รับการเคลือบเม็ดอาหารสำเร็จรูปด้วยไคโตซานในระดับ 5,15 และ 25 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมก็ตาม และถึงแม้ว่าการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิและดัชนีตับต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็พบว่าปลานิลที่ได้รับการเคลือบเม็ดอาหารด้วยไคโตซาน 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิและดัชนีตับต่อตัวสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen *et al*. (2006 a, b) รายงานว่าการเสริมไคโตซานในระดับ 0.5 - 0.75 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลาคาร์พ (Silver Crucian Carp) เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต การเสริมไคโตซานในอาหาร 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ปลามีน้ำหนักดีกว่าปลาที่ไม่ได้รับไคโตซานถึง 33.90 เปอร์เซ็นต์ การเสริมด้วยไคโตซานไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดตายของปลา และการเสริมด้วยไคโตซาน 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ภูมิต้านทานเพิ่มขึ้น โดยการเสริมด้วยไคโตซาน 0.5 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด ผลการทดลองครั้งนี้

ต่างจากการศึกษาของ Shiau and Yu, (1998, 1999) รายงานว่าการเสริมไคโตซานในอาหารปลานิล และอาหารกุ้งกุลาดำ จะส่งผลให้มีการเจริญเติบโตลดลง โดยน่าจะมีสาเหตุมาจากปริมาณของไคโตซานที่ใช้เสริมในอาหารมากกว่าคือ 2, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าไคโตซานในระดับดังกล่าวจะลดการเจริญเติบของปลานิล เนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติในการสลายไขมัน (Hennen, 1996) ทำให้ปลามีการสะสมไขมันและโปรตีนในร่างกายลดลง จึงส่งผลให้มีน้ำหนักลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการเพิ่มระดับของไคโตซานในการเคลือบเม็ดอาหาร ส่งผลให้การเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลง การเสริมไคโตซานในระดับที่เพิ่มขึ้นไม่ได้หมายความถึงการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเสริมไคโตซานในอาหารสัตว์น้ำเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตนั้นจึงต้องมีความระมัดระวัง

เอกสารอ้างอิง

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544. การใช้ไคตินไคโตซานเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำ. สาระความรู้ชมรมไคติน-ไคโต ซาน.ปีที่3. ฉบับที่ 8.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, วิมล จันทรโรทัย, นรินทร์ สงสีจันทร์ และนพพร มานะจิตต์. 2540. ระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมต่อปลากดเหลืองขนาดปลานิ้ว. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 19: 327-335.

Anderson, D.P., and Siwicki, A.K. 1994. Duration of protection against *Aeromonas salmonicida* in broot trout immunostimulsted with glucan or chitosan by injection or immersion. Prog. Fish-Cult. 56, 258-261.

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Washington, DC: AOAC.

Bough, W.A. 1975. Coagulation with chitosan an aid to recovery of the by products from egg breaking wastes. Poultry Sci. 54: 1907-1912

Choo, P.S. and Williams, M.J. 2003. Fisheries production in Asia: Its role in food security and nutrition. NAGA. WorldFish Center Quarterly 26(2): 11- 16.

Chen, Y., Zhou, H.Q., Leng, X.J. and Zhong, H.Q., 2006a. Effect of chitosan on growth and enzyme in allogynogenetic silver crucian carp. Journal of Fishery Science of China. 13(3): 440-445.

Chen, Y.B, Hua, X.M., Zhong, H.Q., Shen, S.L., Xu, Z. Zhang, X.R and Lu, H.B., 2006b. Effect of chitosan on growth and resistance to infection of areomonas hydrophila of allogynogenetic silver crucian carp. Journal of Fishery Science of China.15(2): 243-246.

Dautremepuits, C., Betoulle,S. Paris-Palacios, S. and Vernet, G., 2004. Immunology-related perturbations induced by copper and chitosan in carp (*Cyprinus carpio* L.). Archives of Environmental Contamination and Toxicology.47(3):370-378.

Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics 11: 1-42.

Gannam, A.,and Schrock, R. M., 1999. Immunostimulants in fish deits. Journal of Applied Aquaculture. 9(4): 53- 89.

Haung, C., Chen, S., and Pan, J.R., 2000. Optimal condition for modification of chitosan: a biopolymer for coagulation of colloidal particles. Water. Res. 34(3) : 1057-1062.

Hennen, W.J., 1996. Chitosan. Woodland Publishing. Inc. USA. 30.

Hung, T.C. and Han, S.L.M., 1977. Chitin, Chitosan and shellfish-shell powers as adsorbents for heavy metal ions from aqueous solutions. Oceanographica Taiwanica. Science Reports of the National Taiwan University. 7 : 5-63.

Kroschwitz, J.I. 1990. Concise encyclopedia of polymer science and engineering. John Wiley&Sons, America. 1341 p.

Lovell, R.T. 1981. Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Alabama, USA

Onarheim, A.M. 1992. Now a yeast extract to fortify fish. Fish Farmer, 15: 45.

Polk, A., Amsden. B., Scarrtt, D., Gonzal, A., Oknamafe, O., Goosen, M., 1994.Oral delivery in aquaclture: controlled release of proteins from chitosan-alginate microcapsules. Aqucult. Eng. 13, 311-323.

Qurashi, M.T., Blair, H.S. and Allen. 1992. Studies on modification chitosan membrane II. Dialysis of low molecular weight metabolites. J. of Appl. Poly. Sci. 46 : 263-269.

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.

Shiau, S.Y. and Yu, Y.P. 1998. Chitin but not Chitosan Supplementation Enhances Growth of Grass Shrimp, *Penaeus monodon* . The Journal of Nutrition. 128 (5): 908-912.

Shiau, S.Y. and Yu, Y.P. 1999. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* XO. *Aureus*. Aquaculture 179 : 439-446.

Singh, D.K. and Ray, A.R. 1994. Graft copolymerization of 2-hydroxyethylmethacrylate onto chitosan films and their blood compatibility. J. of Appl. Poly. Sci. 53 : 1115-1121.

Siwick, A.K., Anderson, D.P., Rumsey, G.L., 1994. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout effects nonspecific immunity and protection against furunculosis. Vet. Immunol. Immunopathol. 41, 125-139.

Soares, J.H. Jr. and Hughes, K.P. 1995. Efficacy of phytase on phosphorus utilization. *In.* Proceedings of the 1995 Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers. March 23-24. pp.76-79.

Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. New York: John Wiley&Sons.

Zeitoun, 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.