ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)
Nitrogen and phosphorus in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste

ชื่อนักศึกษา นางสาวศิริหทัย สาเกทอง
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 6 เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20514

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

Nitrogen and phosphorus in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste

T099238

โดย

นางสาวศิริหทัย สาเกทอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2547

ปก.
ศ494ป
2547

99238

วัน.เดือน.ปี

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

Nitrogen and phosphorus in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste

การศึกษาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายปลานิลขนาดต่างๆ โดยเลี้ยงปลานิลขนาด 5 , 10 และ 20 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส ประมาณ 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ปลานิลขนาด 30 , 40 และ 50 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส ประมาณ 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปลานิลขนาด 100 , 150 และ 250 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส ประมาณ 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ พบว่า โปรตีนในมูลปลานิลขนาด 5-20 กรัม และ 30-50 กรัม มีปริมาณโปรตีนลดลง โดยมีโปรตีนเฉลี่ย 6.08 ± 0.15 ถึง 8.88 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และ 7.28 ± 0.14 ถึง 8.29 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนโปรตีนในมูลปลานิลขนาด 100-250 กรัม มีปริมาณโปรตีนคงที่ โดยมีโปรตีนเฉลี่ย 6.22 ± 0.01 ถึง 7.01 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 5-20 กรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสลดลง โดยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 1.24 ± 0.03 ถึง 1.70 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 30-50 และ 100-250 กรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้น โดยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 1.12 ± 0.04 ถึง 1.33 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ และ 0.48 ± 0.03 ถึง 0.97 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ได้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา หาแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์เครื่องใช้ในการทดลอง และช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการตลอดงานทดลอง

ขอขอบคุณ คุณภาคินัย ดิเรกโรจน์วุฒิ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่องตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดการทดลอง

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บุพการีทั้งสองท่าน ซึ่งคอยเป็นกำลังสำคัญทั้งแรงกาย แรงใจ และ กำลังทรัพย์ตลอดเวลาที่ผ่านมา

นางสาวศิริหทัย สาเกทอง

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์	12
สรุปและข้อเสนอแนะ	17
เอกสารอ้างอิง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 5 ,10 และ 20 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์	14
2	ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 30 ,40 และ 50 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์	14
3	ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 100,150 และ 250 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์	12
2	ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์	12
3	ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์	13
4	ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาดต่างๆ	13
5	ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์	15
6	ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 1.1 เปอร์เซ็นต์	15
7	ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์	16
8	ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาดต่างๆ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นการช่วยธรรมชาติผลิตอาหารโปรตีนตามความต้องการของมนุษย์และนับวันจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงจำเป็นต้องอาศัยอาหารสมทบเป็นหลัก แต่เนื่องจากการให้อาหารสัตว์น้ำมีความยุ่งยากเพราะมีข้อจำกัดแตกต่างจากการให้อาหารสัตว์บกอยู่หลายประการ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์น้ำกระทำได้ยาก รวมทั้งความไม่สะดวกในการเก็บรวบรวมเศษอาหารที่เหลือและสิ่งขับถ่าย ซึ่งอาหารสัตว์น้ำและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้น้ำเน่าเสีย และเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากผู้เลี้ยงต้องการเพิ่มผลผลิตทำให้ต้องให้อาหารมากเกินความต้องการของสัตว์น้ำ จึงทำให้อาหารเหลือและส่งผลทำให้น้ำเกิดการเน่าเสีย โดยที่ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสจะส่งผลกระทบต่อระบบการเพาะเลี้ยง ดังนั้นการศึกษาปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสที่สัตว์น้ำขับออกมาหลังจากได้กินอาหาร เพื่อทราบถึงปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสที่สัตว์น้ำขับออกมา ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรื่องอาหารและระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิล
2. เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

คำว่า "อาหาร" ตามความหมายทางโภชนาการ คือ สิ่งที่สัตว์น้ำกินแล้วเกิดประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ส่วนคำว่า "โภชนาการ" เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการกินอาหารและการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมีของอาหารและสารอาหารในร่างกายรวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของร่างกาย อันเกิดจากการใช้สารอาหารเพื่อหล่อเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อ และเพื่อควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆตลอดจนการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย อาหารที่ให้สัตว์น้ำกิน แยกออกเป็นส่วนที่สัตว์กินได้และกินไม่ได้ ส่วนที่กินได้และย่อยได้ผ่านกระบวนการใช้ประโยชน์ภายในร่างกายของสัตว์น้ำ และของเสียที่เกิดขึ้นถูกขับถ่ายออดจากร่างกายเป็นแอมโมเนีย กรดยูริก ยูเรียและสารอื่น ซึ่งต่อไปจะถูกย่อยสลายกลายเป็นแอมโมเนียในที่สุด ส่วนที่กินได้แต่ย่อยไม่ได้จะถูกขับถ่ายออกเป็นมูลแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลายกลายเป็นแอมโมเนีย อาหารส่วนที่สัตว์น้ำกินไม่ได้จะถูกย่อยสลายในน้ำและในที่สุดกลายเป็นแอมโมเนียเช่นเดียวกัน (เวียง ,2542) ปริมาณแอมโมเนียและกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากการให้อาหารขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารและปริมาณอาหารที่ให้ การให้อาหารที่มีคุณภาพดีโดยเฉพาะเป็นอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพและย่อยง่าย รวมทั้งให้ในปริมาณพอเหมาะ จะทำให้เกิดแอมโมเนียและตะกอนน้อยกว่าการให้อาหารที่มีคุณภาพไม่ดี การให้อาหารที่มีคุณภาพต่ำในปริมาณมากเกินไปยิ่งจะทำให้เกิดแอมโมเนียและตะกอนมากยิ่งขึ้นแล้วส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำยิ่งเหลือน้อยลง Webb and Gatlin (2003) พบว่าปลา red drum ที่ได้รับโปรตีนจากอาหารระดับ 35 เปอร์เซ็นต์ จะขับแอมโมเนียออกมาน้อยกว่าปลาที่ได้รับโปรตีนระดับ 45 เปอร์เซ็นต์

การให้อาหาร

การให้อาหารสัตว์น้ำ นอกจากจะต้องเข้าใจหลักการและวิธีการทั่วไปเช่นเดียวกับการให้อาหารสัตว์บกแล้วยังจะต้องเข้าใจด้วยว่าสภาพแวดล้อมที่สัตว์น้ำอาศัยแตกต่างจากสัตว์บกและความแตกต่างนี่เองเป็นสาเหตุที่ทำให้การให้อาหารสัตว์น้ำยุ่งยากมากขึ้น การที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งวิรัช (2544) กล่าวว่า น้ำมีคุณสมบัติในการเป็นตัวทำละลายที่ดี ทำให้อาหารสูญเสียสารอาหารก่อนที่สัตว์น้ำจะกินและไม่สะดวกในการเก็บเศษอาหารที่เหลือรวมทั้งสิ่งขับถ่าย การย่อยสลายเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายที่สะสมคั่งค้างโดยจุลินทรีย์ในน้ำทำให้คุณภาพของน้ำเลวลงและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยงตลอดจนสิ่งแวดล้อมภายนอกเมื่อน้ำถูกระบายถ่ายเทลงสู่แหล่งธรรมชาติ นอกจากนั้นการศึกษาหรือการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์น้ำ เช่นหลังจากให้อาหารแล้ว สัตว์น้ำกินอาหารหรือไม่ กินอย่างไร และกินมากน้อยเพียงใด รวมทั้งอาการที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงออกเพื่อบอกให้รู้ถึงความหิวและความอิ่มกระทำได้ยากกว่าสัตว์บก ด้วยเหตุนี้การให้อาหารที่ดีจึงต้องเกิดจากหลักการและวิธีการที่เหมาะสม เมื่อนำไปปฏิบัติแล้วทำให้สัตว์น้ำกินอาหารได้กินได้มากใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีและมีเศษเหลือน้อย สุดท้ายส่งผลให้สัตว์น้ำโตเร็วและได้ผลผลิตสูง หลักการที่สำคัญและควรทราบในการให้อาหารสัตว์น้ำ คือ หลักการเกี่ยวกับปริมาณอาหารที่ควรให้สัตว์น้ำกินต่อวัน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหารและจำนวนครั้งที่ควรให้อาหารในรอบวัน

1. อัตราการให้อาหาร

ปริมาณอาหารที่ให้สัตว์น้ำกินแต่ละวันควรเท่ากับปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำสามารถกินได้ต่อวัน ปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำกินหรือที่เรียกว่าอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำ ซึ่งอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่สำคัญคือคุณภาพน้ำโดยเฉพาะอุณหภูมิและออกซิเจน ขนาดและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำและระดับพลังงานในอาหาร สัตว์น้ำได้รับพลังงานจากอาหารและพยายามควบคุมปริมาณของพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันให้คงที่เพียงแค่ระดับที่ต้องการใช้เท่านั้น เพราะพลังงานส่วนที่เกินความต้องการจะถูกเก็บสะสมไว้ในร่างกายในรูปของคาร์โบไฮเดรตและไขมันซึ่งถ้าสะสมมากเกินไปจะเกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำเอง ดังนั้นเมื่อสัตว์น้ำกินอาหารจนได้รับพลังงานพอกับความต้องการแล้วจะหยุดกินอาหาร จึงถือกันว่าปริมาณพลังงานในอาหารเป็นตัวกำหนดปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำกิน นอกจากระดับพลังงานในอาหารและขนาดของสัตว์น้ำแล้ว อุณหภูมิของน้ำก็มีผลต่อปริมาณอาหารที่ควรให้สัตว์น้ำกิน เนื่องจากอุณภูมิเป็นตัวควบคุมอัตราการใช้ประโยชน์อาหารและกิจกรรมการเคลื่อนไหวซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงานจากอาหาร สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป มีกิจกรรมเคลื่อนไหวน้อย ไม่ต้องการพลังงานมากจึงกินอาหารน้อยตามไปด้วย อาหารที่เหลือจากการให้อาหารสัตว์น้ำมากเกินไปเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพน้ำเลวลงและในที่สุดจะส่งผลให้สัตว์น้ำกินอาหารน้อยลง

2. ช่วงเวลาในการให้อาหาร

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหารสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับออกซิเจนและอุณหภูมิน้ำ โดยสัตว์น้ำกินอาหารน้อยลงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิต่ำและมีอุณหภูมิสูงเกินไป โดยทั่วไปออกซิเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณน้อยที่สุดในตอนเช้ามืดและเริ่มเพิ่มปริมาณสูงขึ้นในตอนสายจนกระทั่งมีปริมาณสูงสุดในตอนบ่าย จากนั้นค่อยๆลดลงและกลับมาเหลือน้อยที่สุดในตอนเช้ามืดอีกหมุนเวียนเช่นนี้เป็นประจำทุกวัน เวียง (2542) กล่าวว่าสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยงกินอาหารดีเมื่อมีออกซิเจนเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจึงควรให้อาหารในตอนสายหรือตอนบ่าย ในตอนกลางคืนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่น้ำมีออกซิเจนน้อยไม่ควรให้อาหารเพราะนอกจากสัตว์น้ำจะกินอาหารไม่ดี ทำให้อาหารเหลือมากและเป็นสาเหตุทำให้น้ำมีออกซิเจนน้อยลงไปอีก สัตว์น้ำยังต้องเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจนในเวลาต่อมาเนื่องจากหลังการกินอาหารสัตว์น้ำต้องการออกซิเจนสูงกว่าปกติมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำก็ยังมีผลโดยตรงต่ออัตราการใช้ประโยชน์อาหาร และอัตราการกินอาหาร โดยที่อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาผันแปรในรอบวันในทำนองเดียวกับออกซิเจนในน้ำ จึงไม่นิยมให้อาหารในตอนเที่ยงวัน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวถึงแม้ว่าออกซิเจนจะมีปริมาณสูงแต่น้ำอาจร้อนเกินไปจนทำให้สัตว์น้ำกินอาหารน้อยลง ดังนั้นในช่วงหน้าร้อนควรให้อาหารตอนเช้าก่อนที่น้ำจะมีอุณหภูมิสูงเกินไป ในช่วงอากาศเย็นควรให้อาหารในตอนบ่ายเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงพอเหมาะ

3. ความถี่ในการให้อาหาร

ความถี่ในการให้อาหารจะสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับขนาดของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำขนาดเล็กซึ่งกำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจำเป็นต้องให้อาหารบ่อยครั้งเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการขาดอาหารซึ่งเป็นสาเหตุให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก และเมื่อสัตว์น้ำโตขึ้นควรลดจำนวนครั้งในการให้อาหารให้สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตที่กำลังลดต่ำลงซึ่งความถี่ในการให้อาหารนอกจากจะแตกต่างกันตามขนาดของสัตว์น้ำแล้ว ยังแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์น้ำด้วย เวียง (2542) กล่าวว่า สัตว์น้ำขนาดเล็กมีการให้อาหาร 4-8 ครั้งต่อวันและลดลงเหลือวันละ 1-3ครั้งต่อวันสำหรับสัตว์น้ำขนาดใหญ่ ซึ่งพูนศักดิ์ (2546) กล่าวว่าการอนุบาลลูกปลาช่อนขนาดเล็กถึงขนาดนิ้วมือให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และเมื่อโตกว่าขนาดนิ้วมือ ให้อาหาร 2 ครั้งต่อวันและในทีสุดให้เพียง 1 ครั้งต่อวัน ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกัน

ความถี่ในการให้อาหารจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยที่สุพจน์ และคณะ (2528) ได้ทดลองการให้อาหารปลากะพงขาวที่มีขนาด 4 นิ้ว โดยให้อาหารที่ความถี่ 2 ครั้งต่อวัน , 1 ครั้งต่อวัน และ 1 ครั้งต่อสองวัน พบว่าการให้อาหารที่ความถี่ 2 ครั้งต่อวันจะให้การเจริญเติบโตน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและผลผลิตสูงสุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะสนับสนุนผลการทดลองของ วิเชียร และ พรชัย (2535) ที่ได้ทดลองความถี่ของการให้อาหารกับปลากะพงขาว ที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 45.77 กรัม ความยาวเฉลี่ย 15.12 เซนติเมตร โดยให้อาหารที่ความถี่ 1 ครั้งต่อวัน , 1 ครั้งต่อสองวัน , วันละครั้งแบบ 2 วันเว้น 1 วัน และวันละครั้งแบบ 3 วันเว้น 1 วัน พบว่า การให้อาหารปลาวันละ 1 ครั้งทุกวันจะทำให้ปลามีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งจากการทดลองทั้งสองจะเห็นได้ว่า การให้อาหารปลาทุกๆวันจะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดีเนื่องจากว่าปลาจะได้รับปริมาณอาหารที่มากกว่าและสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพได้ดีกว่าการให้อาหารแบบมีการเว้นการให้อาหาร

โปรตีน

โปรตีน เป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจน นอกเหนือไปจาก คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ที่พบในคาร์โบไฮเดรต (ศรีสกุล และคณะ ,2546) โปรตีนเป็นโภชนะที่สัตว์น้ำต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเป็นอันดับหนึ่ง คือประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเพื่อใช้เป็นสารอาหารสำหรับร่างกายในการสร้าง เนื้อ หนัง อวัยวะต่างๆ เอนไซม์ ฮอร์โมน ภูมิคุ้มกัน และ สารพันธุกรรม (ภาสกร ,2542) Tibbetts et al. (2000) กล่าวว่าการเสริมโปรตีนในการให้อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการผลิตปลาและการผลิตของเสียในรูปไนโตรเจนที่ขับถ่ายลงในน้ำ

1. หน้าที่และแหล่งที่พบ

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทั้งสัตว์ พืชและจุลินทรีย์ โดยในสัตว์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบมากกว่าในสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น โปรตีนทำหน้าที่หลายอย่างในร่างกายที่สำคัญ เช่น เป็นองค์ประกอบของเซลล์ทุกชนิดในร่างกายของสัตว์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ กระดูก ฟัน เกล็ด ผิวหนัง และเลือด (เวียง ,2542) เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย

2. องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางโภชนาการ

โปรตีนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 50-55 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 6.5-7.5 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 21.5-23.5 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 15.5-18 เปอร์เซ็นต์ และธาตุอื่นๆอีก 0.5-2 เปอร์เซ็นต์ โมเลกุลของโปรตีนมีขนาดใหญ่ หน่วยย่อยสุดของโปรตีนมีขนาดของโมเลกุลเล็กที่สุดเรียกว่า กรดอะมิโน ซึ่งทุกชนิประกอบด้วยธาตุหลัก 4 ธาตุ คือคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาจมีธาตุอื่นๆ เช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัส ไอโอดีนและเหล็กอยู่ด้วย (เวียง ,2542) Tibbetts et al. (2000) ได้ทดลองความสามารถในการย่อยโปรตีนหยาบ (crude protein) และพลังงานของปลา American eel ระยะวัยรุ่นที่ระดับเปอร์เซ็นต์โปรตีน 39 ,43 ,47 และ 51 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาสามารถย่อยได้เหมือนกันโดยค่าเฉลี่ยความสามารถในการย่อยโปรตีนอยู่ที่ 90.7 ± 0.54 เปอร์เซ็นต์

ทางโภชนาการแบ่งกรดอะมิโนโดยใช้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ในร่างกายของสัตว์น้ำเป็นหลักได้เป็น 2 ประเภท คือ กรดอะมิโนชนิดจำเป็น และกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น กรดอะมิโนชนิดจำเป็น คือ กรดอะมิโนที่สัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ในร่างกายได้หรือสังเคราะห์ได้ในปริมาณจำกัด จึงจำเป็นต้องเติมในอาหารให้เพียงพอกับความต้องการ ส่วนกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น คือ กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต้องมีในอาหาร เพราะสัตว์น้ำสามารถสังเคราะห์ได้ (เวียง ,2542) กรดอะมิโนเป็นตัวกำหนดคุณภาพของโปรตีน โปรตีนที่มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นครบถ้วนในปริมาณที่มากพอเรียกว่า โปรตีนชนิดสมบูรณ์ (complete protein) หรือโปรตีนที่มีคุณภาพดีสำหรับสัตว์น้ำ ส่วนโปรตีนที่มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นไม่ครบทุกชนิด หรือครบแต่มีในปริมาณจำกัดจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพไม่ดี หรือเรียกว่าโปรตีนชนิดไม่สมบูรณ์ (incomplete protein)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความต้องการโปรตีนและปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการโปรตีนของปลา

ร่างกายของสัตว์ในวัยและภาวะที่ต่างกันต้องการโปรตีนในวันหนึ่งในปริมาณต่างกัน ความต้องการนี้จะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับหลักการที่ว่าโปรตีนที่สัตว์กินเมื่อผ่านกระบวนการย่อยและการดูดซึมแล้วก่อนอื่นจะถูกนำไปใช้บำรุงซ่อมแซมหรือแทนที่โปรตีนที่เสื่อมแล้วสลายตัวถูกขับถ่ายออกจากร่างกาย สำหรับสัตว์โตเต็มวัยปกติถ้ากินโปรตีนเพียงพอ ปริมาณโปรตีนที่ขับถ่ายออกจะเท่ากับปริมาณโปรตีนที่กินและนิยมเรียกว่าโปรตีนอยู่ในภาวะสมดุล (เวียง ,2542)

ภาสกร อ้างตาม วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่า ปลามีความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ แต่ในทางด้านอาหารปลาได้มีการศึกษาความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าความต้องการเพื่อการดำรงชีพ หรือการสืบพันธุ์ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงในการผลิตอาหารปลาเพื่อเลี้ยงปลาให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว การกำหนดปริมาณโปรตีนที่สัตว์น้ำควรได้รับในวันหนึ่งๆ นอกจากจะต้องพิจารณาถึงชนิดและวัยหรือขนาดของสัตว์น้ำแล้ว ระดับโปรตีนที่ควรมีในอาหารยังแตกต่างกันไปตามคุณภาพของโปรตีนและพลังงานในอาหารที่ไม่ได้มาจากโปรตีน พร้อมทั้งปริมาณอาหารที่ให้ในรอบวัน นอกจากนั้นภาวะแวดล้อมทางน้ำที่สัตว์น้ำอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิน้ำและอาหารธรรมชาติยังมีผลต่อความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน Carter and Bransden (2001) กล่าวว่าการเพิ่มการบริโภคโปรตีนจะมีผลให้การสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายและการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ภาสกร อ้างตาม วีรพงศ์ (2536) กล่าวว่า โดยทั่วไปความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตของปลา อาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

3.1 ขนาดปลา (size)

โดยทั่วไปความต้องการโปรตีนของปลาจะมีค่าลดลงเมื่อปลามีขนาดหรืออายุมากขึ้น เพราะปลาขนาดใหญ่ขึ้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลงอันเนื่องมาจากการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายต่ำกว่าปลาขนาดเล็ก จึงทำให้ปลาขนาดใหญ่มีความต้องการโปรตีนน้อยลง (ภาสกร ,2542) Mangalik (1986) อ้างโดยเวียง (2542) ว่าความต้องการโปรตีนของปลากดหลวงขนาด 3 กรัม จะต้องการโปรตีนในอาหารสูงกว่าปลาขนาด 250 กรัม ประมาณ 4 เท่า

3.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำ ทั้งปลาเมืองหนาวและปลาเมืองร้อนใช้ประโยชน์อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ภาสกร (2542) กล่าวว่า ปลาโดยทั่วไปมีแนวโน้มที่ต้องการปริมาณโปรตีนมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปลาบางชนิดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็ยังต้องการโปรตีนเท่าเดิม สาเหตุที่อุณหภูมิน้ำมีผลต่อความต้องการโปรตีนของปลาก็อาจเนื่องมาจากปลาได้รับปริมาณอาหารอย่างจำกัด หรือน้อยเกินไปในขณะที่ปละจะมีระดับเมแทบอลิซึมสูงขึ้น และระยะเวลาที่อาหารหมดจากกระเพาะเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า จึงทำให้ปลาเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่า Hastings (1969) อ้างโดย เวียง (2542) กล่าวว่า ปลากดหลวงที่เลี้ยงในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 23.8 องศาเซลเซียสและเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ จะเจริญเติบโตได้ไม่ดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเลี้ยงในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ปลาเจริญเติบโตดีเมื่อได้รับอาหารที่มีโปรตีน 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์

3.3 คุณภาพโปรตีน (Quality of protein)

โดยทั่วไปแล้ว แหล่งโปรตีนในอาหาร จะมีชนิดหรือปริมาณกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป ทำให้โปรตีนมีคุณภาพแตกต่างกัน แต่โดยความต้องการกรดอะมิโนจะมีความสำคัญต่อปลามากกว่าความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต เนื่องจากปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนเท่ากัน แต่หากมีชนิดหรือปริมาณกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ก็ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ปลาจะเจริญเติบโตได้ดีจึงต้องได้รับโปรตีนที่มีคุณภาพดีหรือมีกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบครบถ้วน ทั้งคุณภาพและปริมาณ ดังนั้นปลาจึงมีความต้องการโปรตีนสูงขึ้น ถ้าอาหารมีกรดอะมิโนไม่ครบถ้วน Lovell (1975) อ้างโดย เวียง (2542) พบว่าคุณภาพของโปรตีนในอาหารมีผลต่อระดับโปรตีนที่ปลาต้องการ กล่าวคืออาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนจากปลาป่นซึ่งมีคุณภาพสูงหรือมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน แม้จะมีระดับโปรตีนต่ำก็สามารถทำให้ปลากดหลวงเจริญเติบโตได้ดีเท่ากับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงจากพืช ซึ่งมีคุณภาพต่ำ ปลาที่เลี้ยงอาหารที่มีโปรตีน 43 เปอร์เซ็นต์ จากพืชเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 29 และ 36 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรตีน 2 ระดับหลังมาจากปลาป่น 1/3 และ 1/6 ตามลำดับ

3.4 ระดับพลังงานในอาหาร

อาหารที่มีระดับพลังงานมากทำให้ปลากินอาหารลดลง เนื่องจากปลาจะหยุดกินอาหารถ้าได้รับพลังงานมากเกินความต้องการของร่างกาย จึงทำให้นักโภชนาการอาหารส่วนใหญ่นิยมผลิตอาหารทดสอบโปรตีนให้มีระดับพลังงานเท่ากันโดยมีระดับโปรตีนแตกต่างกันหลายระดับเพื่อทดสอบความต้องการโปรตีนของปลา ด้วยเหตุที่ว่าเมื่อสัตว์น้ำกินอาหารจนได้รับพลังงานพอกับความต้องการแล้วจะหยุดกินอาหาร มีรายงานว่าอาหารที่มีพลังงานสูงจะลดอัตราการกินอาหารของปลานิล (เวียง ,2542) การกินอาหารน้อยลงอย่างกรณีนี้แม้ปลาจะได้รับพลังงานเพียงพอ แต่จะขาดโปรตีนและสารอาหารอื่นซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า ในทางปฏิบัติจึงควรควบคุมระดับพลังงานในอาหารไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไปเมื่อเทียบสัดส่วนกับระดับโปรตีนในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญมากสำหรับแหล่งน้ำเช่นเดียวกับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในน้ำในรูปที่สัตว์น้ำสามารถใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณจำกัด น้ำโดยทั่วไปมีฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้สัตว์น้ำได้รับฟอสฟอรัสจากน้ำน้อยตามไปด้วยคือต่ำกว่า 1 เปอร์เซนต์ของฟอสฟอรัสที่ได้รับจากอาหาร สัตว์น้ำจึงต้องพึ่งฟอสฟอรัสจากอาหารเป็นหลัก ฟอสฟอรัสในอาหารมาจากวัตถุดิบอาหารจำพวกพืชและสัตว์รวมทั้งจากฟอสฟอรัสสังเคราะห์ โดยเฉพาะเกลือฟอสเฟตรูปต่างๆ ฟอสฟอรัสจากสัตว์เช่นปลาป่น สัตว์น้ำที่มีกระเพาะอย่างปลาเทร้าท์และปลากดหลวงใช้ประโยชน์ได้เพียง 18-42 เปอร์เซ็นต์ (Lovell ,1978 อ้างโดย เวียง ,2542) สำหรับการใช้ประโยชน์เกลือฟอสเฟตขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเกลือฟอสเฟตและประเภทของสัตว์น้ำที่มีและไม่มีกระเพาะ โดยเหตุที่ฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่สัตว์น้ำต้องการมาก และสัตว์น้ำต้องพึ่งฟอสฟอรัสจากอาหารเป็นหลักและการใช้ประโยชน์ฟอสฟอรัสจากอาหารแตกต่างกันไปตามชนิดของฟอสฟอรัสและชนิดของสัตว์น้ำ ในการกำหนดปริมาณของเกลือแร่ในอาหารจึงจำเป็นต้องพิจารณาฟอสฟอรัสเป็นพิเศษมากกว่าเกลือแร่อื่นๆ

ฟอสฟอรัสมีหน้าที่เป็นโครงสร้างและองค์ประกอบของร่างกาย โดยทำงานร่วมกับแคลเซียม และฟลูออรีน เป็นส่วนประกอบของกระดูก ฟันและเนื้อเยื่อต่างๆ ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของฟอสโฟไลปิดในเซลล์สมองและประสาทและเป็นส่วนประกอบของดีเอ็นเอและอาร์เอนเอในนิวเคลียสของเซลล์ นอกจากนี้ ฟอสฟอรัสยังทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรดด่างและรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

Coloso et al. (2003) กล่าวว่า อาหารปลาตามท้องตลาดปกติจะมีฟอสฟอรัสมากเกินไป และปลาจะขับฟอสฟอรัสส่วนเกินหรือส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ออกมาเป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตเป็นหลัก ซึ่งจะอยู่ในรูปของ Urine และในมูล Rafiee and Saad (2005) พบว่าเมื่อให้อาหารแก่ปลานิลแดงขนาด 20 ,40 ,80 ,120 และ 180 กรัม โดยที่อาหารมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 14.08 ,19.14 , 20.36 ,19.16 และ 7.18 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสตามลำดับ จะพบปริมาณฟอสฟอรัสในตะกอนหรือขี้อยู่ที่ 6.91 ,4.56 ,4.39 ,6.59 และ 5.55 ตามลำดับ ซึ่ง Rodehutscord et al. (2000) พบว่าการเพิ่มฟอสฟอรัสจะทำให้การขับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นแบบ non-linearly ในการให้อาหารปลาเทร้าท์ที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำ Coloso et al. (2003) พบว่าฟอสฟอรัสทั้งหมด 60 เปอร์เซ็นต์จะถูกเก็บไว้โดยตัวปลา และจะขับออกมา 40 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งเป็นตะกอนฟอสฟอรัส (20-30 เปอร์เซ็นต์) และอนุภาคหรือฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (10-20 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ถังพลาสติกกลมขนาด 1 ตัน
2. บ่อคอนกรีตสี่เหลี่ยม
3. เครื่องให้อากาศ พร้อมอุปกรณ์การให้อากาศ
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง รุ่น PB 1502-3
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง รุ่น AJ 100
6. อุปกรณ์สำหรับเก็บมูลปลานิล
   - 6.1 ผ้าขาวบาง
   - 6.2 สายยาง
   - 6.3 ช้อนตักสาร
7. ตู้อบ 60 องศาเซลเซียส
8. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โปรตีน
   - 8.1 เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์โปรตีน
   - 8.2 เครื่องย่อย
   - 8.3 เครื่อง Gerhardt
9. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ฟอสฟอรัส
   - 9.1 เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ฟอสฟอรัส
   - 9.2 Hot plate
   - 9.3 เตาเผา 550 องศาเซลเซียส
   - 9.4 เครื่อง spectrophotometer รุ่น Spectronic 20D
10. ปลานิลขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยการแบ่งการทดลองเป็น 10 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 มูลปลานิลขนาด 2 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 40.08 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 2 มูลปลานิลขนาด 5 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 3 มูลปลานิลขนาด 10 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 4 มูลปลานิลขนาด 20 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 5 มูลปลานิลขนาด 30 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 6 มูลปลานิลขนาด 40 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 7 มูลปลานิลขนาด 50 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 8 มูลปลานิลขนาด 100 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 9 มูลปลานิลขนาด 150 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์

ทรีทเมนต์ที่ 10 มูลปลานิลขนาด 250 กรัม ให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัสประมาณ 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์

วิธีการทดลอง

1. ขั้นตอนการเลี้ยง

1.1 ล้างถังให้สะอาด เตรียมน้ำปริมาตร 200 ลิตร สำหรับใช้เลี้ยงปลานิล

1.2 ปล่อยปลานิลลงในบ่อ และให้อาหารจนปลานิลกินอิ่มพอดี โดยการให้อาหารจะมีความถี่ในการให้อาหาร 2 มื้อต่อวัน

1.3 ทำการถ่ายน้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เพื่อปรับสภาพให้ปลาเคยชินเป็นเวลา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ถ่ายน้ำทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อไม่ให้เหลือมูลปลานิลและตะกอนต่างๆในถัง หลังจากนั้นเติมน้ำให้ได้ปริมาตร 200 ลิตร

2.2 การให้อาหารจะมีความถี่ในการให้อาหาร 2 มื้อต่อวัน คือเวลา 14.00 นาฬิกา และ 9.00 นาฬิกา และจะเก็บมูลปลานิลเวลา 12.00 นาฬิกา

2.3 การเก็บมูลปลานิลโดยดึงสายอากาศออก ทำการวนน้ำเพื่อให้มูลปลานิลรวมอยู่ตรงกลางถัง ปล่อยทิ้งไว้ 3-5 นาที แล้วจึงใช้สายยางดูดน้ำ และกรองผ่านผ้าขาวบาง ใช้ช้อนตักสารตักมูลปลานิลที่อยู่บนผ้าขาวบางใส่ภาชนะเพื่อนำไปอบให้แห้ง

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์โปรตีนและฟอสฟอรัส

3.1 มูลปลานิลที่เก็บมาทดลอง จะเก็บมาจากปลาที่มีน้ำหนัก 2 , 5 , 10 , 20 , 30 , 40 , 50 , 100 , 150 และ 250 กรัม และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน จนกว่ามูลปลานิลจะแห้ง

3.2 นำมูลปลานิลที่อบแห้งแล้วไปบดให้ละเอียด

3.3 นำมูลปลานิลที่บดละเอียดแล้วมาชั่งและนำไปวิเคราะห์ โปรตีนโดยใช้เครื่อง Gerhardt และวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี Spectrophotometry

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์โปรตีน และฟอสฟอรัส มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 ถึง มีนาคม 2548

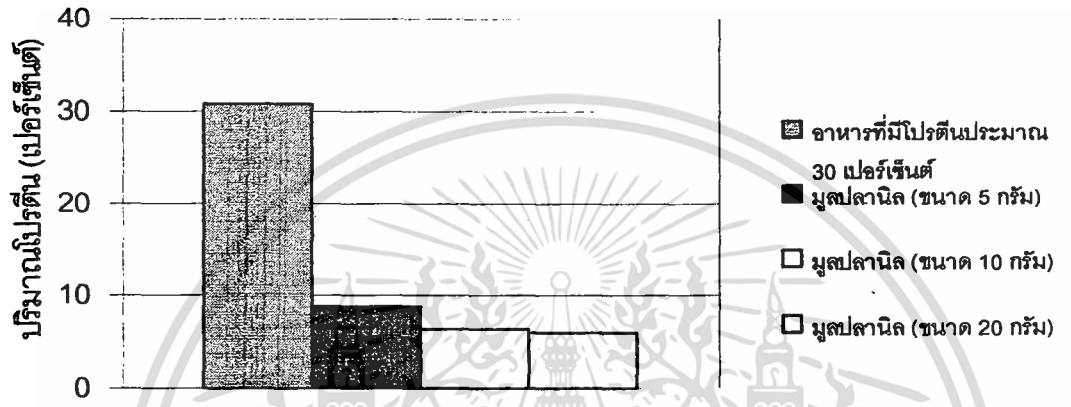
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิล

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 30.67 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลขนาด 5, 10 และ 20 กรัม จะมีปริมาณโปรตีนในมูล 8.88 ± 0.01 , 6.52 ± 0.13 และ 6.08 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มที่ลดลง (ภาพที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาด 5 , 10 และ 20 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P <0.05) (ตารางที่ 1)

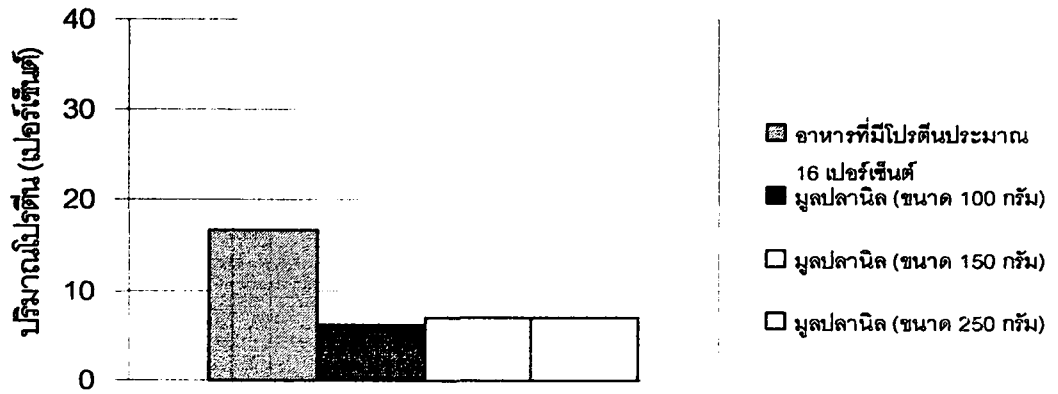


ภาพที่ 1 ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 23.60 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลขนาด 30, 40 และ 50 กรัม จะมีปริมาณโปรตีนในมูลปลานิล 8.29 ± 0.15 , 7.28 ± 0.14 และ 7.79 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มที่ลดลง (ภาพที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาด 30 , 40 และ 50 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P <0.05) (ตารางที่ 2)

ภาพที่ 2 ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 16.67 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลขนาด 100, 150 และ 250 กรัม จะมีปริมาณโปรตีนในมูลปลานิล 6.22 ± 0.01 , 6.98 ± 0.08 และ 7.01 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มที่คงที่ (ภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาด 100 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับมูลปลานิลขนาด 150 และ 250 กรัม แต่ปริมาณโปรตีนในมูลของปลานิลขนาด 150 และ 250 จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P >0.05$) (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม พบว่าปลานิลที่มีขนาดเล็กจะพบปริมาณโปรตีนในมูลมากกว่าปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาดใหญ่ (ภาพที่ 4)

ภาพที่ 4 ปริมาณโปรตีนในมูลปลานิลขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 5 ,10 และ 20 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 30.69 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์

	ขนาดปลา (กรัม)		
	5	10	20
โปรตีน	8.88 ± 0.01 [a]	6.52 ± 0.13 [b]	6.08 ± 0.15 [c]
ฟอสฟอรัส	1.70 ± 0.12 [a]	1.61 ± 0.02 [a]	1.24 ± 0.03 [b]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 30 ,40 และ 50 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 23.60 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์

	ขนาดปลา (กรัม)		
	30	40	50
โปรตีน	8.29 ± 0.15 [a]	7.28 ± 0.14 [b]	7.79 ± 0.13 [c]
ฟอสฟอรัส	1.25 ± 0.18 [a]	1.12 ± 0.04 [a]	1.33 ± 0.02 [a]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) ในมูลของปลานิลที่มีขนาด 100 ,150 และ 250 กรัม ที่กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีน และฟอสฟอรัส 16.67 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์

	ขนาดปลา (กรัม)		
	100	150	250
โปรตีน	6.22 ± 0.01 [a]	6.98 ± 0.08 [b]	7.01 ± 0.05 [b]
ฟอสฟอรัส	0.48 ± 0.03 [a]	0.90 ± 0.08 [b]	0.97 ± 0.01 [b]

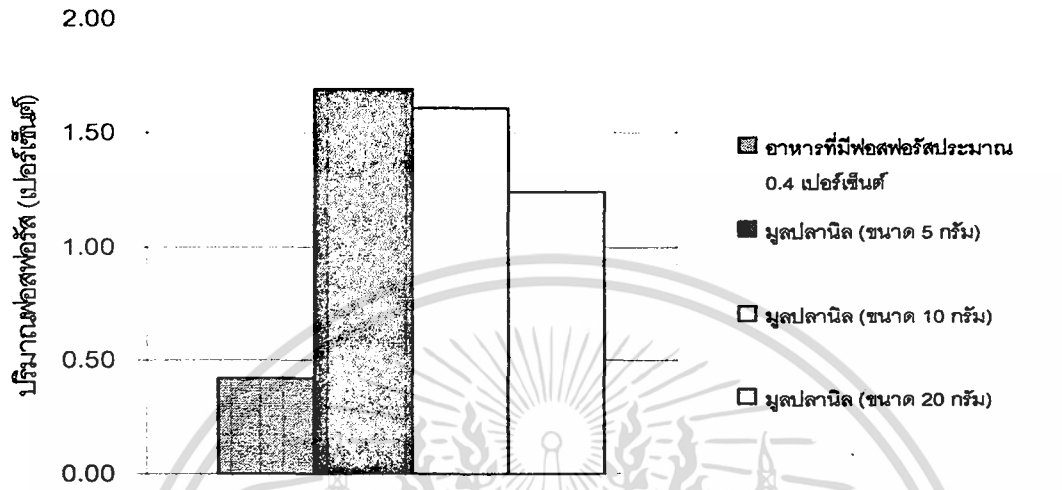
หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิล

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณฟอสฟอรัส 0.42 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลานิลขนาด 5, 10 และ 20 กรัม จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิล 1.70 ± 0.12 , 1.61 ± 0.02 และ 1.24 ±

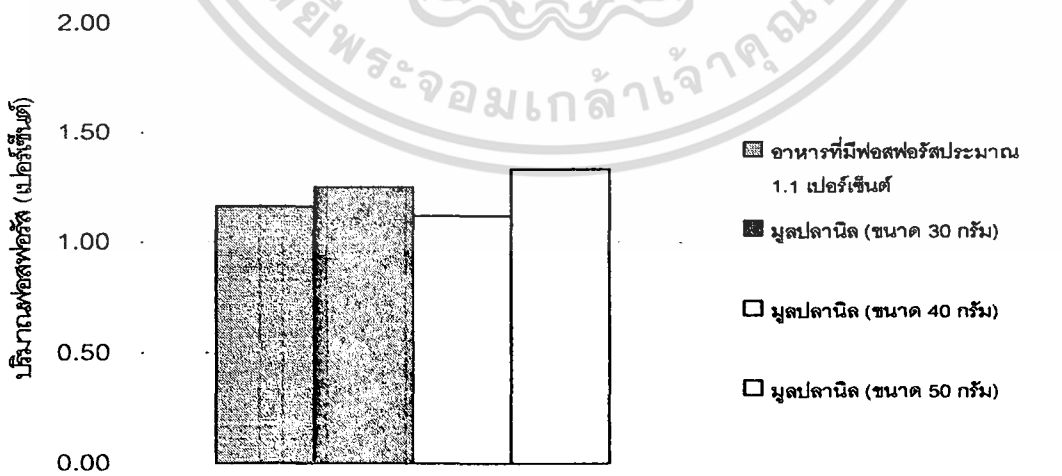
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับมูลปลานิลขนาด 20 กรัม (ตารางที่ 1)



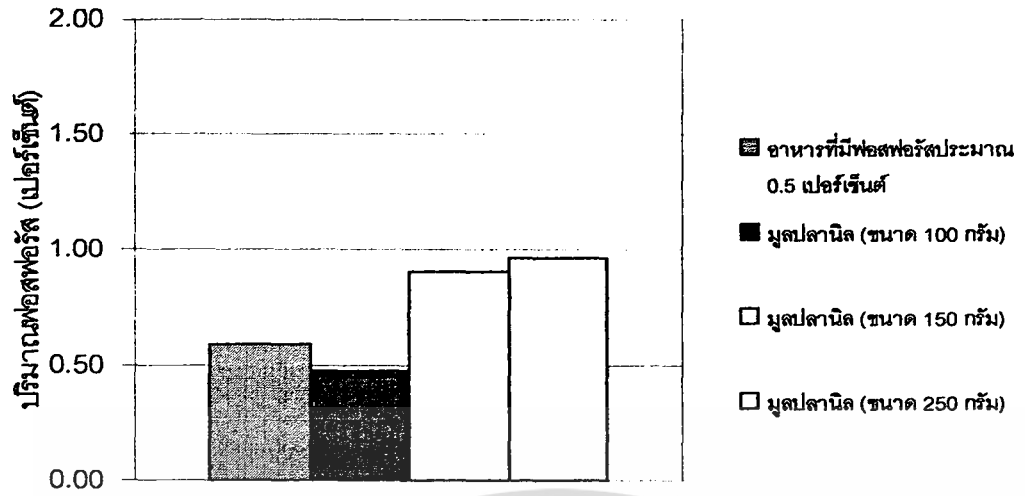
ภาพที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณฟอสฟอรัส 1.16 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาขนาด 30 , 40 และ 50 กรัม จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิล 1.25 ± 0.18 , 1.12 ± 0.04 และ 1.33 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 30 , 40 และ 50 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2)



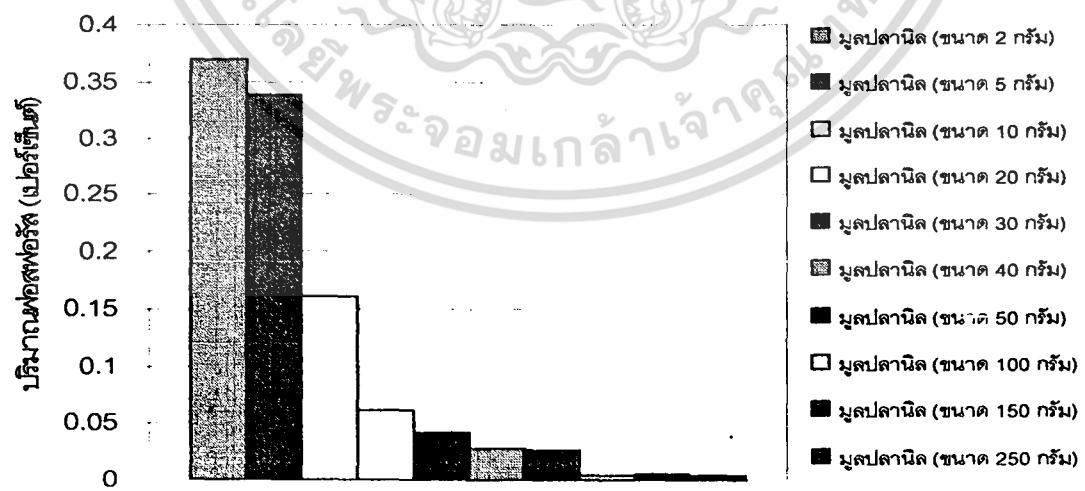
ภาพที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 1.1 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลที่กินอาหารที่มีฟอสฟอรัสประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ปลานิลที่กินอาหารที่มีปริมาณฟอสฟอรัส 0.59 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาขนาด 100, 150 และ 250 กรัม จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในมูล 0.48 ± 0.03 , 0.90 ± 0.08 และ 0.97 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 7) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 100 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับมูลปลานิลขนาด 150 และ 250 กรัม แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาด 150 และ 250 กรัม จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3) เมื่อนำปริมาณฟอสฟอรัสมาเปรียบเทียบต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม พบว่าปลานิลที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในมูลมากกว่าปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาดใหญ่ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลปลานิลขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณโปรตีนในมูลของปลานิลที่ได้กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีนที่เท่ากันพบว่า ปลานิลขนาด 5-20 กรัม และปลานิลขนาด 30-50 กรัม มีระดับโปรตีนในมูลลดลง ส่วนปลานิลขนาด 100-250 กรัม มีระดับโปรตีนที่คงที่ และเมื่อเปรียบเทียบระดับโปรตีนในมูลปลานิลต่อน้ำหนักปลานิล 1 กรัม พบว่า ปลานิลขนาดเล็ก มีระดับโปรตีนในมูลสูงกว่าระดับโปรตีนในมูลของปลานิลขนาดใหญ่

ปริมาณฟอสฟอรัสในมูลของปลานิลที่ได้กินอาหารที่มีระดับฟอสฟอรัสที่เท่ากันพบว่า ปลานิลขนาด 5-20 กรัม มีระดับฟอสฟอรัสในมูลลดลง ส่วนปลานิลขนาด 30-50 กรัม และปลานิลขนาด 100-250 กรัม มีระดับฟอสฟอรัสในมูลสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัสในมูลปลานิลต่อน้ำหนักปลา 1 กรัม พบว่า ปลานิลขนาดเล็ก มีระดับฟอสฟอรัสในมูลสูงกว่าระดับฟอสฟอรัสในมูลของปลานิลขนาดใหญ่

ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรมีการนำน้ำหนักอาหารที่ปลานิลกินมาคำนวณเพื่อที่จะได้ทราบปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสที่แน่นอน เพื่อใช้คำนวณปริมาณโปรตีนและฟอสฟอรัสในมูลของปลานิลกับอาหารที่ปลานิลกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99283

เอกสารอ้างอิง

พูนศักดิ์ นาคทองอินทร์. 2546. อิทธิพลของความถี่การให้อาหารต่อการประเมินประสิทธิภาพอาหารของสัตว์น้ำ. สัมมนาปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

ภาสกร อินทรเรืองศรี. 2542. ผลของระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาแรด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

วิรัช จิ๋วแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 166 น.

วิเชียร สาคเรศ และพรชัย ขำแป้ง. 2532. การศึกษาความถี่ของการให้อาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloach) ที่เลี้ยงในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง. กองประมงน้ำกร่อย. กรมประมง. 21 น.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. อ้างโดย ภาสกร อินทรเรืองศรี. 2542. ผลของระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาแรด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 น.

ศรีสกุล วรจันทรา, ณหทัย วิจิตโรทัย และจรรยา คงฤทธิ์. 2546. ปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 97 น.

สุพจน์ จึงแย้มปิ่น, ไชยยุทธ์ จันทนฐูกลิ่น, บุญส่ง สิริกุล, วิชัย วัฒนากุล, สุชาติ เตชนราวงศ์ และสุวิทย์ คชสิงห์. 2528. การทดลองความถี่ในการให้อาหารของการเลี้ยงปลากะพงขาวขนาด 4 นิ้ว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. กรมประมง. 23 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cartet, C.G. and M.P. Bransden. 2001. Relationships between protein-nitrogen flux and feeding regime in greenback flounder, *Rhombosolea tapirina* (Günther). Comparative Biochemistry and Physiology Part A. 130: 799-807.

Coloso, R.M., K. King, J.W. Fletcher, M.A. Hendrix, M. Subromanyam, P. Weis and R.P. Ferraris. 2003. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. Aqualculture. 220: 801-820.

Hastings, W.H. 1969. Channel catfish growth responses to test feeds. อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 น.

Lovell, T. 1975. How much protein in feeds for channel catfish ? อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 น.

Lovell, T. 1978. Dietary phosphorus requirement of channel catfish. อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 น.

Mangalik ,A. 1986. Dietary energy requirement for channel catfish. อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 น.

Rafiee ,G. and C.R. Sadd. 2005. Nutrient cycle and sludge production during different stages of red tilapia (*Oreochromis* sp.) growth in a recirculating aquaculture system. Aquaculture. 244: 109-118.

Rodehutscord , M., Z. Gregus and E. pfeffer. 2000. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. Aquaculture. 188: 383-398.

Tibbetts, S.M., S.P. Lall and D.M. Anderson. 2000. Dietary protein requirement of juvenile American eel (*Anguilla rostrata*) fed practical diets. Aquaculture. 186: 145-155.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Webb, K.A. and D.M. Gatlin. 2003. Effect of dietary protein level and from on production characteristics and ammonia excretion of red drum *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture. 225: 17-26.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้