หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลของการทดลอง

1. ผลของการวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอล

1.1 การทำกราฟมาตรฐานของโคเลสเตอรอล

ทำการศึกษาโดยเตรียมโคเลสเตอรอลบริสุทธิ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer เพื่อหาค่าความเข้มของแสง (Optical Density) ที่ช่วงคลื่นแสง 560 มิลลิไมครอน พบว่าความเข้มข้นของโคเลสเตอรอลและการดูดกลืนของแสงมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรง และความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ดังรูปที่ 2 ดังนี้

$$Y = 0.0199 + 0.8302X$$

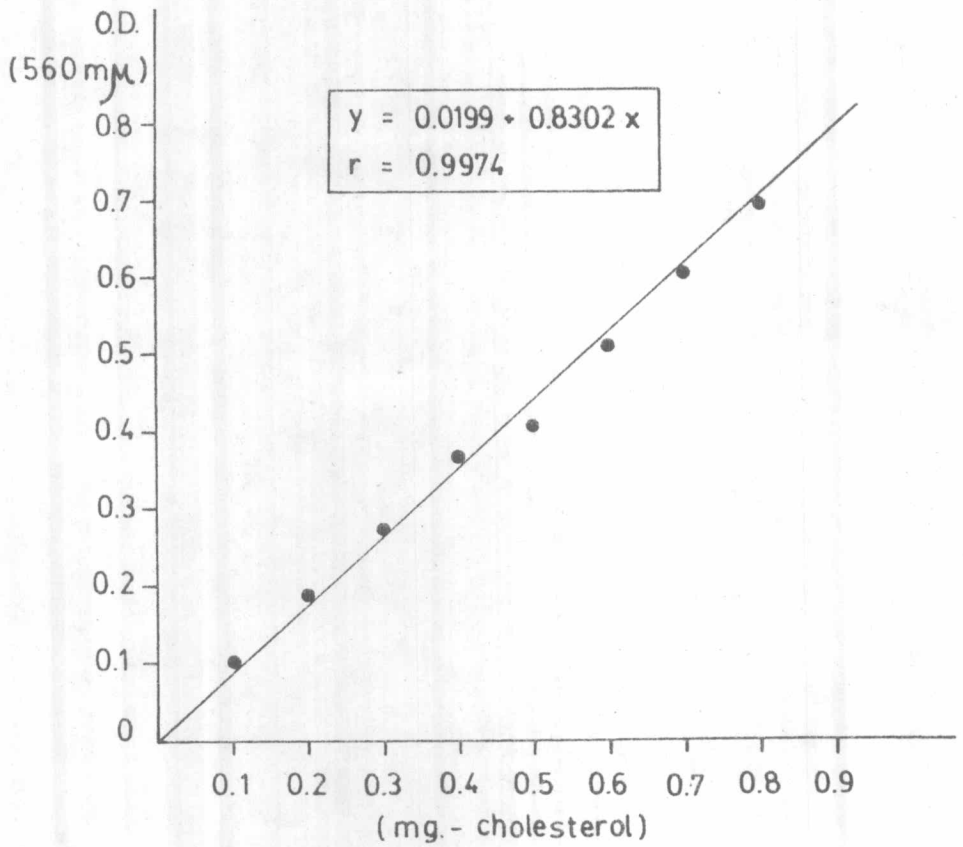
$$r = 0.997 \quad (d.f. = 7)$$

เมื่อ Y คือค่าความเข้มของแสง หรือ Optical Density (O.D.)

X คือความเข้มข้นของโคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลในส่วนประกอบของอาหาร

นำตัวอย่างวัสดุดิบและอาหารกุ้งมาสกัดเอาโคเลสเตอรอลออก แล้วนำมาตรวจสอบหาปริมาณโคเลสเตอรอลโดยวิธีเดียวกับ 1.1 และเทียบค่า O.D. กับกราฟรูปที่ 2 เพื่อหาปริมาณโคเลสเตอรอลดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5 พบว่าปริมาณโคเลสเตอรอลมีค่าสูงในน้ำมันปาล์ม น้ำมันตับปลาและมันกุ้งอบ ปริมาณโคเลสเตอรอลมีค่าต่ำในน้ำมันข้าวโพด สำหรับในอาหารตัวอย่างพบว่าอาหารที่เตรียมจากเนื้อปลา (สูตร FE) มีโคเลสเตอรอลอยู่ในระดับ 1.58 กรัม/100 กรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าอาหารสูตร FEC และ FES



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสง กับความเข้มข้นของโคเลสเตอรอล

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโคเลสเตอรอลในอาหารบางชนิดและวัสดุจำพวกน้ำมัน

ชนิดของอาหาร	ปริมาณ (% w/w)
มันกุ้งอบ	2.720
น้ำมันข้าวโพด	0.980
น้ำมันตับปลา	5.125
น้ำมันปาล์ม	6.676
อาหารสูตร FE	1.580
อาหารสูตร FEC	1.760
อาหารสูตร FES	2.480

2. การวิเคราะห์หาคุณค่าของอาหาร

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารกุ้งทั้ง 10 ชนิด ดังตารางที่ 6 พบว่าอาหารสูตรทั้งหมดมีความชื้นสูงกว่า 50% โดยพบว่าอาหารสูตร FE, FEC, Mp (c.o.) และ MpC (c.o.) มีความชื้นสูงเกิน 72% ของน้ำหนักอาหาร อาหารสูตร Mp (c.o.) มีความชื้นสูงที่สุดคือ 76.68% อาหารที่มีความชื้นต่ำที่สุด คืออาหารสูตร MpS (c.o.) และ MpS (p.o.) ซึ่งมีความชื้นประมาณ 50% เท่านั้น

โปรตีน พบว่าอาหารสูตรสำเร็จที่เตรียมขึ้นมีระดับโปรตีนอยู่ในระดับตั้งแต่ 10.43% ถึง 27.93% ของน้ำหนัก ส่วนมันกุ้งอบแห้งพบว่ามีโปรตีนสูงถึง 63.07% ของน้ำหนัก อาหารสูตร Mp (c.o.) และ MpC (c.o.) เป็นอาหารที่มีปริมาณของโปรตีนต่ำที่สุด คือ 10.43% และ 11.74% อาหารสูตร MpS (p.o.) MpS (c.o.) และ FES มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ และมีปริมาณโปรตีน 27.92. 26.87 และ 24.66% ตามลำดับ

ไขมัน พบว่าอาหารสูตรสำเร็จทั้ง 10 สูตร มีปริมาณไขมันอยู่ในระดับตั้งแต่ 1.46% ถึง 6.62% ของน้ำหนักอาหาร ในมันกุ้งอบแห้งพบว่ามีไขมันสูงที่สุดคือ 20.87% และมีผลทำให้อาหารที่เติมมันกุ้งสูตร FES, MpS (c.o.) และ MpS (p.o.) มีปริมาณสูงกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ ด้วย คือมีปริมาณ 6.56, 6.20 และ 6.62% ตามลำดับ อาหารสูตรที่มีปริมาณไขมันต่ำได้แก่ อาหารสำเร็จที่เตรียมจากคาเซอีน โดยไม่เติมมันกุ้งหรือโคเลสเตอรอล ซึ่งมีปริมาณไขมันต่ำกว่าระดับ 1.7% และอาหารสูตร MpSoy (p.o.) มีปริมาณไขมันต่ำที่สุดคือ 1.46%

คาร์โบไฮเดรต พบว่าปริมาณอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 13.08% มีปริมาณต่ำที่สุดในอาหารที่เตรียมจากเนื้อปลา (สูตร FE, FEC และ FES) คือมีปริมาณ 0.76%, 0.25% และ 0.66% ของน้ำหนักอาหาร คาร์โบไฮเดรตมีปริมาณสูงในอาหารที่เติมตัวยึดอาหาร (binder) พวก agar และ Carboxy Methyl

ตารางที่ 6 ผลของการวิเคราะห์คุณค่าอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (ปริมาณคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)

ชนิดของอาหาร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	โคเลส-เตอรอล	คาร์โบ-ไฮเดรท	เถ้า
มันกุ้งอบ	14.22	63.07	20.87	2.72	0.01	1.83
FE	74.43	19.29	3.74	1.58	0.76	1.78
FEC	72.69	20.69	4.68	1.76	0.25	1.70
FES	66.16	24.66	6.56	2.48	0.66	1.96
Mp (c.o.)	76.68	10.43	1.58	0.06	6.30	5.01
MpC(c.o.)	75.11	11.74	2.56	1.06	6.52	4.07
MpS(c.o.)	51.11	26.86	6.20	1.05	11.07	4.76
Mp (p.o.)	59.83	18.06	1.68	0.20	13.08	7.35
MpS(p.o.)	50.03	27.92	6.62	1.19	8.42	7.01
MpA(p.o.)	61.86	19.86	1.63	0.52	10.25	6.40
MpSoy (p.o.)	63.23	19.39	1.46	0.20	10.03	5.90

Cellulose ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหารจำพวกเดียวกับแป้ง ได้แก่อาหารสูตร MpC (c.o.), MpS (c.o.), Mp (p.o.), MpS (p.o.)และ MpSoy(p.o.) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในระดับ 6.30% ถึง 13.08% และอาหารสูตร Mp (p.o.) มีคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดคือ 13.08%

เถ้าหรือกากอาหาร พบว่ามีลักษณะคล้ายกับคาร์โบไฮเดรต คือมีปริมาณน้อยในอาหารที่เตรียมจากเนื้อปลา และมีปริมาณสูงในอาหารที่เตรียมจากคาเซอีนสูตร Mp (c.o.) ถึง MpSoy (p.o.) ปริมาณเถ้าในอาหารเตรียมจากเนื้อปลามีค่า 1.70 ถึง 1.96% ส่วนที่เตรียมจากคาเซอีนมีค่า 4.07 ถึง 7.35% โดยพบว่าอาหารสูตร Mp (p.o.) มีปริมาณของเถ้าสูงที่สุดคือ 7.35%

สำหรับโคเลสเตอรอลพบว่าในอาหารสูตรทั้งหมดมีปริมาณโคเลสเตอรอลอยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 2.48% อาหารที่ผสมคาเซอีนไม่เติมมันกุ้งหรือโคเลสเตอรอลมีปริมาณโคเลสเตอรอลต่ำที่สุดคือ 0.06 ถึง 0.20% อาหารสูตร FES มีปริมาณโคเลสเตอรอลสูงที่สุดคือ 2.48% รองลงไปคืออาหารที่ผสมเนื้อปลาสูตร FEC และ FE ซึ่งมีโคเลสเตอรอล 1.76 และ 1.58% ตามลำดับ อาหารที่เหลือสูตร MpS (c.o.) และ MpS (p.o.) มีโคเลสเตอรอล 1.05 ถึง 1.19%

3. ผลของอาหารสูตรต่อการขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

3.1 ผลของการเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนด้วยอาหารชนิดเดียวตลอด 24 ชั่วโมง

การทดลองนี้เลือกอาหารสูตรที่มีส่วนประกอบที่ต่างกัน 5 ชนิด คือ อาหารตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย, อาหารสูตร Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) ใช้เวลาทดลอง 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน ผลการทดลองดังตารางที่ 7 และรูปที่ 3 พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (ตามขั้นตอนการพัฒนาของ Ling 1969) ที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอายุ 24 – 48 ชั่วโมง มีการเจริญดีที่สุด และการเจริญเติบโตนี้สามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียวตลอด 24 ชั่วโมง (คิดจำนวนเป็นร้อยละ)

อายุหลังฟัก	ขั้นตอน (stage *)	Artemia salina	สูตร FE	สูตร FES	สูตร Mp(c.o.)	สูตร MpS(c.o.)
วันแรก	I	100	100	100	100	100
สัปดาห์ที่ 1	II	55	55	55	55	55
	III	40	40	40	40	40
	IV	5	5	5	5	5
สัปดาห์ที่ 2	II	20	50	40	50	40
	III	80	35	40	30	40
	IV	–	15	10	20	10
	V	–	–	10	–	10
สัปดาห์ที่ 3	III	–	10	–	–	–
	IV	–	70	20	60	30
	V	10	20	30	40	30
	VI	40	–	30	–	30
	VII	50	–	20	–	10
สัปดาห์ที่ 4	V	–	–	–	–	10
	VI	10	60	30	60	40
	VII	70	40	50	40	40
	VIII	20	–	20	–	10
สัปดาห์ที่ 5	VI	–	–	10	30	40
	VII	10	80	40	60	40
	VIII	90	20	50	10	20
สัปดาห์ที่ 6	VI	–	–	–	–	–
	VII	–	20	–	30	40
	VIII	100	80	100	70	60

* ขั้นตอนการพัฒนาของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนศึกษาตามแบบ Ling (1969)

$$Y_{ar} = 1.2321 + 1.2893X,\ r = 0.94;\ b = 76.20$$

เมื่อ Y คือขั้นตอนการพัฒนาหรือ stage of develoment

X คืออายุของกุ้งเป็นสัปดาห์

และกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp (c.o.) ให้การเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญช้าที่สุด โดยมีสมการของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ คือ

$$Y\ Mp\ (c.o.) = 1.821 + 1.1250X,\ r = 0.90;\ t = 55.92$$

ส่วนกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE, FES และ Mp (p.o.) มีสมการของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญตามลำดับดังนี้

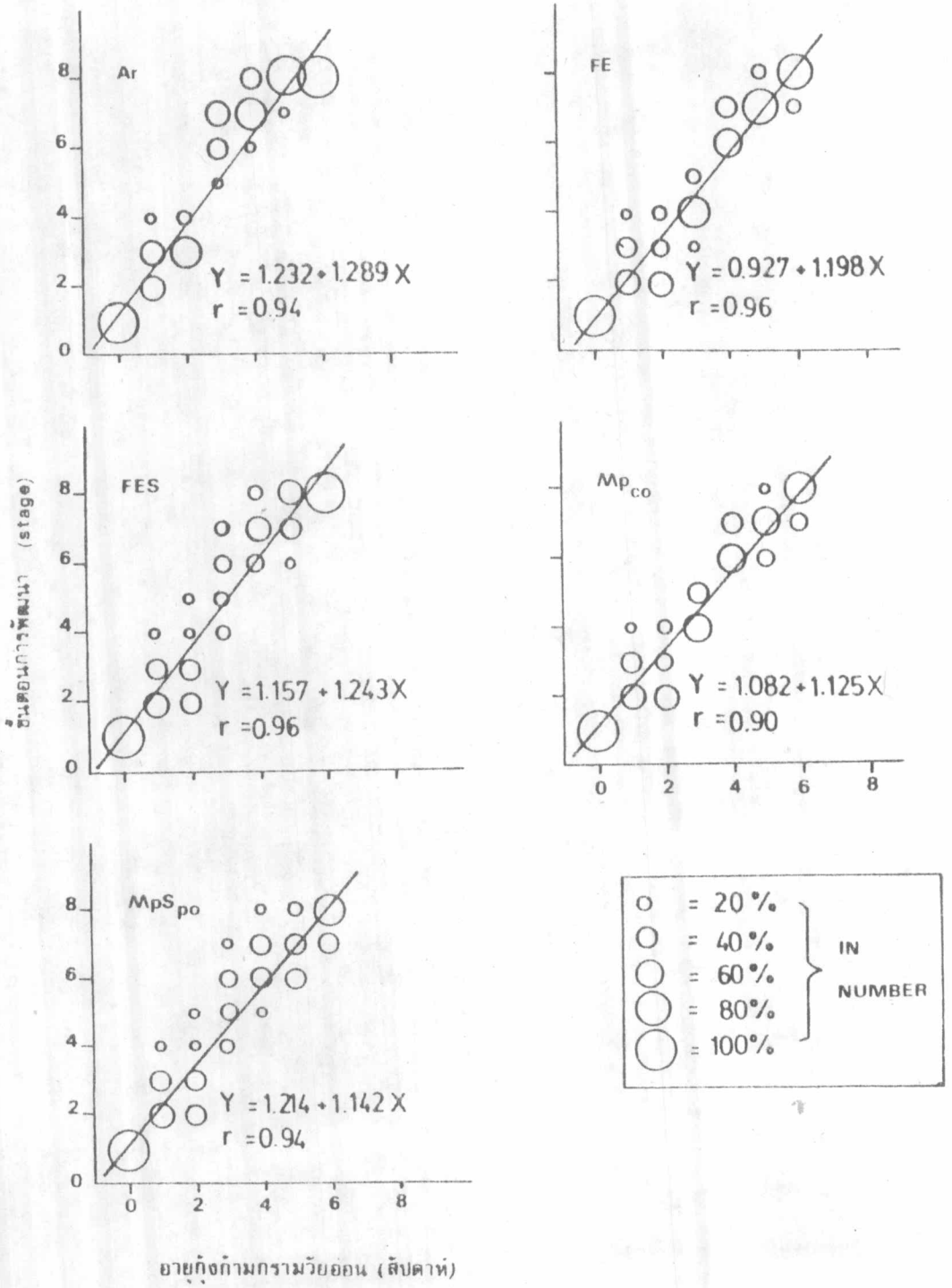
$$Y\ FE = 0.9268 + 1.1982X,\ r = 0.96;\ t = 94.36$$

$$Y\ FES = 1.1570 + 1.2429X,\ r = 0.96;\ t = 90.05$$

และ $$Y\ Mp\ (p.o.) = 1.2142 + 1.1429X,\ r = 0.94;\ t = 70.45$$

การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีโคเวเรียน (Analysis of covariance) ของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ดังผลในตารางที่ 8 พบว่ากุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรทั้ง 5 ชนิด มีการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P 0.01) และจากการเทียบสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด พบว่ากุ้งมีการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญดีที่สุดเรียงตามลำดับดังนี้ ตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย, อาหารสูตร FES, FE, MpS (p.o.) และ Mp (c.o.)

และเพื่อหาความแตกต่างของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของอาหารแต่ละสูตร จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่า F-test ดังตารางที่ 9 พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมตลอด 24 ชั่วโมง (Ar – เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย, FE – อาหารสูตร FE, FES – อาหารสูตร FES, Mp (c.o.) – อาหารสูตร Mp (c.o.) และ MpS (p.o.) – อาหารสูตร MpS (p.o.))

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์โคเวเรียนของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง

Treatment (อาหาร)	Reg. Coef.	Deviation from regression		
		d.f.	S.S.	M.S.
Artemia salina	1.2893	698	558.6786	0.8004
สูตร FE	1.1982	698	314.6911	0.4508
สูตร FES	1.2429	698	371.7571	0.5326
สูตร Mp(c.o.)	1.1250	698	789.9500	1.1317
สูตร MpS(c.o.))	1.1429	698	513.5571	0.7358
		3.490	2548.6339	0.7303
Pooled	1.1996	3.494	2600.9982	0.7444
difference between slopes		4	54.3643	13.0911
Comparison of slopes:		= $13.0911/0.7303$		
		= 17.9256^{**} (d.f. 4,3490)		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่า F ของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียวตลอด 24 ชั่วโมง

ชนิดของอาหาร	Artemia salina	สูตร FE	สูตร FES	สูตร Mp(c.o.)	สูตร MpS(c.o.)
Artemia salina	–				
สูตร FE	** 18.5607				
สูตร FES	* 4.5280	*5.6746			
สูตร Mp (c.o.)	** 39.1116	**9.4837	**23.3554		
สูตร MpS (c.o.)	** 39.0828	**7.1704	**22.0752	0.4781	

(d.f. 1,1396)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

(P 0.5) ส่วนอาหารคู่อื่น ๆ นั้น ให้ค่าของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 ผลของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับกับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

การทดลองนี้ใช้อาหารสำเร็จที่มีส่วนประกอบของอาหารต่าง ๆ กัน 10 ชนิด คือ FE, FEC, FES, Mp (c.o.), MpC (c.o.), MpS (c.o.), Mp (p.o.), MpS (p.o.), MpA (p.o.)และ MpSoy (p.o.)เลี้ยงสลับกับตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอย่างละ 12 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 10 และรูปที่ 4 พบว่ากุ้งแต่ละการทดลองมีการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

อาหารสูตร FE, $Y = 1.6429 + 1.2107X$, $r=0.92$; $t=61.54$

อาหารสูตร FEC, $Y = 1.6821 + 1.1893X$, $r=0.92$; $t=60.23$

อาหารสูตร FES, $Y = 1.6177 + 1.2179X$, $r=0.91$; $t=59.67$

อาหารสูตร Mp (c.o.), $Y = 1.4536 + 1.0857X$, $r=0.93$; $t=64.77$

อาหารสูตร MpC (c.o.), $Y = 1.3963 + 1.2679X$, $r=0.95$; $t=84.34$

อาหารสูตร MpS (c.o.), $Y = 1.4249 + 1.2679X$, $r=0.96$; $t=85.17$

อาหารสูตร Mp (p.o.), $Y = 1.4287 + 1.2714X$, $r=0.95$; $t=81.72$

อาหารสูตร MpS (p.o.), $Y = 1.2191 + 1.4857X$, $r=0.97$; $t=99.18$

อาหารสูตร MpA,(p.o.), $Y = 1.3715 + 1.2714X$, $r=0.96$; $t=92.39$

อาหารสูตร MpSoy (p.o.), $Y = 1.4144 + 1.2714X$, $r=0.95$; $t=82.18$

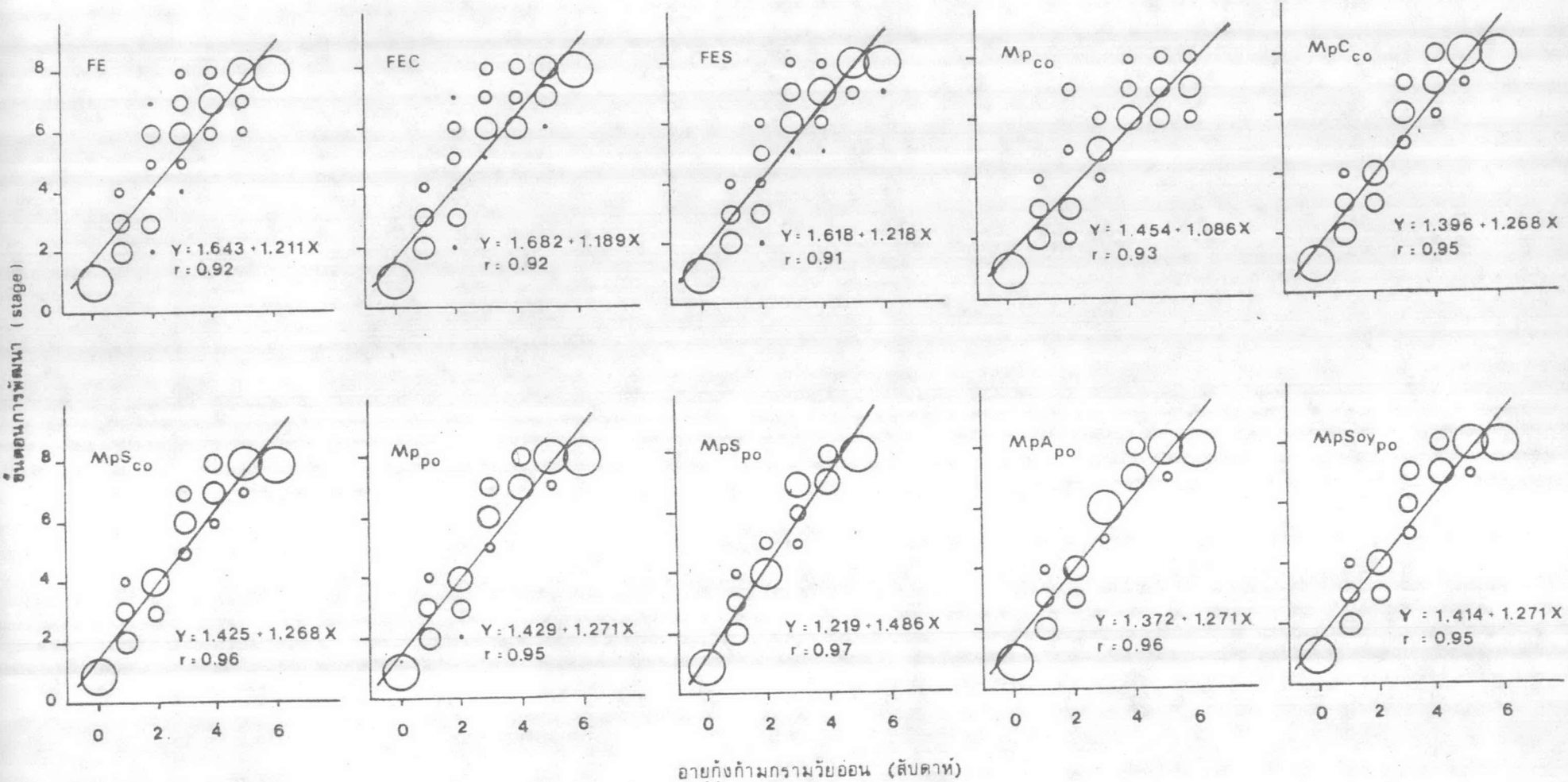
เมื่อ Y คือการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามตามขั้นตอนของการพัฒนา หรือ stage of development

X คืออายุของกุ้งเป็นสัปดาห์

ตารางที่ 10 ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง (จำนวนคิดเป็นร้อยละ)

อายุหลังฟัก	ขั้นตอน* (stage)	ชนิดอาหาร									
		FE	FEC	FES	Mp (c.o)	MpC (c.o.)	MpS (c.o)	Mp (p.o)	MpS (p.o)	MpA (p.o.)	MpSoy (p.o.)
วันแรก	I	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
สัปดาห์ที่ 1	II	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	III	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	IV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
สัปดาห์ที่ 2	II	5	5	5	20	–	–	–	–	–	–
	III	40	40	40	45	40	30	40	–	40	40
	IV	5	5	–	–	60	70	60	80	60	60
	V	12.5	15	15	15	–	–	–	20	–	–
	VI	35	30	27.5	–	–	–	–	–	–	–
	VII	2.5	5	7.5	20	–	–	–	–	–	–
	VIII	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
สัปดาห์ที่ 3	III	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	IV	2.5	–	–	15	–	–	–	–	–	–
	V	5	2.5	5	60	20	20	10	10	10	10
	VI	52.5	52.5	47.5	15	50	50	50	30	90	40
	VII	32.5	32.5	35	5	30	30	40	60	–	40
	VIII	7.5	12.5	12.5	5	–	–	–	–	–	–
สัปดาห์ที่ 4	V	–	–	2.5	–	–	–	–	–	–	–
	VI	22.5	45	20	65	10	–	–	–	–	–
	VII	55	20	65	25	50	60	60	60	60	60
	VIII	22.5	35	12.5	10	40	40	40	40	40	40
สัปดาห์ที่ 5	V	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	VI	5	5	–	40	–	–	–	–	–	–
	VII	25	50	20	42.5	10	10	10	–	10	10
	VIII	70	45	80	17.5	90	90	90	100	90	90
สัปดาห์ที่ 6	VI	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–
	VII	–	–	5	50	–	–	–	–	–	–
	VIII	100	100	95	30	100	100	100	100	100	100

* ขั้นตอนการพัฒนาของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนศึกษาตามแบบ Ling (1969)



รูปที่ 4 ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอย่างละ 12 ชั่วโมง (อักษรแต่ละตัวบนกราฟแทนการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรนั้น)

แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) มีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญสูงที่สุดคือ 1.4857 และอาหารสูตร Mp (c.o.) มีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญต่ำที่สุดคือ 1.0857

การวิเคราะห์ผลของอาหารทั้งหมดต่อขั้นตอนการเจริญด้วย analysis of covariance พบว่าอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 10 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P 0.01) ดังผลในตารางที่ 11 และพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp (c.o.) มีการขั้นตอนการเจริญช้าที่สุด (b = 0.6571) อาหารสูตร MpS (p.o.) มีขั้นตอนการเจริญดีที่สุด (b = 1.4857)

และจากการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของขั้นตอนการเจริญของกุ้งวัยอ่อนกับอาหารแต่ละคู่ด้วยการเปรียบเทียบค่า F-test ของโคเวเรียน ดังตารางที่ 12 พบว่าขั้นตอนการเจริญของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FEC, Mp (c.o.)และ MpS (p.o.) มีความแตกต่างกับอาหารสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

อาหารสูตร FE มีขั้นตอนการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารสูตร MpC (c.o.), MpS (c.o.), MpS (p.o.), MpA (p.o.) และ MpSoy (p.o.) และอาหารสูตร FES มีขั้นตอนการเจริญแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารสูตร Mp (p.o.), MpA (p.o.) และ MpSoy (p.o.)

อาหารที่ให้ขั้นตอนการเจริญไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญมีอาหารสูตร FE, FEC และ FES อาหารสูตร MpC (c.o.), MpS (c.o.), Mp(p.o.), MpA (p.o.) และ MpSoy (p.o.) และอาหารสูตร FES, MpC (c.o.) และ MpS (c.o.)

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์โคเวเรียนของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรสลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอย่างละ 12 ชั่วโมง

Treatment (อาหาร)	Reg. coef.	Deviation from regression		
		d.f.	S.S.	M.S.
สูตร FE	1.2107	698	755.28	1.0821
สูตร FEC	1.1893	698	760.98	1.0902
สูตร FES	1.2179	698	870.51	1.2471
สูตร Mp (c.o.)	1.0857	698	548.38	0.7856
สูตร MpC (c.o.)	1.2679	698	441.11	0.6320
สูตร MpS (c.o.)	1.2679	698	432.51	0.6196
สูตร Mp (p.o.)	1.2714	698	472.41	0.6768
สูตร MpS (p.o.)	1.4857	598	234.44	0.3920
สูตร MpA (p.o.)	1.2714	698	369.61	0.5295
สูตร MpSoy (p.o.)	1.2714	698	467.11	0.6692
		6,880	5,352.34	0.7780
Pooled	1.2449	6,889	5,547.57	0.8053
difference between slopes		9	195.23	21.6922
Comparison of slopes:F		= $21.69/0.7780$		
		= 27.88 ** (d.f. 9,6880)		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่า F จากการวิเคราะห์เวเรียนของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

อาหารสูตร	FE	FEC	FES	Mp (c.o.)	MpC (c.o.)	MpS (c.o.)	Mp (p.o.)	MpS (p.o.)	MpA (p.o.)	MpSoy (p.o.)
FE	0									
FEC	0.5892									
FES	0.0601	0.9755								
Mp (c.o.)	23.4203**	16.0092**	24.0478**							
MpC (c.o.)	5.3292*	10.0337**	3.7145	65.5222**						
MpS (c.o.)	5.3708*	10.1060**	3.7390	72.7705**	.0159					
Mp (p.o.)	5.8674*	10.6959**	4.1789*	66.0402**	.0306	0.0309				
MpS (p.o.)	106.64**	123.22**	95.4350**	285.2351**	97.8403**	99.3156**	90.5742**			
MpA (p.o.)	6.4161*	11.6884**	4.5253*	73.4315**	.0344	0.0348	0.0166	106.13**		
MpSoy (p.o.)	5.8928*	10.7420**	4.1955*	66.3852**	.0307	0.0310	0.0149	91.5883**	0.0167	

(d.f. 1,1396)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

4. ผลของอาหารสูตรต่อเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

4.1 เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียวตลอด 24 ชั่วโมง

เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (7 สัปดาห์) ดังแสดงในตารางที่ 13 พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมียอายุ 24 – 28 ชั่วโมง มีเปอร์เซนต์การรอดสูงที่สุดคือ 26.35% (เปอร์เซนต์การรอดนี้คิดเฉพาะกุ้งที่คว่ำเท่านั้น) กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FES มีเปอร์เซนต์การรอดรองลงมาคือ 15.63% กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpS (p.o.) และ Mp (c.o.) มีเปอร์เซนต์การรอด 10.56 และ 5.50% ตามลำดับ และกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FE ให้เปอร์เซนต์การรอดต่ำที่สุดคือ 3.07%

ขั้นตอนการเจริญถึงขั้นคว่ำเป็นกุ้งวัยรุ่น (juveniles or post-larvae) ของกุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเติมมันกุ้งสูตร FES และ MpS (p.o.) มีความสามารถในการคว่ำเร็วกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารอื่น ๆ คือคว่ำประมาณวันที่ 30 หลังฟักเป็นตัว และกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp (c.o.) มีความสามารถในการคว่ำช้าที่สุดคือคว่ำเมื่อมีอายุ 35 วันหลังฟักเป็นตัว

จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีเวเรียน (Analysis of variance) ดังแสดงในตารางที่ 14 พบว่าเปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P 0.01) และจากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอาหารแต่ละคู่ด้วย pairwise test ดังตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนที่มีชีวิตของอาร์ทีเมีย มีเปอร์เซนต์รอดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ (ยกเว้นกับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FES มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ) อาหารสูตร FE และ FES มีเปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน และอาหารสูตร Mp (c.o.) และ FES ทำให้กุ้งมีเปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 13 เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง ในเวลา 48 วัน

ชนิดของอาหาร	การทดลองที่	จำนวนกุ้งคว่ำ				กุ้งคว่ำตัวแรก อายุ (วัน)
		ผลผลิต (ตัว)	การรอด (%)	จำนวน/L	จำนวนไมคว่ำ	
Artemia salina nauplii	1	1,235	24.7	2.47	48	35
	2	1,408	28.16	2.816	50	29
	3	1,310	26.2	2.62	59	35
เฉลี่ย		1,317.67	26.35	2.64	52.35	33
สูตร FE	1	302	6.04	0.60	22	32
	2	83	1.66	0.17	20	35
	3	76	1.52	0.15	11	34
เฉลี่ย		153.6	3.07	0.31	17.67	33.66
สูตร FES	1	786	15.72	1.57	5	34
	2	942	18.84	1.88	24	28
	3	617	12.34	1.23	115	32
เฉลี่ย		781.66	15.63	1.56	48	31.33
สูตร Mp (c.o.)	1	154	3.08	0.31	30	36
	2	411	8.22	0.82	122	34
	3	260	5.20	0.52	105	35
เฉลี่ย		275	5.5	0.55	85.67	35
สูตร MpS (c.o.)	1	545	10.9	1.09	135	28
	2	528	10.56	1.06	23.2	30
	3	512	10.24	1.02	259	39
เฉลี่ย		528.33	10.56	1.06	208.67	29.33

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ทางเวเรียนของเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยตัวอ่อนอาร์ทีเมีย, สูตร FE, FES, Mp(c.o.)และ MpS(p.o.) 24 ชั่วโมง

Source of variation	d.f.	S.S.	M.S.	F/ ratio
Between group	4	1028.86	257.22	257.22/5.39
Within group	10	53.94	5.39	= 47.72 **
Total	14	1082.80		(d.f. 4, 10)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดเดียว 24 ชั่วโมง แต่ละคู่โดยวิธี Pairwise test

สูตรอาหาร	Artemia salina	FE	FES	Mp (c.o.)	MpS (p.o.)
Artemia salina	-				
FE	** 69.84				
FES	** 32.16	**37.68			
Mp (c.p.)	** 62.56	7.28	*30.4		
MpS (p.o.)	** 47.36	22.48	15.2	15.2	

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

สำหรับอาหารสูตร FE-Mp (c.o.), FE-MpS (p.o.), FES-MpS(p.o.) และ Mp (c.o.) - MpS (p.o.) แต่ละคู่ไม่พบว่าให้เปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

4.2 ผลของเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

เปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 10 ชนิด สลับกับตัวอ่อนของอาร์ทีเมียดังตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซนต์รอดของกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลองของอาหารแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน และเปอร์เซนต์รอดเฉลี่ยของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 10 ชนิดนี้มีค่าตั้งแต่ 26.77% ถึง 49.36 หรือให้ผลผลิตเท่ากับ 2.68 ตัว/ลิตร ถึง 4.94 ตัว/ลิตร

อาหารที่เติมมันกุ้งเป็นส่วนประกอบ (สูตร FES, MpS (c.o.) และ MpS (p.o.)) มีเปอร์เซนต์รอดสูงกว่าอาหารที่ไม่เติมมันกุ้งคือมีเปอร์เซนต์รอด 49.36, 42.23 และ 45.60% ตามลำดับ และมีเปอร์เซนต์รอดสูงกว่าอาหารสูตรที่ไม่เติมมันกุ้งโดยเฉลี่ยประมาณ 13.6% อาหารที่ให้เปอร์เซนต์รอดของกุ้งต่ำที่สุดคืออาหารผสมเติมไข่ขาว (สูตร MpA (p.o.)) ซึ่งพบว่ามีเปอร์เซนต์รอดเพียง 26.77% เท่านั้น

สำหรับสัดส่วนของกุ้งที่ไม่กว่ำกับกุ้งที่คว่ำพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.1% สำหรับการทดลองทั้งหมด

ขั้นตอนการเจริญถึงขั้นคว่ำเป็นกุ้งวัยรุ่น พบว่าอาหารสูตร Mp (c.o.) มีการเจริญช้าที่สุด โดยกุ้งคว่ำตัวแรกจะพบเมื่อมีอายุเฉลี่ยประมาณ 36.66 วัน และมีสัดส่วนกุ้งที่ไม่คว่ำต่อกุ้งคว่ำ 3.96% ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนประกอบของมันกุ้ง (สูตร FES, MpS (c.o.) และ MpS (p.o.)) มีขั้นตอนการเจริญถึงระยะคว่ำ เมื่ออายุ 21.33 ถึง 23.66 วันหลังฟักเป็นตัว และเร็วกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ๆ

ตารางที่ 16 เปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

ชนิดของอาหาร	การทดลองที่	จำนวนกุ้งคว่ำ				กุ้งคว่ำตัวแรก อายุ (วัน)
		ผลผลิต (ตัว)	การรอด (%)	จำนวน/L	จำนวนไมคว่ำ	
สูตร FE	1	2,049	40.98	4.1	24	28
	2	2,151	43.02	4.3	21	26
	3	1,400	28.00	2.8	25	28
เฉลี่ย		1,866.67	37.33	3.7	23.33	27.33
สูตร FEC	1	1,327	26.54	2.65	44	24
	2	1,728	34.56	3.46	60	32
	3	1,615	32.30	3.23	47	31
เฉลี่ย		1,556.7	31.13	3.11	51.0	29.0
สูตร FES	1	2,675	53.5	5.35	66	23
	2	2.799	55.98	5.60	88	21
	3	1,930	38.60	3.86	32	26
เฉลี่ย		2,468	49.36	4.94	62.0	23.33
สูตร Mp(c.o.)	1	1,865	37.30	3.73	60	32
	2	1,650	33.00	3.30	64	45
	3	1,180	23.60	2.36	62	33
เฉลี่ย		1,565	31.30	3.13	62.0	36.66
สูตร MpC(c.o.)	1	1,857	37.14	3.71	45	23
	2	1,480	29.60	2.96	40	26
	3	1,643	32.86	3.29	34	26
เฉลี่ย		1,660.0	33.20	3.32	39.66	25
สูตร MpS(c.o.)	1	1,766	35.32	3.53	43	21
	2	2,376	47.52	4.75	158	22
	3	2,192	48.84	4.38	225	21
เฉลี่ย		2,111.3	42.23	4.22	14.2	21.33

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ชนิดของอาหาร	การทดลองที่	จำนวนกุ้งคว่ำ				กุ้งคว่ำตัวแรก อายุ (วัน)
		ผลผลิต (ตัว)	การรอด (%)	จำนวน/L	จำนวนไมคว่ำ	
สูตร Mp(p.o.)	1	2,007	40.14	4.01	53	26
	2	1,641	32.82	3.28	19	27
	3	1,654	33.08	3.31	16	22
เฉลี่ย		1,767.3	35.35	3.54	29.33	25
สูตร MpS(p.o.)	1	2,180	32.60	4.36	69	22
	2	2.236	44.72	4.47	56	25
	3	2,435	48.70	4.87	38	25
เฉลี่ย		2,283.67	45.60	4.57	54.33	23.66
สูตร MpA(p.o.)	1	1,141	22.82	2.28	20	22
	2	1,583	31.66	3.17	108	24
	3	1,292	25.84	2.58	44	21
เฉลี่ย		1,338.67	26.77	2.677	57.33	22.33
สูตร MpSoy (p.o.)		1,373	27.46	2.75	118	32
		1,493	29.86	2.99	182	30
		1,653	33.06	3.31	108	32
เฉลี่ย		1,506.3	30.13	3.01	136	31.33

กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpC (c.o.) ซึ่งส่วนประกอบของอาหารคล้ายสูตร Mp (c.o.) ต่างกัน แต่ปริมาณโคเลสเตอรอลสูงกว่า พบว่ากุ้งมีขั้นตอนการเจริญถึงคว่ำเป็นกุ้งวัยรุ่นเร็วกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp (c.o.) โดยเฉลี่ย 11.66 วัน คือเริ่มคว่ำเมื่ออายุ 25 วัน แต่จากตารางที่ 18 พบว่าเปอร์เซนต์รอดของอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ด้วยวิธีเวเรียน (Analysis of variance) ของเปอร์เซนต์รอดของกุ้งวัยอ่อนดังตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 10 ชนิด มีเปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และจากการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของเปอร์เซนต์รอดในอาหารแต่ละคู่ด้วย Pairwise test ดังตารางที่ 18 พบว่าอาหารคู่ที่มีเปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ FEC-FES, FEC-MpS (p.o.), FES-Mp (c.o.), FES-Mp (p.o.), FES-MpA (p.o.), FES-MpSoy (p.o.), Mp (c.o.)-MpS (p.o.), MpS (c.o.)-MpA (p.o.), MpS (p.o.)-MpA (p.o.) และ MpS (p.o.)-MpSoy (p.o.) อาหารที่ให้เปอร์เซนต์รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ FE-FES, FE-MpA (p.o.), FEC-MpS (c.o.), FES-MpC (c.o.), Mp (c.o.)-MpS (c.o.), MpC (c.o.)-MpS (c.o.), MpC (c.o.)-MpS (p.o.), MpS (c.o.)-MpSoy (p.o.) และ Mp (p.o.)-MpS (p.o.) ส่วนคู่อื่น ๆ นอกจากที่กล่าวถึงพบว่าไม่แสดงความแตกต่างของเปอร์เซนต์อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

5. ผลของโปรตีน, ไขมัน และโคเลสเตอรอลต่อเปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

จากผลของเปอร์เซนต์รอดของกุ้งและคุณค่าของอาหารสูตรต่าง ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบ เพื่อหาความสำคัญของปริมาณโปรตีน, ไขมัน และโคเลสเตอรอล กับเปอร์เซนต์รอดของกุ้งดังรูปที่ 5 ก. ข. และ ค. พบว่า

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ทางเวเรียนของเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

Source of Variation	d.f.	S.S.	M.S.	F/ration
Between group	9	1,524.36	169.37	169.37
Within group	20	686.62	34.33	34.33
Total	29	2,210.98	-	= 4.93** (d.f. 9.20)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01)

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ด้วย pairwise test ของเปอร์เซนต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 12 ชั่วโมง สลับตัวออนของอาร์ทีเมีย 12 ชั่วโมง

อาหารสูตร	FE 112	FEC 93.4	FES 148.08	Mp(c.o.) 93.9	MpC(c.o.) 99.6	MpS(c.o.) 131.68	Mp(p.o.) 106.04	MpS(p.o.) 137.02	MpA(p.o.) 80.32	MpSoy (p.o.) 90.38
FE 112										
FEC 93.4	18.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FES 148.08	36.08*	54.68**	-	-	-	-	-	-	-	-
Mp (c.o.) 93.9	18.1	0.5	54.18**	-	-	-	-	-	-	-
MpC (c.o.)99.6	12.4	6.2	48.48*	5.7	-	-	-	-	-	-
MpS (c.o.)131.68	19.68	38.28*	16.4	37.78*	32.08*	-	-	-	-	-
Mp (p.o.)106.04	5.96	12.64	42.04**	12.14	6.44	25.64	-	-	-	-
MpS (p.o.)137.02	25.02	43.62**	11.06	43.12**	37.42*	5.34	30.98*	-	-	-
MpA (p.o.)80.32	31.68*	13.08	67.76**	13.58	19.28	51.36**	25.72	56.7**	-	-
MpSoy (p.o.) 90.38	21.62	3.02	57.7**	3.52	9.22	41.3*	15.66	46.64**	10.06	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

5.1 เปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและปริมาณโปรตีนในอาหารมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y = 0.8064 + 0.5279X \quad (t = 2.62; \text{d.f.} = 8)$$

เมื่อ Y คือปริมาณของโปรตีนในอาหารคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

X คือการรอดของกุ้งคิดเป็นร้อยละ

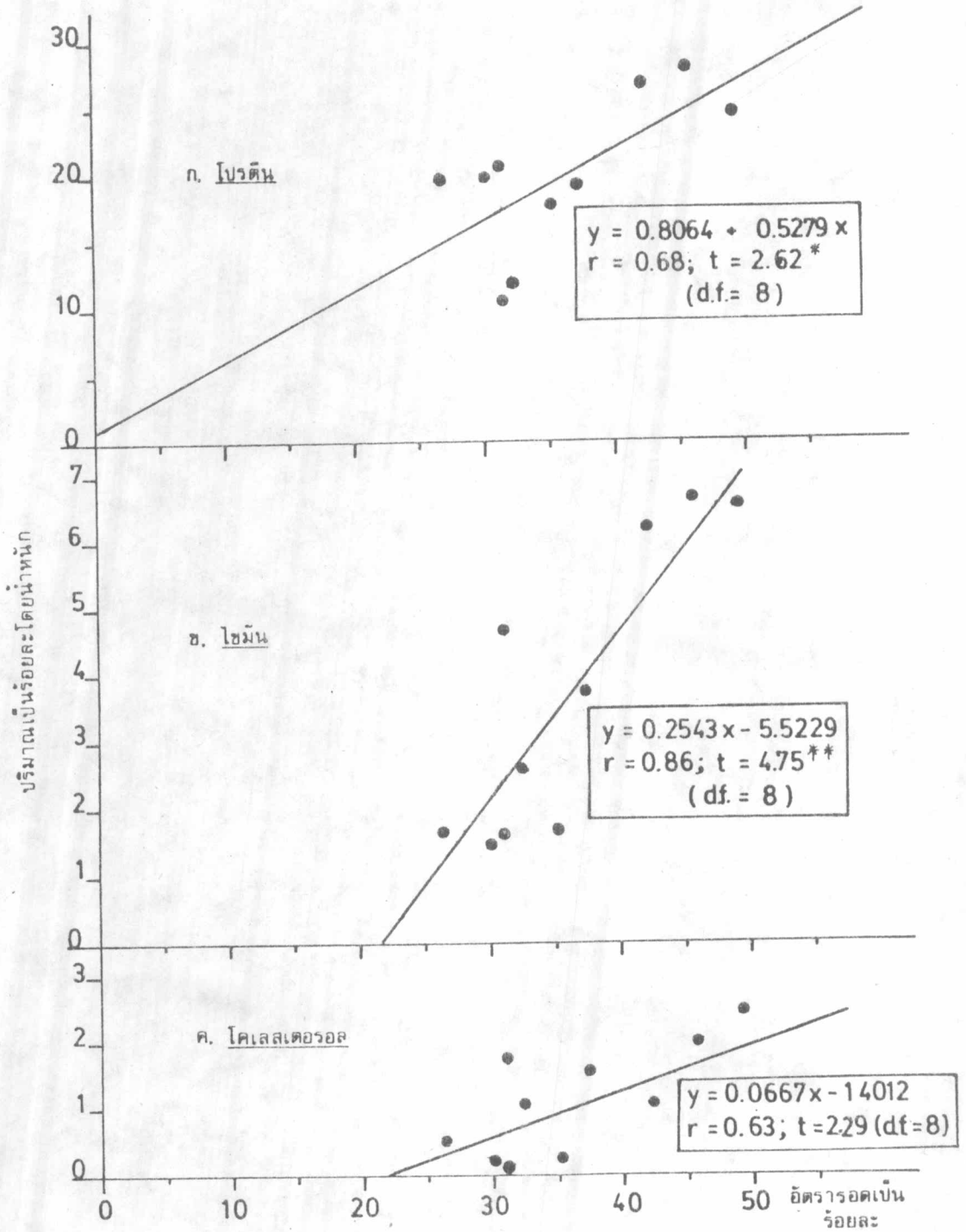
ความสัมพันธ์ของเปอร์เซนต์รอดและปริมาณโปรตีนแบบนี้ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนมีความสำคัญต่อเปอร์เซนต์รอดของกุ้งวัยอ่อนอย่างยิ่ง กล่าวคือถ้าปริมาณโปรตีนสูง เปอร์เซนต์รอดของกุ้งก็จะสูงขึ้น และจากกราฟรูปที่ 5 ก. ยังแสดงให้เห็นว่าถ้าปริมาณโปรตีนเท่ากับศูนย์ก็จะไม่มีกุ้งรอดเลยสักตัว

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและปริมาณไขมันในอาหาร มีความสัมพันธ์เป็นแบบสมการเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y = 0.2543X - 5.5229 \quad (t = 4.75; \text{d.f.} = 8)$$

เมื่อ Y คือปริมาณของไขมันเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

X คือการรอดของกุ้งคิดเป็นร้อยละ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของโปรตีน, ไขมัน และโคเลสเตอรอล ต่อเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ความสัมพันธ์นี้คล้ายความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์รอดและปริมาณโปรตีนในอาหาร กล่าวคือปริมาณไขมันสูงขึ้นจะทำให้อัตรารอดสูงขึ้นเช่นกัน แต่จากสมการความสัมพันธ์นี้ และรูปที่ 5 ข. ถ้าปริมาณไขมันเป็นศูนย์ยังพบว่ากุ้งมีเปอร์เซนต์รอดประมาณ 22% นั่นแสดงให้เห็นว่าไขมันเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญน้อยกว่าโปรตีน แต่มีส่วนช่วยให้เปอร์เซนต์รอดของกุ้งสูงขึ้น

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและปริมาณโคเลสเตอรอล ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ก็พบว่าถ้าปริมาณโคเลสเตอรอลในอาหารสูงขึ้น มีส่วนช่วยให้เปอร์เซนต์รอดสูงขึ้นได้ และยังพบอีกว่าถ้าในอาหารไม่มีโคเลสเตอรอลเลยกุ้งก็ยังมีเปอร์เซนต์รอดประมาณ 20% ซึ่งมีผลคล้ายคลึงกับไขมัน

6. <u>การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง</u>

คุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยงทางเคมี, สกายะและชีวภาพ ได้รับการตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ตลอดการทดลอง พบว่าคุณภาพของน้ำทางเคมีและสกายะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ดังแสดงในตารางที่ 19 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.00 – 0.10 ppm., ไนไตรต์อยู่ในช่วง 0.01 – 0.18 ppm., ไนเตรตอยู่ในช่วง 0.06 – 1.20 ppm. และฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.15 – 0.55 ppm. มีค่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างต่ำ และยังมีค่าต่ำกว่าระดับความเป็นพิษของแต่ละสาร

การเปลี่ยนแปลงทางสกายะสำหรับออกซิเจน (D.O.) อยู่ในช่วง 7.40 – 7.90 ppm., 7.90 – 8.80 ppm., อุณหภูมิ 26.0 – 31.0 °ซ. และความเค็มมีค่าคงที่ 12‰ ชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของน้ำทางสกายะส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ยกเว้นอุณหภูมิที่มีช่วงการเปลี่ยนแปลงสูงถึง 5 °ซ. ทั้งนี้เนื่องจากผลการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของทางเคมีและสภายะของน้ำในระบบที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

องค์ประกอบที่ศึกษา	ช่วง	เฉลี่ย
NH_3 - N (ppm.)	0.00 – 0.10	0.05
NO_2 - N (ppm.)	0.01 – 0.18	0.08
NO_3 - N (ppm.)	0.06 – 1.20	0.38
PO_4 - P (Ortho-)(ppm.)	0.15 – 0.55	0.27
DO (ppm.)	7.40 – 7.90	7.61
pH	7.90 – 8.80	8.40
ความเค็ม (‰.)		12
อุณหภูมิ (°ซ.)	26.0 – 31.0	28.5

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพในระบบที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	ปริมาณ
แพลงตอนพืช (Phytoplankton)	
Oscillatoria sp.	AA
Enteromorpha sp.	AA
Thalassiosira sp.	C
Plectonema sp.	A
Coscinosira sp.	R
Lyngbya sp.	C
Fragilaria sp.	C
Euglena sp.	R
แพลงตอนสัตว์ (Zooplankton)	
Calanoid copepods	AA
Rotifers	A
Ciliate protozoa	A
Ostracod	R
Jelly fish	R
Invertebrates อื่น ๆ	
Aquatic beetles	C
Aquatic earthworm	R
Nematode worm	R

A = มีปริมาณมาก
C = มีปริมาณปานกลาง
R = พบบ้าง

คุณสมบัติทางชีวภาพของระบบเลี้ยงใช้วิธีตรวจสอบด้วยกล้องจุลทัศน์ และได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 20 พบว่าแพลงตอนพืชที่เห็นชัด (dominant species) คือ Oscillatoria sp. และ Enteromorpha sp. โดยพบพืชทั้ง 2 ชนิดนี้อยู่ในระบบกรองเป็นส่วนใหญ่ และพบได้ตลอดปี แต่จะผลัดกับ bloom กล่าวคือ Oscillatoria sp. มัก bloom ในฤดูหนาว และ Enteromorpha sp. จะ bloom ในฤดูร้อน แพลงตอนพืชอื่นที่พบมากคือ Plectomema sp. แต่พบน้อยกว่า 2 species แรกที่กล่าวมาแล้ว นอกจากนั้นยังพบ Thalassiosira sp., Lyngbya sp., Fragilaria sp. และ Euglena แต่พบในปริมาณที่น้อย

แพลงตอนสัตว์พบ calanoid copepods เป็นชนิด domina โดยพบมากทั้งในบ่อเลี้ยงและบ่อกรอง แพลงตอนสัตว์พวก rotifers และ non-parasitic protozoa พบรองลงมาและมักพบในบ่อกรองมากกว่าบ่อเลี้ยง นอกจากนี้พบ ostracods และแมงกระพรุนจำนวนน้อยในบ่อกรองและบ่อเลี้ยง และจะพบบ่อยเมื่อมีการเปลี่ยนน้ำทะเลที่เพิ่งนำมาจากทะเลใหม่ ๆ

สัตว์อื่น ๆ ที่พบในน้ำคือ ตัวอ่อนของแมลงหรือตัวแมลงปีกแข็งซึ่งบินมาเล่นไฟแล้วตกลงในบ่อเลี้ยงและบ่อกรอง พวกนี้บางครั้งมีขนาดใหญ่และว่ายน้ำเร็วเป็นอันตรายต่อลูกกุ้ง นอกจากแมลงปีกแข็งอาจพบตัวหนอนเล็ก ๆ อยู่บริเวณก้นบ่อของบ่อเลี้ยงและบ่อกรอง แต่พบปริมาณน้อยมาก