บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลานิลที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมเป็นวัตถุดิบจากพืชทั้งหมดในกลุ่มที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสไม่พบความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก ปลาทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรง พฤติกรรมปกติ ส่วนในกลุ่มที่มีการเสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟตทั้ง 3 รูปแบบ ไม่พบความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก ปลาทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรงและมีพฤติกรรมปกติ

3.2 การเจริญเติบโตและอัตรารอด

3.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตรตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 3 โดยที่น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 4 ของแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำหนักของปลาเริ่มมีความแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง โดยพบว่าปลาที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่เสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟตมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส ซึ่งปลาในกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสจะมีน้ำเพิ่มขึ้นตามระดับของเอนไซม์ไฟเตสที่เสริม และปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับสูง ตั้งแต่ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักใกล้เคียงกับปลาในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟต สำหรับผลการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักปลาในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าน้ำหนักปลาจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 6.73 ± 0.11 - 7.98 ± 0.52 กรัม โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด คือ 7.98 ± 0.52 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต และปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 7.76 ± 0.73 และ 7.63 ± 0.60 กรัมและรอง

ลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 7.22 $\pm$ 0.64 กรัม รองลงมาได้แก่ปลากลุ่มที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 6.90 $\pm$ 0.12 กรัม ส่วนกลุ่มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด คือ กลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 0, 500, 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอยู่ในช่วง6.73 $\pm$ 0.11 - 6.60 $\pm$ 0.12 กรัม ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 10.35 $\pm$ 0.67 - 7.76 $\pm$ 0.07 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและโมโนแคลเซียมฟอสเฟต มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด คือ 10.35 $\pm$ 0.67 และ 10.20 $\pm$ 1.09 กรัม รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 9.76 $\pm$ 0.81 กรัมและรองลงมาได้แก่ปลากลุ่มที่เสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตและเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว คือ 8.80 $\pm$ 1.21 และ 8.51 $\pm$ 0.40 กรัม ส่วนกลุ่มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด คือ กลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 500, 1,000 และ 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอยู่ในช่วง 8.11 $\pm$ 0.36 - 7.76 $\pm$ 0.07 กรัม

3.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตราการรอดตาย

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลานิลที่ได้รับอาหารทั้ง 8 สูตรเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 5 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 8 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 122.18 ± 4.07 – 198.61 ± 15.30 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไตรแคลเซียมฟอสเฟต และโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดคือ198.61 ± 15.30 และ 195.55 ± 28.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นคือ185.77 ± 29.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นคือ 153.18 ± 33.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำที่สุด ได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000, 500, 1,000 และ 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง145.08 ± 8.52 – 122.18 ± 4.07 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5) โดยปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 8 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.95 ± 0.09 – 1.43 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมไตรแคลเซียมฟอสเฟต และโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำที่สุด ได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000, 500, 1,000 และ 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับ

อัตราการกินอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการกินอาหารมีค่าอยู่ในช่วง 3.38 ± 0.10 – 3.64 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน

อัตรารอดตายของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 8 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 96.67 - 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

3.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ

การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร แสดงในตารางที่ 6 พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง $2.04 \pm 0.08 - 2.50 \pm 0.12$ โดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดคืออยู่ในช่วง $2.04 \pm 0.08 - 2.08 \pm 0.12$ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตและเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.24 ± 0.11 และ 2.26 ± 0.17 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.37 ± 0.08 ส่วนปลาที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 0 และ 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคือ 2.50 ± 0.12 และ 2.48 ± 0.13 ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.32 ± 0.06 - 1.60 ± 0.07 ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงสุด $1. 60 \pm 0.07$ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 1.58 ± 0.08 และ 1.58 ± 0.09 รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 1.46 ± 0.07 ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 1.44 ± 0.11 ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 1,000, 500 และ 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนอยู่ในช่วง 1.39 ± 0.05- 1.32 ± 0.06

การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ พบว่าระหว่างชุดการทดลองมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 23.31 ± 0.45 - 27.63 ± 1.40 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่

เสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิสูงสุดคือ 26.92 ± 0.60 และ 27.63 ± 1.40 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิอยู่ในช่วง24.69 ± 3.24 - 26.21 ± 2.66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิต่ำที่สุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 0, 1,000 และ 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิอยู่ในช่วง 23.36 ± 1.36 – 23.31 ± 0.45เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิของปลานิลที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสระดับต่างๆ และเสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟต 3 รูปแบบ เป็นเวลา 8 สัปดาห์[1]

สูตรอาหาร	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ[2]	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน[3]	การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ[4] (%)
1	2.50±0.12 [c]	1.32±0.06 [a]	23.36±1.36 [a]
2	2.48±0.13 [c]	1.33±0.07 [a]	23.31±0.45 [a]
3	2.37±0.08 [bc]	1.39±0.05 [a]	23.32±0.38 [a]
4	2.26±0.17 [ab]	1.44±0.11 [ab]	25.21±1.04 [ab]
5	2.04±0.08 [a]	1.60±0.07 [c]	27.63±1.40 [b]
6	2.08±0.12 [a]	1.58±0.09 [bc]	26.21±2.66 [ab]
7	2.24±0.11 [ab]	1.46±0.07 [abc]	24.69±3.24 [ab]
8	2.07±0.11 [a]	1.58±0.08 [bc]	29.92±0.60 [b]

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

[2] อัตราแลกเนื้อ = น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (กรัม) / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

[3] ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน = น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม) / น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน

[4] การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ = โปรตีนของตัวปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม) x น้ำหนักโปรตีนที่ปลากินทั้งหมด (กรัม) /100

3.4 ประสิทธิภาพการย่อยอาหารและประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสของปลานิล

ประสิทธิภาพการย่อยสารอาหาร ได้แก่ ประสิทธิภาพการย่อย วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม และประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 7

จากการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้ง พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $29.42 \pm 7.91 - 53.34 \pm 1.89$ เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งดีที่สุดคือ 53.34 ± 1.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 1,000 และ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งคือ 47.26 ± 1.10 และ 46.29 ± 6.54 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟต โดยมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งคือ 43.27 ± 3.30 และ 42.06 ± 4.11 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งคือ 38.97 ± 3.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งคือ 32.43 ± 3.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งต่ำสุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อยวัตถุแห้งคือ 29.42 ± 7.91 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $54.49 \pm 1.30 - 81.60 \pm 0.64$ เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารดีที่สุดคือ 53.34 ± 1.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 1,000 และ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารคือ 79.31 ± 0.56 และ 78.68 ± 2.63 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟต โมโนแคลเซียมฟอสเฟต และปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารอยู่ในช่วง $77.33 \pm 1.06 - 75.19 \pm 3.44$ เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารคือ

67.18 ± 3.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารต่ำสุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารคือ 54.49 ± 1.30 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการย่อยไขมันในอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 46.69 ± 3.85 – 64.32 ± 1.20 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 2,000, 4,000, 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในอาหารดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพการย่อยไขมันในอาหารอยู่ในช่วงคือ 64.32 ± 1.20 – 59.08 ± 1.66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการย่อยไขมันในอาหารต่ำสุดคือปลาที่ได้รับการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต โดยมีประสิทธิภาพการย่อยไขมันในอาหารอยู่ในช่วง 49.22 ± 4.47 – 46.69 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.10 ± 7.39 – 37.00 ± 6.62 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารดีที่สุดคือ 37.00 ± 6.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 34.09 ± 1.76 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟต โดยมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 31.46 ± 4.90 และ 25.24 ± 8.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 24.26 ± 2.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 22.98 ± 9.16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 20.91 ± 7.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการย่อย

ฟอสฟอรัสในอาหารต่ำสุดคือปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 11.10 ± 7.39 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 90.23 ± 0.68 – 94.17 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหารดีที่สุดคือ 94.17 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต และเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยฟอสฟอรัสในอาหารคือ 93.04 ± 2.05 และ 93.02 ± 0.65 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหารคือ 92.09 ± 0.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 1,000 และ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหารอยู่ในช่วง 90.81 ± 0.96 - 90.49 ± 2.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหารต่ำสุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อยแคลเซียมในอาหารคือ 90.23 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสในอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 30.20 ± 4.39 – 59.74 ± 3.40 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร 0 - 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสในอาหารดีที่สุด โดยอยู่ในช่วง 55.00 ± 4.32 -59.74 ± 3.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตในอาหาร โดยมีประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสในอาหารคือ 43.27 ± 1.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับการเสริมโมโนแคลเซียมฟอสเฟตและไดแคลเซียมฟอสเฟตในอาหาร มีประสิทธิภาพการดูดซึมฟอสฟอรัสในอาหารต่ำสุดคือ 35.96 ± 5.46 และ30.20 ± 4.39

3.5 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 8) พบว่าความชื้นของปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกระดับโดยมีค่าอยู่ในช่วง 73.77 ± 0.77 - 75.10 ± 0.76 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนของร่างกายปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับต่างๆ และอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟตทั้ง 3 รูปแบบ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลองทั้ง 8 สูตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยโปรตีนเฉลี่ยของร่างกายปลาอยู่ช่วง 60.81 ± 0.96 - 64.37 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีส่วนของโปรตีนในร่างกายปลาสูงที่สุดคือ 64.37 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของโปรตีนในร่างกายคือ 63.36 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต และเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของโปรตีนในร่างกายคือ 62.76 ± 0.46 และ 62.59 ± 0.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตและเอนไซม์ไฟเตส 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมโดยมีส่วนของโปรตีนในร่างกายคือ 62.44 ± 0.41 และ 62.23 ± 0.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000 และ1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของโปรตีนในร่างกายคือ 61.14 ± 0.16 และ 60.81 ± 0.96 เปอร์เซ็นต์

สำหรับไขมันในร่างกายปลาพบว่าระหว่างชุดการทดลองทั้ง 8 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยไขมันเฉลี่ยในร่างกายปลาอยู่ในช่วง27.92 ± 0.64 - 31.43 ± 1.04 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 และ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของไขมันในร่างกายปลาสูงที่สุดคือ 31.43 ± 1.04 และ 30.91 ± 0.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 และ 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของไขมันในร่างกายคือ 30.47 ± 0.89 และ 30.41 ± 0.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต มีส่วนของไขมันในร่างกายคือ 29.98 ± 0.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต โดยมีส่วนของไขมันในร่างกายคือ 29.05 ± 0.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟ

เตส 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของไขมันในร่างกายคือ 28.62 ± 0.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีส่วนของไขมันในร่างกายต่ำที่สุดคือ 27.92 ± 0.64 เปอร์เซ็นต์

สำหรับเถ้าในร่างกายปลาพบว่าระหว่างชุดการทดลองทั้ง 8 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยเถ้าเฉลี่ยในร่างกายปลาอยู่ในช่วง 13.46 ± 0.04 - 11.96 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟต โมโนแคลเซียมฟอสเฟต ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และไดแคลเซียมฟอสเฟต มีส่วนของเถ้าในร่างกายปลาสูงที่สุดคืออยู่ในช่วง 13.46 ± 0.04 และ 13.10 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของเถ้าในร่างกายปลาคือ 12.43 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต มีส่วนของเถ้าในร่างกายคือ 29.98 ± 0.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000 และ 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมโดยมีส่วนของเถ้าในร่างกายคือ 12.21± 0.37 และ 12.19± 0.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีส่วนของเถ้าในร่างกายต่ำที่สุดคือ 11.96 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัสในร่างกายปลาพบว่าระหว่างชุดการทดลองทั้ง 8 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.05$) โดยฟอสฟอรัสเฉลี่ยในร่างกายปลาอยู่ในช่วง 2.12 ± 0.02 - 1.76 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ไดแคลเซียมฟอสเฟต และปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000, 0, 500, ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีฟอสฟอรัสเฉลี่ยในร่างกายปลาสูงที่สุดคืออยู่ในช่วง 2.12 ± 0.02 - 1.99 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 และ1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีส่วนของฟอสฟอรัสในร่างกายปลาต่ำที่สุดคือ 1.81 ± 0.09 และ 1.76 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับแคลเซียมในร่างกายปลาพบว่าระหว่างชุดการทดลองทั้ง 8 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยแคลเซียมเฉลี่ยในร่างกายปลาอยู่ในช่วง 4.12 ± 0.17 - 2.82 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ไตรแคลเซียมฟอสเฟต มีส่วนของแคลเซียมในร่างกายปลาสูงที่สุดคือ4.12 ± 0.17

และ 4.09 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต และเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีส่วนของแคลเซียมในร่างกายปลาคือ 3.77 ± 0.11 และ 3.76 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500, 2,000, 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีส่วนของแคลเซียมในร่างกายปลาอยู่ในช่วง 3.49 ± 0.19 - 3.31 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีส่วนของแคลเซียมในร่างกายต่ำที่สุดคือ 2.82 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์

3.6 องค์ประกอบเลือด และดัชนีตับต่อตัว

การวิเคราะห์องค์ประกอบเลือดปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 8 สูตร ได้แก่ ฮีมาโตคริต โปรตีนในพลาสมา และฮีโมโกลบินมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9) โดยมีค่าฮีมาโตคริตอยู่ในช่วง 22.78 ± 1.73 -32.46 ± 2.05 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟต โมโนแคลเซียมฟอสเฟต ไดแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 30.73 ± 2.07 - 32.46 ± 2.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ยคือ 25.97 ± 1.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500 และ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ยคือ 24.36 ± 2.23 และ 23.77 ± 2.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 และ 0 ยูนิตต่ออาหาร1 กิโลกรัม มีค่าฮีมาโตคริตเฉลี่ยต่ำสุดคือ 23.76 ± 1.77 และ 22.78 ± 1.73 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนในพลาสมามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.24 ± 1.20 – 14.17 ± 1.42 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟตและปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าโปรตีนในพลาสมาสูงสุดคือ12.74 ± 0.46 และ 14.17 ± 1.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสและอนินทรีย์ฟอสเฟต โดยมีค่าโปรตีนในพลาสมาเฉลี่ยคือ 12.74 ± 2.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500, 1,000, และ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและไดแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าโปรตีนในพลาสมาเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในช่วง 11.24 ± 1.20 – 12.02 ± 1.04 เปอร์เซ็นต์

ฮีโมโกลบินมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.93 ± 0.71 - 5.66 ± 0.86 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต และไดแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าฮีโมโกลบินเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.66 ± 0.86 และ 5.29 ± 0.84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตและเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฮีโมโกลบินเฉลี่ยคือ 5.06 ± 1.54 และ 4.91 ± 0.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฮีโมโกลบินเฉลี่ยคือ 4.08 ± 0.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 4,000 และ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่า

ฮีโมโกลบินเฉลี่ยคือ 3.47 ± 0.85 และ 3.36 ± 1.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฮีโมโกลบินเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.93 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์

ค่าดัชนีตับต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารที่การเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับต่างๆ และปลานิลที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟตทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าดัชนีตับต่อตัวของปลาอยู่ในช่วง 1.62 ± 0.69 - 2.39 ± 0.46 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ตารางที่ 9

ตารางที่ 9 องค์ประกอบเลือดและดัชนีตับต่อตัวของปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีเอนไซม์ไฟเตสระดับต่างๆ และอนินทรีย์ฟอสเฟต 3 รูปแบบ เป็นเวลา 8 สัปดาห์[1]

สูตรอาหาร	ฮีมาโตคริต (%)	ฮีโมโกลบิน (g/dl)	โปรตีนในพลาสมา (mg%)	ดัชนีตับต่อตัว (%)
1	22.78±1.73 [a]	2.93±0.71 [a]	12.74±2.47 [ab]	1.62±0.69 [a]
2	24.36±2.23 [ab]	4.08±0.92 [ab]	12.02±1.04 [a]	2.39±0.46 [a]
3	25.97±1.96 [b]	4.91±0.94 [bc]	11.70±1.23 [a]	2.07±0.77 [a]
4	23.77±2.11 [ab]	3.36±1.24 [a]	12.74±0.46 [b]	2.13±0.24 [a]
5	23.76±1.77 [a]	3.47±0.85 [a]	11.65±1.32 [a]	1.92±0.28 [a]
6	30.99±1.29 [c]	5.66±0.86 [c]	14.17±1.42 [b]	1.80±0.36 [a]
7	30.73±2.07 [c]	5.29±0.84 [c]	11.70±1.82 [a]	2.04±0.39 [a]
8	32.46±2.05 [c]	5.06±1.54 [bc]	11.24±1.20 [a]	2.01±0.37 [a]

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 6 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

3.7 การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของตับและไตปลานิล

จากผลการศึกษาเนื้อเยื่อตับและไตของปลานิลพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์มีโครงสร้างทางเนื้อเยื่อของตับและไตปกติ

3.8 การสะสมเถ้า ฟอสฟอรัส และแคลเซียมในกระดูก

เถ้าในกระดูกของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าปลานิลมีเถ้าในกระดูกที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ตารางที่ 10 โดยมีค่าเถ้าในกระดูกอยู่ในช่วง 24.62± 0.35 – 21.13 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 0 และ 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเถ้าในกระดูกเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 24.34 ± 1.02 และ 24.62 ± 0.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเอนไซม์ไฟเตส 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเถ้าในกระดูกเฉลี่ยคือ 23.67 ± 0.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมโมโนแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าเถ้าในกระดูกเฉลี่ยคือ 23.01 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500, 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าเถ้าในกระดูกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.58 ± 0.71 - 22.65 ± 0.35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าเถ้าในกระดูกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 21.13±0.11 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัสในกระดูกของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าปลานิลมีฟอสฟอรัสในกระดูกที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกอยู่ในช่วง 4.21± 0.21 – 3.34 ± 0.37 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.21 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500, 0, 2,000, 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต มีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.95 ± 0.19 – 3.78 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมโมโนแคลเซียมฟอสเฟต มีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยคือ 3.74 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.34 ± 0.37 เปอร์เซ็นต์

แคลเซียมในกระดูกของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าปลานิลมีแคลเซียมในกระดูกที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าแคลเซียมในกระดูกอยู่ในช่วง $8.74\pm 0.51 - 6.42 \pm 0.02$ เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าแคลเซียมในกระดูกเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.74 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเอนไซม์ไฟเตส 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าแคลเซียมในกระดูกเฉลี่ยคือ 7.83 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าแคลเซียมในกระดูกเฉลี่ยคือ 7.68 ± 0.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส 500, 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟต โมโนแคลเซียมฟอสเฟต มีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยอยู่ในช่วง $7.48 \pm 0.58 - 7.36 \pm 0.73$ เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีค่าฟอสฟอรัสในกระดูกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 6.42 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์

ฟอสฟอรัสในมูลของปลานิลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 8 สูตร ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าปลานิลมีฟอสฟอรัสในมูลที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าฟอสฟอรัสในมูลอยู่ในช่วง $0.86\pm 0.03 - 1.15 \pm 0.08$ เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโมโนแคลเซียมฟอสเฟต มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.15 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟตไตรแคลเซียมฟอสเฟต และเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 2,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ยอยู่ในช่วง $1.12 \pm 0.02 - 1.12 \pm 0.07$ เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 500 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ย 1.05 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 1,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ย 1.03 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 4,000 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ย 0.94 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 0 ยูนิตต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าฟอสฟอรัสในมูลเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.86 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 เถ้าในกระดูก ฟอสฟอรัสในกระดูก แคลเซียมในกระดูกและระดับฟอสฟอรัสในมูลของปลานิลที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับต่างๆและอาหารที่เสริมด้วยอนินทรีย์ฟอสเฟต 3 รูปแบบ เป็นเวลา 8 สัปดาห์[1]

สูตรอาหาร	เถ้าในกระดูก (%)	ฟอสฟอรัสในกระดูก (%)	แคลเซียมในกระดูก (%)	ฟอสฟอรัสในมูล %
1	24.62±0.35 [d]	3.85±0.98 [bc]	7.83±0.58 [bc]	0.86±0.03 [a]
2	22.65±0.35 [b]	3.95±0.19 [bc]	7.48±0.58 [ab]	1.05±0.08 [bcd]
3	24.34±1.02 [d]	4.21±0.21 [c]	8.74±0.51 [c]	1.03±0.08 [bc]
4	22.37±0.20 [b]	3.83±0.20 [bc]	7.68±0.72 [b]	1.12±0.05 [cd]
5	23.67±0.65 [cd]	3.79±0.31 [bc]	7.46±0.82 [ab]	0.94±0.03 [ab]
6	23.01±0.24 [bc]	3.74±0.21 [ab]	7.28±0.05 [ab]	1.15±0.08 [d]
7	21.13±0.11 [a]	3.78±0.18 [bc]	7.36±0.73 [ab]	1.12±0.07 [cd]
8	22.58±0.71 [b]	3.34±0.37 [a]	6.42±0.02 [a]	1.12±0.02 [cd]

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

3.9 คุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลอง (ตารางที่ 11) พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 26.37-26.62 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่าง 6.86-7.07 ค่าความกระด้าง 49.86-54.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่าง 37.01-42.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ 4.98-5.63 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าฟอสฟอรัสละลายน้ำ 0.0008-0.0033 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่ปลานิลสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ