

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อดินในระบบความเค็มต่ำด้วยอัตราปล่อย 50 ตัวต่อตารางเมตร จำนวน 4 บ่อที่มีการให้อาหารสำเร็จรูปต่างกัน คือ บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน (อาหารสูตร A) บ่อที่ 3 ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเพียงเลซิดิน(อาหารสูตร B) และบ่อที่ 4 ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีการวางขายตามตลาดทั่วไป (อาหารสูตร C) ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนาน 116 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏผลดังนี้

ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ

ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหาร 3 สูตรที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบความเค็มต่ำ โดยบ่อที่ 1 และ 2 จะให้อาหารสูตร A บ่อที่ 3 ให้อาหารสูตร B และ บ่อที่ 4 ให้อาหารสูตร C ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำทั้ง 4 บ่อ (ยงยุทธ สงวนสิน, 2547)

บ่อที่	สูตรอาหาร	เฉลี่ย $\pm$ S.E. (มิลลิกรัมต่อกรัม)
1	A	0.1986 $\pm$ 0.00
2	A	0.1939 $\pm$ 0.00
3	B	0.1856 $\pm$ 0.00
4	C	0.1709 $\pm$ 0.00

หมายเหตุ S.E. = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) โดยสูตร A มีปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารสูงที่สุด ส่วนสูตร C มีปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารต่ำสุด

การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ

จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มฟอสฟอรัสและเลซิดินในอาหารสำเร็จภาพที่ใช้เลี้ยง กุ้งกุลาดำในระบบความเค็มต่ำมีผลต่อการเจริญเติบโต กล่าวคือ บ่อที่ 1 และ 2 ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหาร ที่การเพิ่มทั้งแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดินลงในอาหาร ส่งผลให้กุ้งกุลาดำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ย และความยาวของลำตัวสูงกว่าบ่อที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหาร ที่เติมเลซิดินลงในอาหาร และบ่อ 4 เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เติมทั้งแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน ลงในอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) (ตารางที่ 6, และตารางที่ 7; ภาพที่ 10 และตาราง ที่ 11)

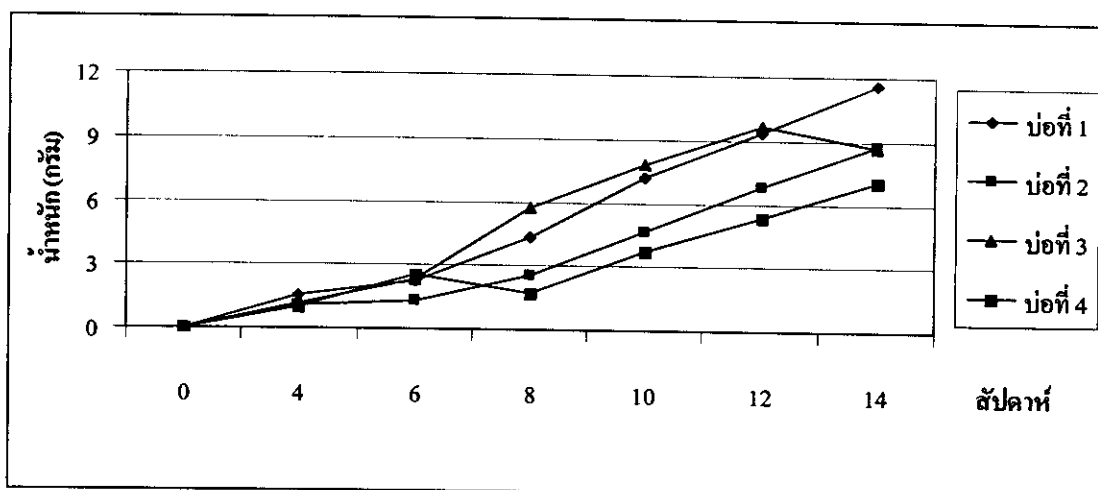
ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในระบบความเค็มต่ำจำนวน 4 บ่อ ซึ่งมีการเติมฟอสฟอรัสในอาหารต่างกัน

บ่อที่ (สูตรอาหาร)	การเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.E.)	
	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)
บ่อที่ 1 (สูตรA)	6.05 $\pm$ 0.41	8.99 $\pm$ 0.21
บ่อที่ 2 (สูตรA)	5.91 $\pm$ 0.31	8.96 $\pm$ 0.17
บ่อที่ 3 (สูตรB)	4.19 $\pm$ 0.35	7.85 $\pm$ 0.20
บ่อที่ 4(สูตรC)	3.56 $\pm$ 0.29	7.52 $\pm$ 0.17

คุณค่าทางอาหารในอาหารสำเร็จรูป

ปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารสูตรA สูตรB และ สูตรC สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ปริมาณโปรตีนในอาหาร สูตรA มีการเพิ่มปริมาณเลซิดินและฟอสฟอรัส ส่วนสูตรB มีการเติมเพียงเลซิดิน และสูตรC เป็นอาหารสูตรควบคุม ไม่มีการเติมเลซิดินและฟอสฟอรัส อาหาร สำเร็จรูปทั้ง 3 สูตร มี 4 ขนาด คือ อาหารเบอร์ 1 อาหารเบอร์ 2 อาหารเบอร์ 3 และอาหารเบอร์ 3L พบว่า ปริมาณโปรตีนในอาหารสูตร A มีค่าอยู่ในช่วง 37.81- 40.19 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 39.00 $\pm$ 0.37 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) สูตรB มีค่าอยู่ในช่วง 39.09 - 40.24 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 39.55 $\pm$ 0.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และสูตร C มีค่าอยู่ในช่วง 39.04 – 39.43 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง(ค่าเฉลี่ย 39.36 $\pm$ 0.26 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง)

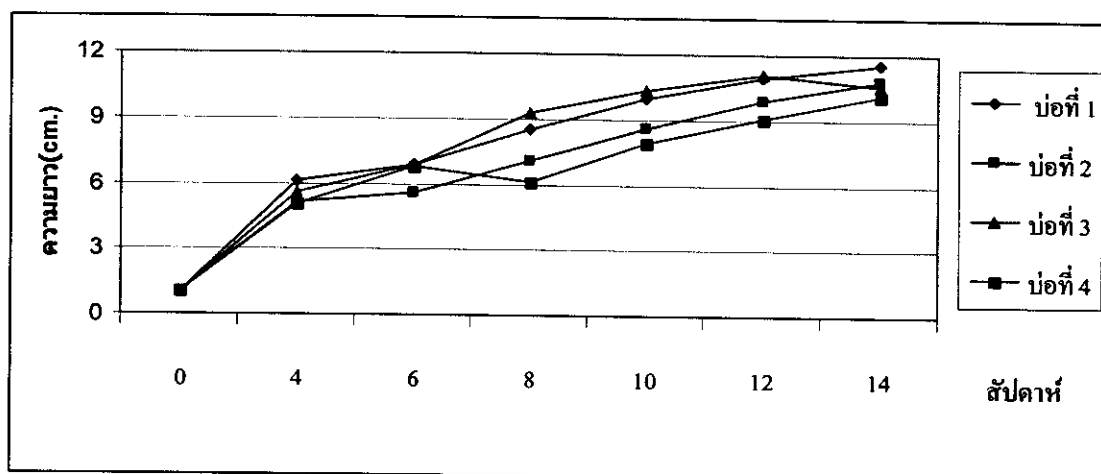


ภาพที่ 10 น้ำหนักกึ่งกลาดำ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ให้อาหารสำเร็จที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน (อาหารสูตร A)

บ่อที่ 3 ให้อาหารสำเร็จภาพที่มีการเติมเพียงเลซิดิน (อาหารสูตร B)

บ่อที่ 4 ให้อาหารสำเร็จภาพที่ไม่มีได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน (อาหารสูตร C)



ภาพที่ 11 ความยาวกึ่งกลาดำ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ให้อาหารสำเร็จที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน (อาหารสูตร A)

บ่อที่ 3 ให้อาหารสำเร็จภาพที่มีการเติมเพียงเลซิดิน (อาหารสูตร B)

บ่อที่ 4 ให้อาหารสำเร็จภาพที่ไม่มีได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน (อาหารสูตร C)

ตารางที่ 7 สรุปผลการเลี้ยงกุ้งตามระบบความเค็มต่ำ ต.ศรีจุฬา อ.เมือง จ.นครนายก (ขงยุทธ สงวนสิน, 2547)

ข้อมูลการเลี้ยง	บ่อเลี้ยงที่ 1 (บ่อทดลองที่ 1)	บ่อเลี้ยงที่ 2 (บ่อทดลองที่ 2)	บ่อเลี้ยงที่ 3 (บ่อทดลองที่ 3)	บ่อเลี้ยงที่ 4 (บ่อทดลองที่ 4)
วันที่ปล่อยกุ้ง-วันจับกุ้ง	13/3/45-7/7/45	13/3/45-7/7/45	13/3/45-7/7/45	13/3/45-7/7/45
ขนาดบ่อ	2.7	2.7	2.7	2.7
จำนวนกุ้งที่ปล่อยเลี้ยง (ตัว)	240,000	240,000	240,000	240,000
ความหนาแน่น ตัว/ตรม.	50	50	50	50
ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)	116	116	116	116
ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)	996.3	776.6	611.5	495.2
ผลผลิต/พื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	369	287.6	226.5	183.4
น้ำหนักกุ้ง (กรัม/ตัว)	12.6	13.7	10.97	10.57
ขนาดกุ้ง (ตัว/กิโลกรัม)	79	72	91	95
อาหารที่ใช้เลี้ยงทั้งหมด (กิโลกรัม)	2,076	2,017	1,210	1,380
อัตราแลกเนื้อ (FCR)	2.08	2.6	1.98	2.78
อัตราการรอด (%)	33%	23%	23.2%	19.5%

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อาหารสูตร A สูตรB และสูตร C มีค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาขนาดของอาหารสำเร็จรูปพบว่า โปรตีนในอาหารทั้ง 4 ขนาด มีค่าน้อยแตกต่างกันโดยอาหารสูตร B เบอร์ 3L มีค่าเฉลี่ย สูงสุดและต่ำสุดที่อาหารสูตร A เบอร์ 3 (ตารางที่ 8 และภาพที่ 12)

2. ปริมาณไขมันในอาหาร อาหารสำเร็จรูปทั้ง 3 สูตรคือ สูตรA สูตรB และสูตรC มี 4 ขนาด คือ อาหารเบอร์1 อาหารเบอร์ 2 อาหารเบอร์ 3 และอาหารเบอร์ 3L พบว่า ปริมาณไขมันในอาหารสูตรA มีค่าอยู่ในช่วง 8.83- 10.41 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 9.68 ± 0.30 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง) สูตรB มีค่าอยู่ในช่วง 7.92 -10.28 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 9.03 ± 0.37 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง)และสูตรC มีค่าอยู่ในช่วง 6.15-9.09 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 7.74 ± 0.40 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง)

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณไขมันในอาหารทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยอาหารสูตร C มีปริมาณไขมันต่ำสุด ส่วนอาหารสูตรA และสูตรB มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณเลซิตินและฟอสฟอรัส ในสูตรA และเพิ่มเลซิตินอย่างเดียวในอาหารสูตร B มีผลทำให้มีปริมาณไขมันในอาหารสูตร A สูตรและสูตร B สูงกว่าอาหารสูตร C ที่เป็นสูตรอาหารมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเลซิตินและฟอสฟอรัส เมื่อพิจารณาขนาดของอาหารสำเร็จรูปพบว่า ปริมาณไขมันในอาหารทั้ง 4 ขนาด มีค่าน้อยแตกต่างกันโดยอาหารสูตร C เบอร์ 3 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดที่อาหารสูตรA ขนาดเบอร์ 3 (ตารางที่ 8 และ ภาพที่ 12)

3. ปริมาณกรดไขมัน ในอาหารสูตรA สูตร B สูตรC ที่ใช้ทดลองมี 4 ขนาด คือ อาหารเบอร์ 1 อาหารเบอร์ 2 อาหารเบอร์ 3 และอาหารเบอร์ 3L พบว่า อาหารทั้ง 3 สูตร มีกรดไขมันหลายชนิด เช่น 16: 0, 16: 1, 18: 0, 18: 1, 18: 1n-9, 20: 4n-6, 20: 5n-3 (EPA) และ 22: 6n-3(DHA) โดยพบว่าชนิดของกรดไขมัน 16: 0, 18: 1n-9, และ 22: 6n-3 มีปริมาณสูง

ปริมาณอีพีเอในอาหารสูตรA มีค่าอยู่ในช่วง 0.31-3.73 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 1.49 ± 0.56 มิลลิกรัมต่อกรัม) สูตร B มีค่าอยู่ในช่วง 0.47-4.38 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 1.54 ± 0.51 มิลลิกรัมต่อกรัม)และสูตร C มีค่าอยู่ในช่วง 0.55-2.90 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 1.33 ± 0.33 มิลลิกรัมต่อกรัม) ตามลำดับ

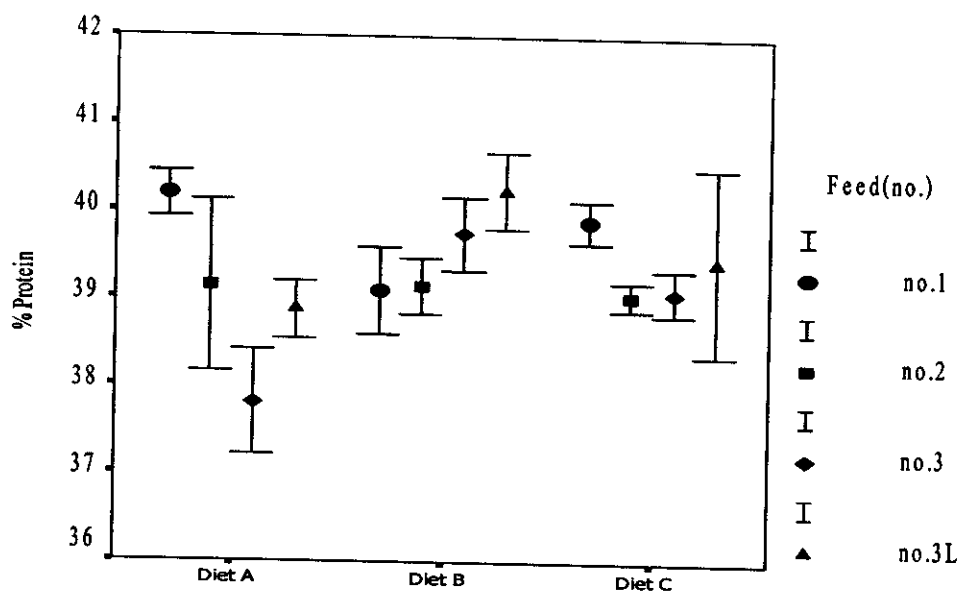
ปริมาณดีเอชเอในอาหารสูตรA มีค่าอยู่ในช่วง 3.08- 6.68 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 5.20 ± 0.76 มิลลิกรัมต่อกรัม) สูตร B มีค่าอยู่ในช่วง 1.72-8.10 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 4.05 ± 0.85 มิลลิกรัมต่อกรัม และสูตรC มีค่าอยู่ในช่วง 3.90- 6.86 มิลลิกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 5.79 ± 0.64 มิลลิกรัมต่อกรัม) ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอาหารสูตร A สูตร B และสูตร C มีค่าเฉลี่ยปริมาณอีพีเอและดีเอชเอในอาหารทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณเลซิดินและฟอสฟอรัส ในสูตร A เพิ่มเลซิดินอย่างเดียวในอาหารสูตร B และสูตร C ที่เป็นสูตรอาหารมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเลซิดินและฟอสฟอรัส ไม่มีผลทำให้มีปริมาณอีพีเอและดีเอชเอในอาหารทั้ง 3 สูตรแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาขนาดของอาหารสำเร็จรูปพบว่าอีพีเอและดีเอชเอในอาหารทั้ง 4 ขนาดมีค่าเล็กน้อยแตกต่างกัน อีพีเอในอาหารสูตร A เบอร์ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดที่อาหารสูตร A เบอร์ 3 ส่วนดีเอชเอในอาหารสูตร B เบอร์ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดที่อาหารสูตร B เบอร์ 3L (ตารางที่ 8, ภาพที่ 12 และ ภาพที่ 13)

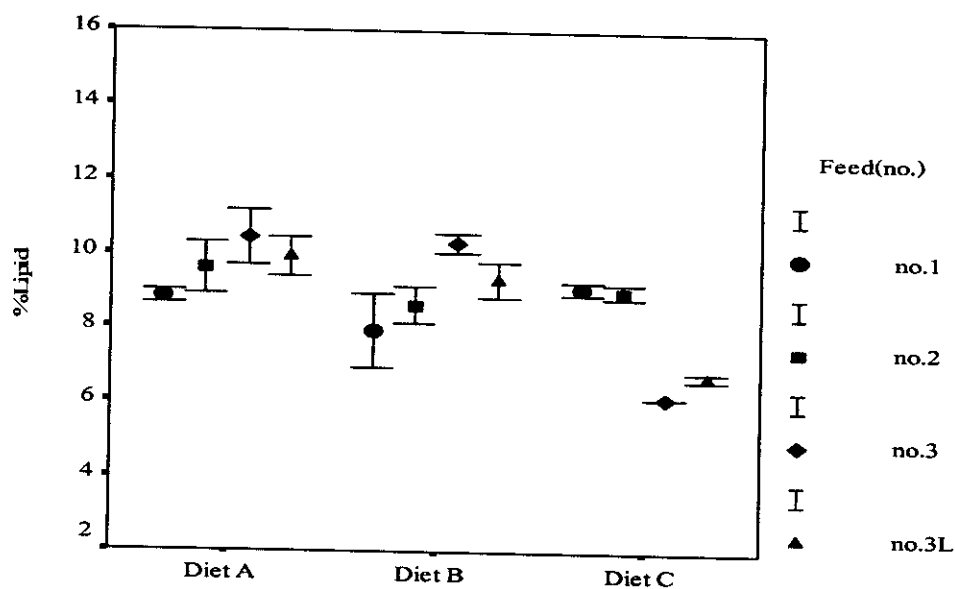
ตารางที่ 8 ปริมาณ โปรตีนและไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ในอาหารสำเร็จรูป สูตร A สูตร B และ สูตร C ที่ใช้เลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำ

บ่อที่	สูตรอาหาร	เบอร์อาหาร	%โปรตีน (เฉลี่ย $\pm$ S.E.)	%ไขมัน (เฉลี่ย $\pm$ S.E.)
บ่อทดลองที่ 1 และ บ่อทดลองที่ 2	A	1	40.19 $\pm$ 0.25	8.83 $\pm$ 0.16
		2	39.14 $\pm$ 0.99	9.59 $\pm$ 0.69
		3	37.81 $\pm$ 0.60	10.41 $\pm$ 0.74
		3L	38.87 $\pm$ 0.34	9.90 $\pm$ 0.53
		เฉลี่ย	39.00 $\pm$ 0.37 ^a	9.68 $\pm$ 0.30 ^a
บ่อทดลองที่ 3	B	1	39.09 $\pm$ 0.49	7.92 $\pm$ 0.99
		2	39.15 $\pm$ 0.32	8.63 $\pm$ 0.51
		3	39.75 $\pm$ 0.42	10.28 $\pm$ 0.26
		3L	40.24 $\pm$ 0.43	9.30 $\pm$ 0.37
		เฉลี่ย	39.55 $\pm$ 0.23 ^a	9.03 $\pm$ 0.37 ^a
บ่อทดลองที่ 4	C	1	39.89 $\pm$ 0.24	9.09 $\pm$ 0.17
		2	39.04 $\pm$ 0.16	9.00 $\pm$ 0.20
		3	39.08 $\pm$ 0.26	6.15 $\pm$ 0.01
		3 L	39.43 $\pm$ 1.07	6.73 $\pm$ 0.12
		เฉลี่ย	39.36 $\pm$ 0.26 ^a	7.74 $\pm$ 0.40 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรยกกำลังในแนวดิ่งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$)



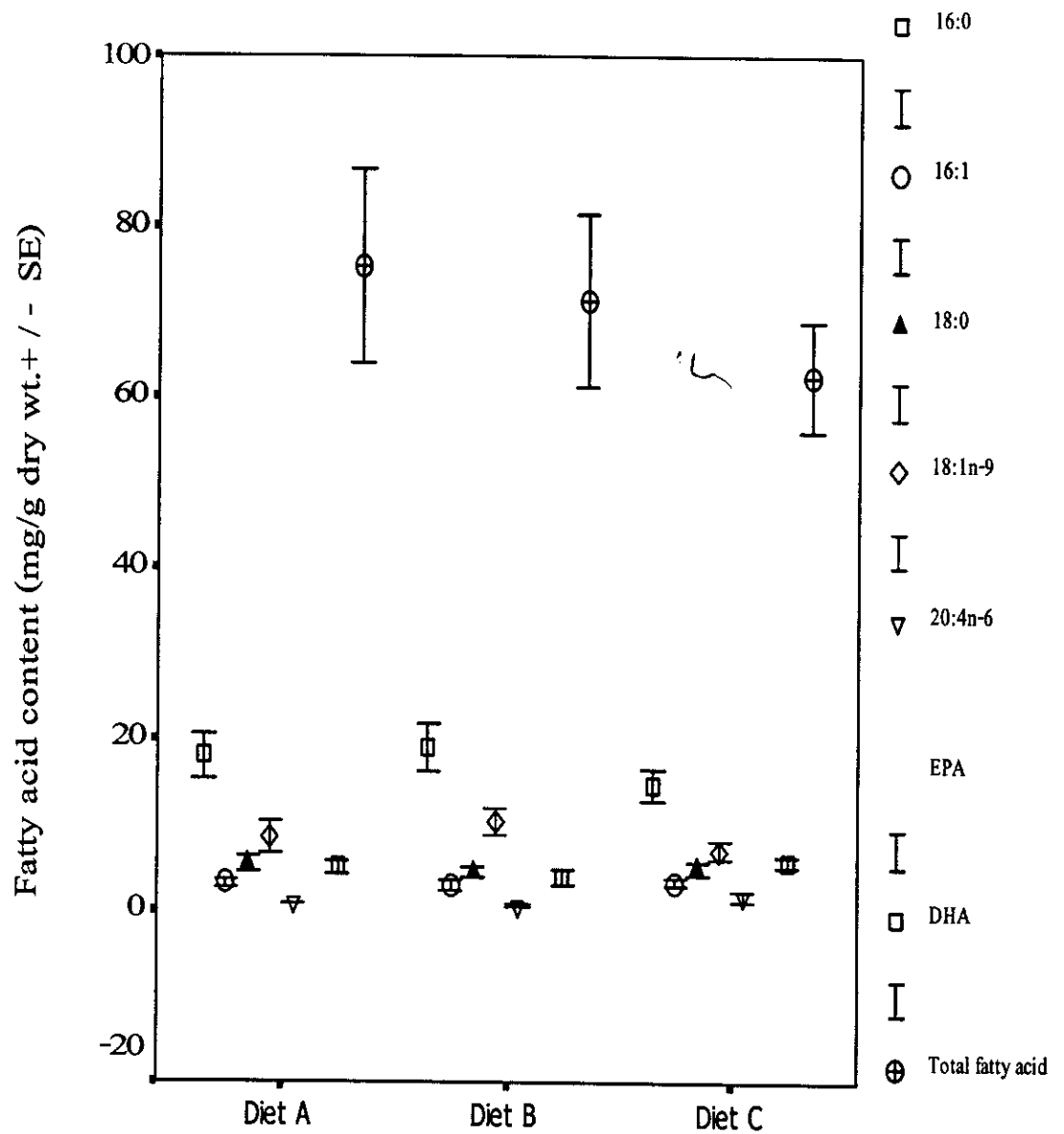
(ก)



(ข)

ภาพที่ 12 ปริมาณโปรตีน (ก) และไขมัน (ข) ในอาหารสำเร็จรูป 3 สูตร คือ สูตร A สูตร B และสูตร C และขนาดอาหาร 4 เบอร์ คือ 1, 2, 3 และ 3L ที่ใช้เลี้ยงกุ้ง ด้วยระบบความเค็มต่ำ

อาหารสูตร A (Diet A) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน
 อาหารสูตร B (Diet B) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเพียงเลซิดิน
 อาหารสูตร C (Diet C) คือ อาหารสำเร็จรูปที่ไม่ได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน

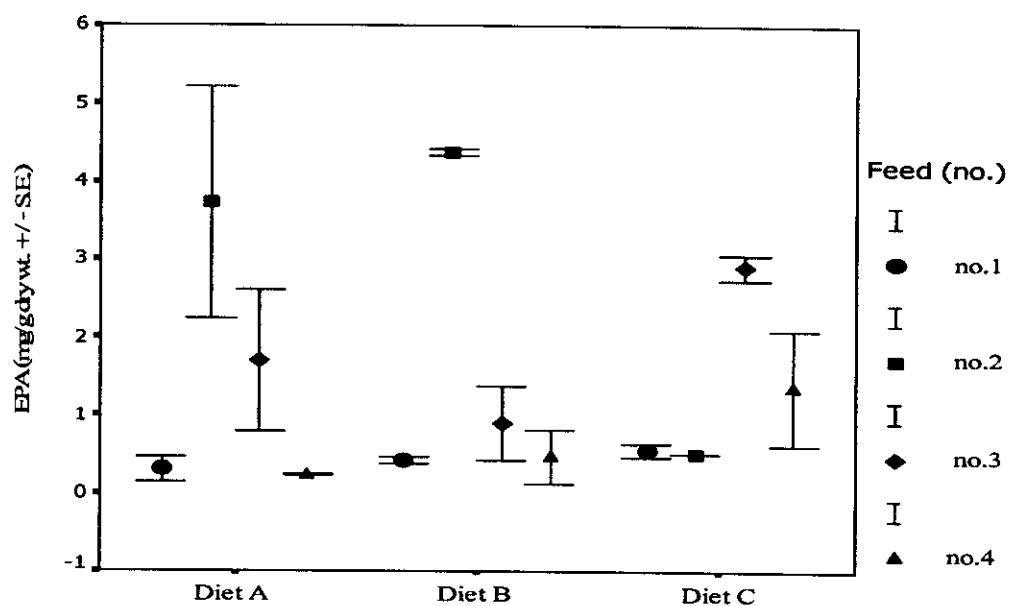


ภาพที่ 13 กรดไขมัน ชนิด 16: 0, 18: 0, 18: 1n-9, 20: 4n-6, 20: 5n-3 (EPA), 22: 6n-3 (DHA) และกรดไขมันรวม (Total Fatty Acid) ในอาหารสำเร็จรูป 3 สูตร คือ สูตร A สูตร B และสูตร C ที่ใช้เลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำ

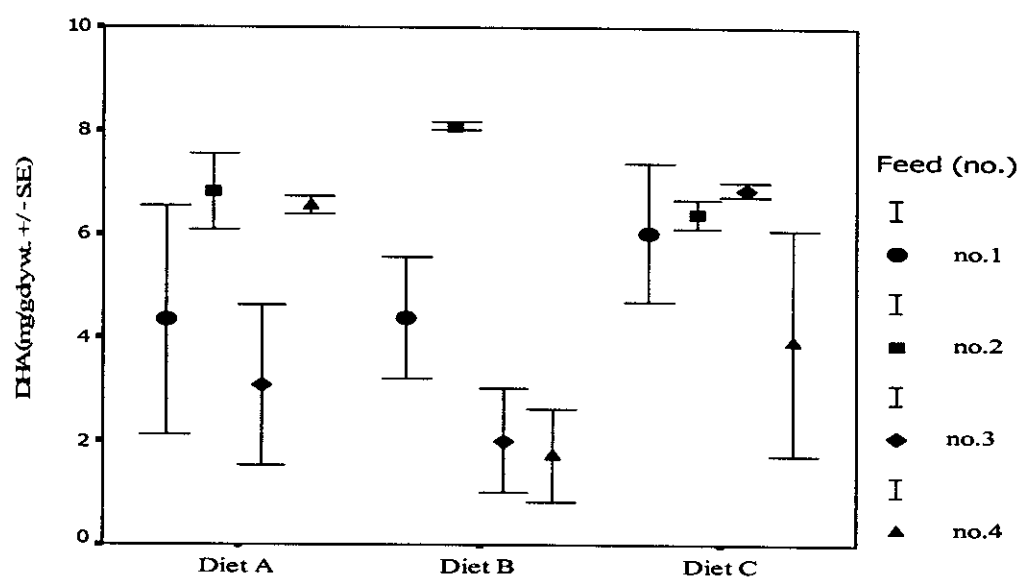
อาหารสูตร A (Diet A) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

อาหารสูตร B (Diet B) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเพียงเลซิดิน

อาหารสูตร C (Diet C) คือ อาหารสำเร็จรูปที่ไม่ได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 14 ปริมาณอีพีเอ (EPA) (ก) และดีเอชเอ (DHA) (ข) (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)
ในอาหารสำเร็จรูป 3 สูตร คือ สูตร A สูตร B และ สูตร C และขนาดอาหาร 4 เบอร์
คือ 1, 2, 3 และ 3L ที่ใช้เลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำ

อาหารสูตร A (Diet A) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

อาหารสูตร B (Diet B) คือ อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเพียงเลซิดิน

อาหารสูตร C (Diet C) คือ อาหารสำเร็จรูปที่ไม่ได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน

ตารางที่ 9 ปริมาณกรดไขมันในอาหารสูตร A สูตร B และสูตร C (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง) ที่ใช้เลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำ

กรดไขมัน	อาหารสูตร A					อาหารสูตร B					อาหารสูตร C				
	เค็มเต็มและเค็มพอเหมาะ (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)					เค็มเต็มและเค็มจืด (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)					ไม่เค็มเค็มเต็มและเค็มพอเหมาะ (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)				
	เบอร์ 1	เบอร์ 2	เบอร์ 3	เบอร์ 3L	เฉลี่ย	เบอร์ 1	เบอร์ 2	เบอร์ 3	เบอร์ 3L	เฉลี่ย	เบอร์ 1	เบอร์ 2	เบอร์ 3	เบอร์ 3L	เฉลี่ย
16:0	17.45±8.73	19.27±1.85	16.41±8.23	19.12±1.32	18.06±2.62	22.56±2.55	20.97±1.92	16.33±8.18	16.39±8.26	19.06±2.70	19.71±1.51	13.53±4.42	16.93±1.36	8.85±4.44	14.76±1.86
16:1	2.99±1.51	3.67±0.39	2.79±1.39	3.64±0.37	3.27±0.46	3.03±1.34	3.91±0.36	2.68±1.34	2.66±1.33	3.07±0.52	4.82±0.24	2.80±1.16	4.29±0.21	1.94±1.01	3.47±0.48
18:0	4.08±2.04	7.30±1.94	3.96±1.98	6.98±1.83	5.51±0.94	1.63±1.69	5.44±0.39	4.14±2.07	4.24±2.13	4.61±0.75	6.01±1.07	6.09±1.45	4.34±0.13	4.14±2.46	5.15±0.70
18:1n-9	10.56±5.28	9.02±3.56	8.24±4.13	7.07±3.36	8.72±1.81	11.98±1.27	13.69±0.34	8.16±4.08	7.79±3.91	10.40±1.45	8.90±2.28	6.39±2.48	7.69±0.03	5.77±3.12	7.19±1.04
20:4n-6	0.78±3.97	1.19±0.09	0.59±0.29	1.12±0.10	0.92±0.13	1.01±.15	1.32±0.03	0.43±0.21	0.21±0.21	0.74±0.15	3.06±2.27	1.35±0.06	1.45±0.06	0.72±0.38	1.78±0.59
Other	23.30±11.85	30.70±1.68	14.49±7.24	47.36±20.13	28.97±6.37	38.18±5.08	31.98±2.7	14.59±7.35	14.15±7.23	24.72±0.46	22.19±2.67	31.20±0.08	18.06±0.62	7.77±3.92	19.98±3.36
Total	66.83±33.60	84.73±5.95	54.31±27.20	95.91±20.71	75.44±11.37	90.40±9.69	93.50±6.45	52.11±26.05	49.33±24.79	71.33±10.18	7.95±8.74	73.39±2.78	66.80±3.36	35.96±18.25	62.52±6.43

หมายเหตุ ตัวอักษรยกกำลังในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คุณค่าทางอาหารในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงในระบบความเค็มต่ำ

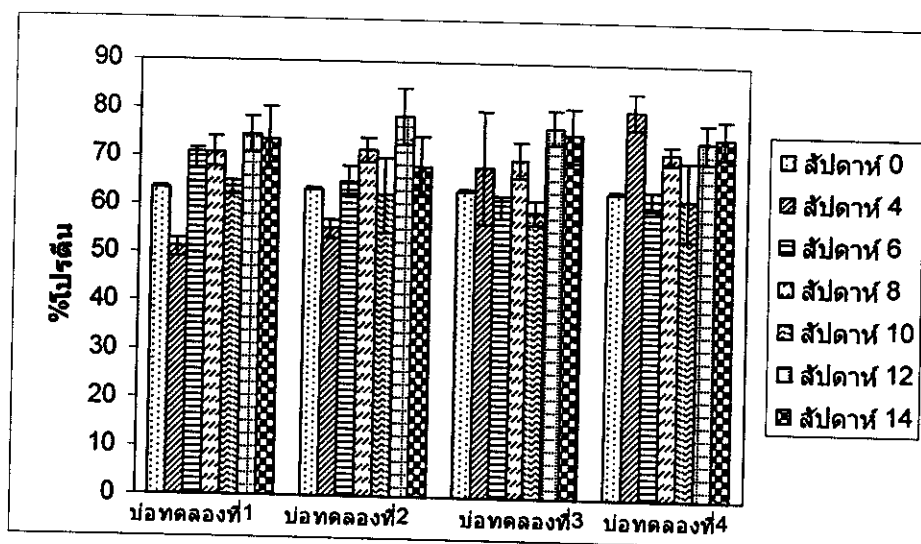
จากการศึกษาคุณค่าทางอาหารในเนื้อกุ้ง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งบ่อดทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งให้อาหารสูตร A ที่มีการเพิ่มปริมาณเลซิดินและฟอสฟอรัส บ่อดทดลองที่ 3 ให้อาหารสูตร B ที่มีการเติมเพียงเลซิดิน และบ่อดทดลองที่ 4 ให้อาหารสูตร C ไม่มีการเติมเลซิดินและฟอสฟอรัส ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งจากบ่อดทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 51.06-74.52 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 66.88 ± 1.28 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และ มีค่าโปรตีนอยู่ในช่วง 55.33-78.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 66.41 ± 1.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ บ่อดทดลองที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B มีค่าอยู่ในช่วง 61.51-76.84 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 67.79 ± 1.24 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และบ่อดทดลองที่ 4 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C มีค่าอยู่ในช่วง 61.97-80.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 69.74 ± 1.21 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) จากข้อมูลปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงโดยที่สองสัปดาห์สุดท้ายของการเลี้ยงมีค่าสูงสุด ดังตารางที่ 10 และรูปที่ 4-6 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในเนื้อกุ้งทั้ง 4 บ่อ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในเนื้อกุ้งบ่อดทดลองที่ 4 มีค่าสูงสุด และบ่อที่ 2 มีค่าต่ำสุด

ตารางที่ 10 ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ที่เลี้ยงด้วยระบบความเค็มต่ำ

ระยะเวลา ที่เลี้ยง	บ่อดทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.E.	บ่อดทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.E.	บ่อดทดลองที่ 3 ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.E.	บ่อดทดลองที่ 4 ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.E.
สัปดาห์ 0	63.46 $\pm$ 0.28	63.46 $\pm$ 0.28	63.46 $\pm$ 0.28	63.46 $\pm$ 0.28
สัปดาห์ 4	51.06 $\pm$ 1.82	55.33 $\pm$ 1.92	68.37 $\pm$ 11.55	80.25 $\pm$ 3.73
สัปดาห์ 6	70.63 $\pm$ 0.99	64.96 $\pm$ 3.43	61.51 $\pm$ 30.93	61.99 $\pm$ 1.57
สัปดาห์ 8	71.00 $\pm$ 3.14	71.58 $\pm$ 2.14	69.93 $\pm$ 3.78	71.56 $\pm$ 1.82
สัปดาห์ 10	63.63 $\pm$ 1.36	65.34 $\pm$ 7.83	59.15 $\pm$ 2.61	61.97 $\pm$ 8.17
สัปดาห์ 12	74.52 $\pm$ 3.85	78.70 $\pm$ 5.85	76.84 $\pm$ 3.65	74.09 $\pm$ 4.03
สัปดาห์ 14	73.88 $\pm$ 6.49	68.50 $\pm$ 6.08	75.27 $\pm$ 5.68	74.86 $\pm$ 4.00
เฉลี่ย	66.88 $\pm$ 1.28 ^a	66.41 $\pm$ 1.27 ^a	67.79 $\pm$ 1.24 ^a	69.74 $\pm$ 1.21 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 15 ปริมาณ โปรตีนในเนื้อกึ่ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ที่เลี้ยงด้วยระบบความเต็มต่ำ

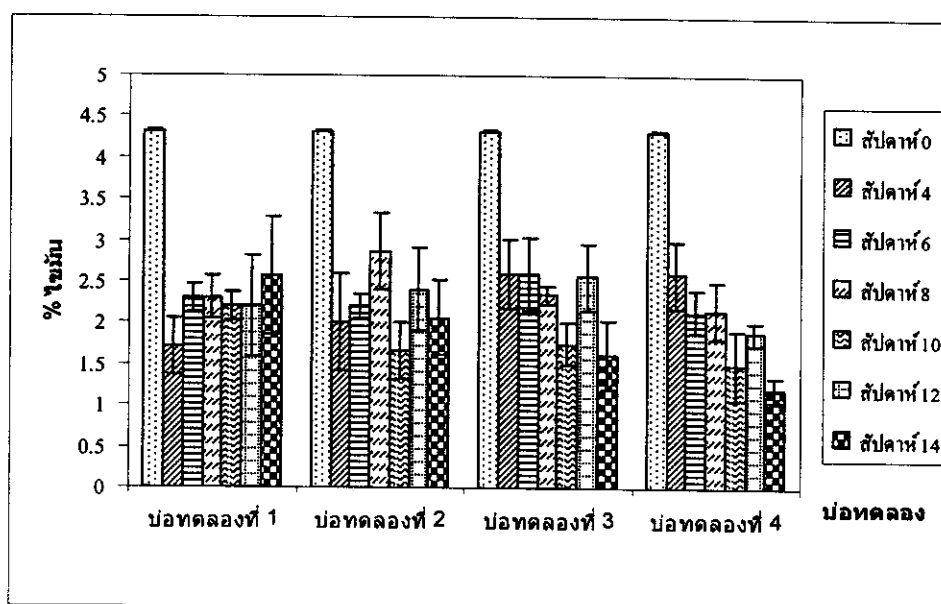
2. ปริมาณไขมันในเนื้อกึ่งบ่อทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งให้อาหารสูตร A บ่อทดลองที่ 3 ซึ่งให้อาหารสูตร B และบ่อทดลองที่ 4 ซึ่งให้อาหารสูตร C พบว่า ปริมาณไขมันในเนื้อกึ่งบ่อทดลองที่ 1 และ 2 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A มีค่าอยู่ในช่วง 1.72-4.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.52 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และมีค่าอยู่ในช่วง 1.66-4.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.51 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ บ่อทดลองที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B มีค่าอยู่ในช่วง 1.62-4.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.54 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) และบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C มีค่าอยู่ในช่วง 1.21-4.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.25 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) จากข้อมูลปริมาณไขมันในเนื้อกึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 16

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณไขมันเฉลี่ยในเนื้อกึ่งทั้ง 4 บ่อ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณไขมันเฉลี่ยในเนื้อกึ่งบ่อ 4 มีค่าต่ำสุด และบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณเลซีดินและฟอสฟอรัส ในสูตร A และเพิ่มเลซีดิน อย่างเดียวในอาหารสูตร B ส่งผลให้ปริมาณไขมันในเนื้อกึ่ง ในบ่อทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่ามากกว่าบ่อทดลองที่ 4 ที่ให้อาหารสูตร C ซึ่งเป็นสูตรอาหารมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเลซีดินและฟอสฟอรัส

ตารางที่ 11 ปริมาณไขมันในเนื้อกึ่ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ที่เลี้ยงด้วยระบบความเค็มต่ำ

ระยะเวลาที่เลี้ยง	บ่อทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ย±S.E.	บ่อทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ย±S.E.	บ่อทดลองที่ 3 ค่าเฉลี่ย±S.E.	บ่อทดลองที่ 4 ค่าเฉลี่ย±S.E.
สัปดาห์ 0	4.32±0.04	4.32±0.04	4.32±0.04	4.32±0.04
สัปดาห์ 4	1.72±0.35	2.02±0.59	2.60±0.42	2.59±0.40
สัปดาห์ 6	2.31±0.17	2.21±0.15	2.60±0.44	2.14±0.25
สัปดาห์ 8	2.32±0.25	2.87±0.48	2.35±0.11	2.15±0.34
สัปดาห์ 10	2.20±0.18	1.66±0.35	1.75±0.25	1.49±0.41
สัปดาห์ 12	2.20±0.61	2.41±0.51	2.57±0.41	1.88±0.14
สัปดาห์ 14	2.57±0.71	2.07±0.45	1.62±0.41	1.21±0.14
เฉลี่ย	2.52±0.13 ^a	2.51±0.14 ^a	2.54±0.14 ^a	2.25±0.15 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรยกกำลังในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)



ภาพที่ 16 ปริมาณไขมันในเนื้อกึ่ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง) ที่เลี้ยงด้วยระบบความเค็มต่ำ

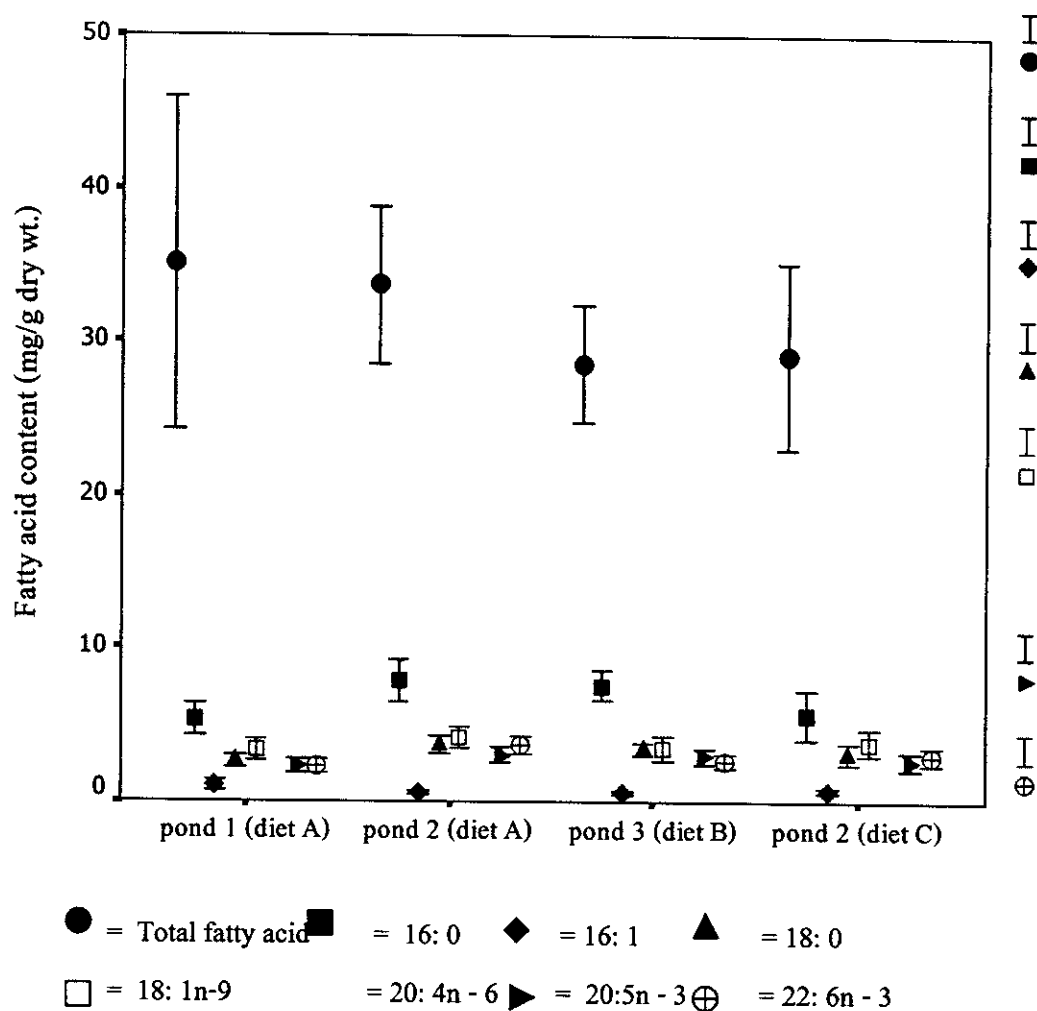
3. จากการศึกษาปริมาณกรดไขมันในเนื้อกุ้ง ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาปริมาณกรดไขมันในเนื้อกุ้งในบ่อทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งให้อาหารสูตร A บ่อทดลองที่ 3 ซึ่งให้อาหารสูตร B และบ่อทดลองที่ 4 ซึ่งให้อาหารสูตร C พบว่า กรดไขมัน ชนิด 16: 0, 16: 1, 18: 0, 18: 1, 18: 1n-9, 20: 4n-6, 20: 5n-3 (อีพีเอ) และ 22: 6n-3 (ดีเอช) ในแต่ละบ่อมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบว่าชนิดของกรดไขมัน 16: 0, 18: 1n-9, และ 22: 6n-3 มีปริมาณสูง แสดงตารางที่ 11 ดังภาพที่ 17

ปริมาณอีพีเอในเนื้อกุ้งบ่อทดลองที่ 1 และ 2 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A มีค่าอีพีเออยู่ในช่วง 0.67- 4.92 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.31 ± 0.46 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และมีค่าอีพีเออยู่ในช่วง 1.17- 4.92 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 3.06 ± 0.48 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ บ่อทดลองที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B มีค่าอีพีเออยู่ในช่วง 0.68-4.92 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 3.00 ± 0.52 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และบ่อทดลองที่ 4 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C มีค่าอีพีเออยู่ในช่วง 0.37- 1.99 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.63 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จากข้อมูลปริมาณอีพีเอในเนื้อกุ้ง มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 บ่อทดลองที่ 4 และน้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 บ่อทดลองที่ 4 (ตาราง 12 และภาพที่ 17)

ปริมาณดีเอชเอในเนื้อกุ้งบ่อทดลองที่ 1 และ 2 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A มีค่าอีพีเออยู่ในช่วง 1.04-3.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.32 ± 0.43 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และมีค่าดีเอชเออยู่ในช่วง 1.58- 6.16 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 3.73 ± 0.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ บ่อทดลองที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B มีค่าดีเอชเออยู่ในช่วง 1.11- 5.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.61 ± 0.46 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และ บ่อทดลองที่ 4 ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C มีค่าดีเอชเออยู่ในช่วง 0.46- 5.38 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่าเฉลี่ย 2.98 ± 0.61 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จากข้อมูลปริมาณดีเอชเอในเนื้อกุ้งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์ซึ่งมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 บ่อทดลองที่ 2 และน้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 บ่อทดลองที่ 4 (ตารางที่ 12 และภาพที่ 17)

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณอีพีเอและดีเอชเอเฉลี่ยในเนื้อกุ้งทั้ง 4 บ่อ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)



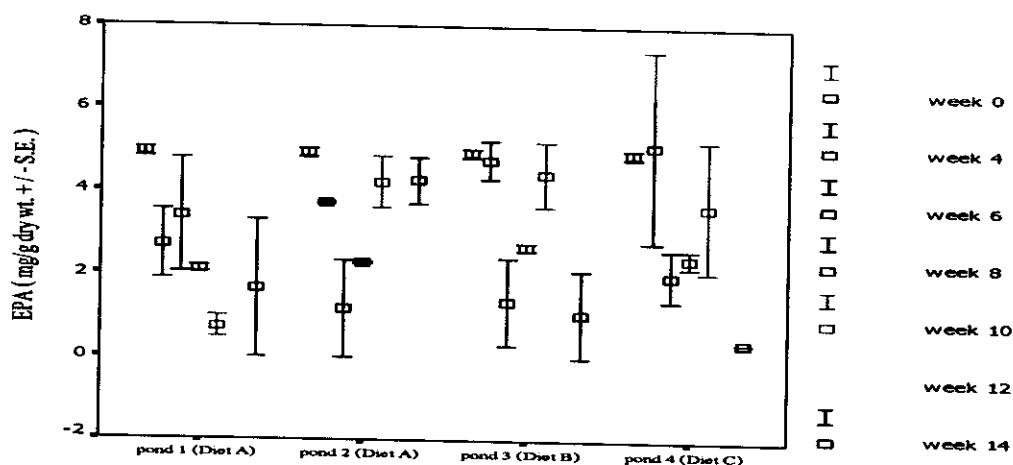
ภาพที่ 17 กรดไขมันชนิด 16:0, 18:0, 18:1n-9, 20:4n-6, 20:5n-3 (EPA), 22:6n-3 (DHA) และกรดไขมันรวม (Total Fatty Acid) ในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสามสูตร

Pond 1(Diet A) คือ บ่อทดลองที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร A ที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

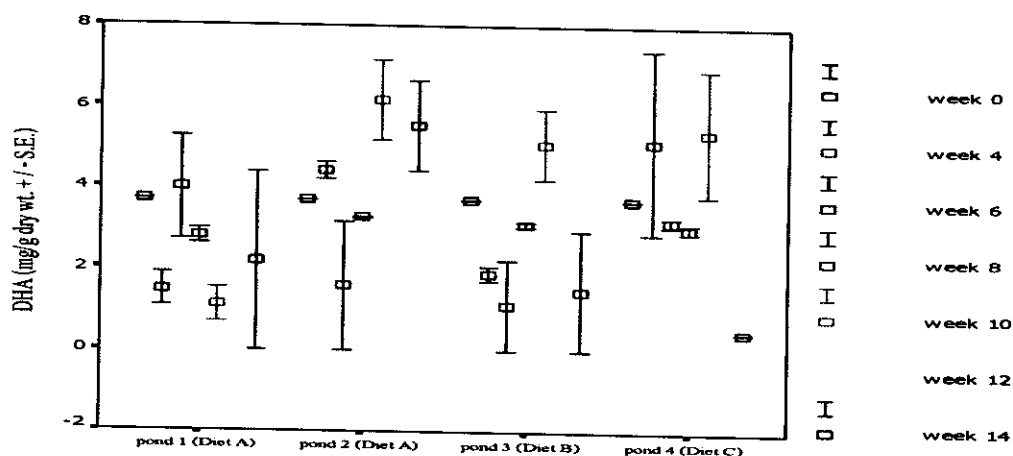
Pond 2 (Diet A) คือ บ่อทดลองที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร A ที่มีการเติมแคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

Pond 3 (Diet B) คือ บ่อทดลองที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร B อาหารสำเร็จรูปที่มีการเติมเพียงเลซิดิน

Pond 4 (Diet C) คือ บ่อทดลองที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร C อาหารสำเร็จรูปที่ไม่ได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 18 ปริมาณอีพีเอ (EPA) (ก) และดีเอชเอ (DHA) (ข) (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ในเนื้อ
กุ้งที่เลี้ยง ด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 3 สูตร คือ สูตร A สูตร B และสูตร C ที่ใช้เลี้ยงกุ้ง
ด้วยระบบความเค็มต่ำ

Pond 1(Diet A) คือ บ่อทดลองที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหาร สำเร็จรูปสูตร A ที่มีการเติม
แคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

Pond 2 (Diet A) คือ บ่อทดลองที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร A ที่มีการเติม
แคลเซียมฟอสเฟต และเลซิดิน

Pond 3 (Diet B) คือ บ่อทดลองที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร B อาหารสำเร็จรูป
ที่มีการเติมเพียงเลซิดิน

Pond 4 (Diet C) คือ บ่อทดลองที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสูตร C อาหารสำเร็จรูป
ที่ไม่ได้เติมแคลเซียมฟอสเฟตและเลซิดิน

ตารางที่ 12 ปริมาณกรดไขมันในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารของสูตร A, สูตร B และสูตร C (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง) ที่ใช้เลี้ยงกุ้ง ด้วยระบบความเค็มต่ำ

กรดไขมัน	บ่อทดลองที่ 1		บ่อทดลองที่ 2		บ่อทดลองที่ 3		บ่อทดลองที่ 4	
	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร A	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร B	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C	เลี้ยงด้วยอาหารสูตร C
	เดมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต	เดมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต	เดมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต	เดมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต	เดมเลชิติน	เดมเลชิติน	ไม่เติมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต	ไม่เติมเลชิตินและแคลเซียมฟอสเฟต
	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)	พิสัย (ค่าเฉลี่ย ± S.E.)
16:0	1.37-11.01	5.33±3.91	0.35-13.30	7.87±1.35	3.11-12.79	7.56±0.98	0.84-13.65	5.65±1.59
16:1	0.57-2.62	1.07±0.37	0.37-0.58	0.56±0.15	0.26-1.25	0.60±0.15	0.08-1.42	0.72±0.18
18:0	0.88-4.95	2.60±1.48	1.59-6.18	3.70±2.32	1.55-4.95	3.44±0.42	3.12-6.04	3.12±0.72
18:1n-9	2.50-8.17	3.33±0.70	0.34-8.17	4.15±5.73	0.45-8.17	3.48±0.85	0.42-8.19	3.83±0.87
20:4n-6	1.04-1.78	1.78±0.22	0.61-2.28	0.61±2.78	0.56-2.35	1.46±0.23	0.49-2.79	1.53±0.31
20:5n-3	0.67-4.92	2.41±0.46	1.47-4.92	3.06±0.48	0.68-4.92	3.01±0.52	0.37-4.90	3.45±0.40
22:6n-3	1.04-3.70	2.39±0.43	1.38-3.16	3.23±0.60	1.11-3.03	2.61±0.46	0.43-3.06	2.93±0.61
Other	3.60-71.54	16.95±9.79	2.01-21.78	9.18±2.16	5.77-12.28	9.57±1.53	0.52-13.33	8.03±1.09
Total	7.13-82.44	35.13±10.85	13.0-949.93	33.70±5.15	14.29-47.71	28.52±3.76	5.20-47.71	29.09±6.06

หมายเหตุ ตัวอักษรยกกำลังในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)