ผลการทดลอง

EXPERIMENTAL RESULTS

1. ผลจากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis ในนากุ้ง

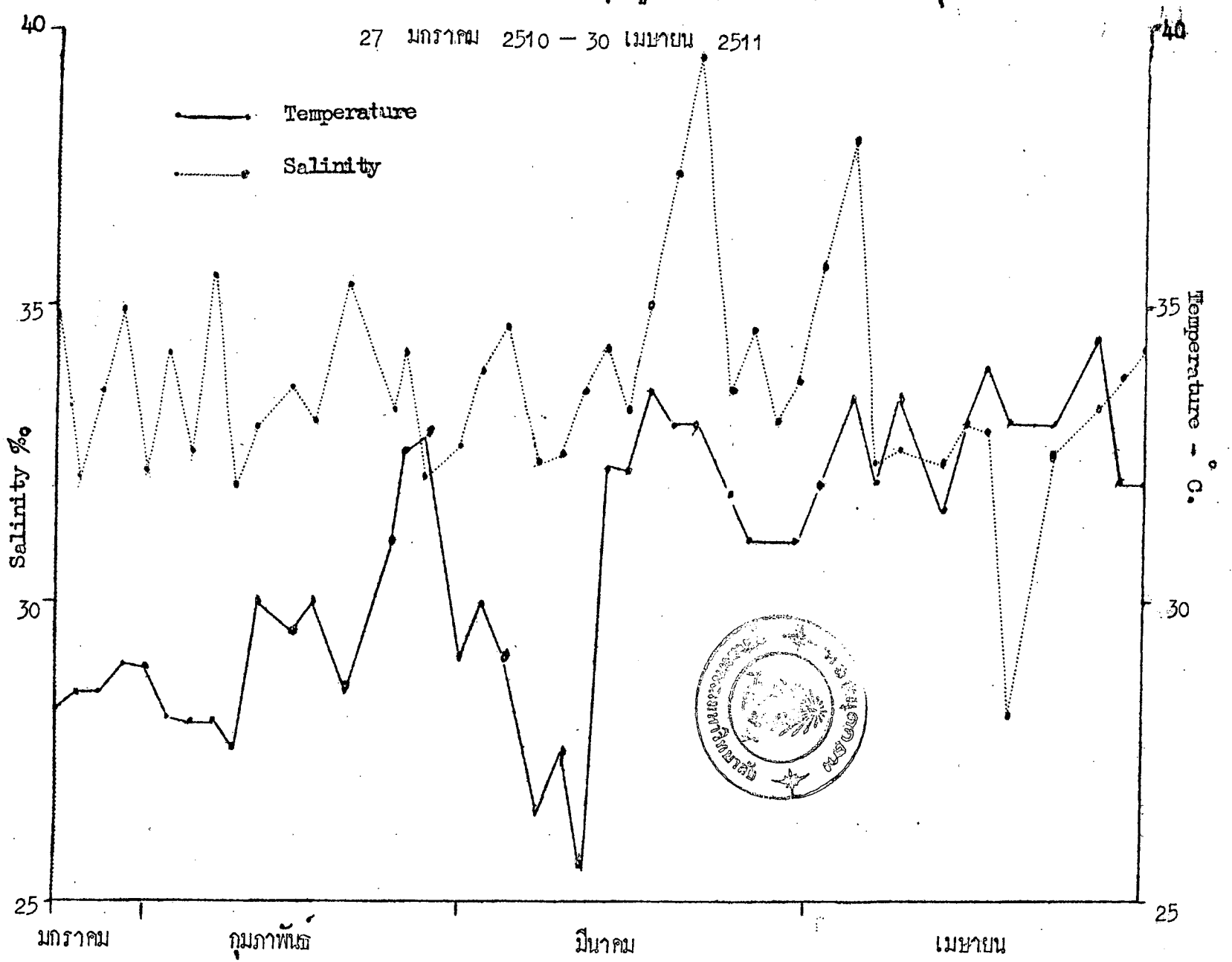
จากการวัดความยาว และชั่งน้ำหนักกุ้ง 40 ตัว ที่ขนาดเริ่มต้นการทดลอง 2.7 ถึง 2.9 ซม. สุ่มเลือกจากกุ้งที่เลี้ยงไว้ในกรงเลี้ยงทั้งหมด 200 ตัว เวลาที่ทำการทดลองเลี้ยงตั้งแต่ 23 มกราคม 2510 ถึง 30 เมษายน 2510 รวมเวลาทดลองเลี้ยง 98 วัน หรือ 14 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า กุ้งมีความยาวเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 0.11 ซม. และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง 31.16 % มีอัตราการตาย 39 % ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 3 อุณหภูมิน้ำในนาเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 25.5° – 34.2° ซ. ระดับความเค็มมี Range ระหว่าง 32 % – 39 % ทั้งอุณหภูมิและความเค็มของน้ำในนากุ้งตลอดเวลาการทดลองได้แสดงไว้ในกราฟที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง P. merguiensis ที่เลี้ยงในกรงเลี้ยงในนากุ้ง

วันที่ทำการทดลอง	ความยาวลำตัว (ซม.)	ความยาวที่เพิ่มขึ้นใน2สัปดาห์	ความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อ 1 สัปดาห์	น้ำหนักตัว (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อ 1 สัปดาห์	หมายเหตุ
23 ม.ค. 2510	2.76			0.25			กุ้งทั้งหมดที่ทดลองเลี้ยง 200 ตัว ยังเหลืออยู่ 122ตัว ในการวัดครั้งสุดท้าย
6 ก.พ. 2510	2.98	0.22	0.11	0.29	0.04	0.02	
20 ก.พ. 2510	3.21	0.23	0.115	0.33	0.04	0.02	
5 มี.ค. 2510	3.41	0.20	0.10	0.42	0.09	0.045	
19 มี.ค. 2510	3.59	0.18	0.09	0.54	0.12	0.06	
2 เม.ย.2510	3.80	0.21	0.105	0.64	0.10	0.05	
16 เม.ย.2510	4.07	0.27	0.135	0.78	0.14	0.07	
30 เม.ย.2510	4.25	0.18	0.09	0.91	0.13	0.065	

กราฟที่ 1 แสดงระดับความเค็ม (Salinity) และอุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำในนากุ้ง

27 มกราคม 2510 – 30 เมษายน 2511



2. ผลจากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis เมื่อเลี้ยงอาหารต่างชนิดกัน ในห้องปฏิบัติการ เวลาที่ทำการทดลองเลี้ยงตั้งแต่ 22 มกราคม 2510 ถึง 29 เมษายน 2510 รวมเวลาทดลองเลี้ยง 98 วัน หรือ 14 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

2.1 เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ อัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยได้ 0.21 ซม.ต่อ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มจากน้ำหนักเริ่มการทดลอง 67.90 % และมีอัตราการตาย 77.5 %

2.2 เลี้ยงด้วยข้าวสุก มีอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยได้ 0.11 ซม. ต่อ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มจากน้ำหนักเริ่มการทดลอง 33.52 % และอัตราการตาย 67.5 %

2.3 เลี้ยงด้วยเปลวมันหมู อัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย 0.08 ซม. ต่อ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มจากน้ำหนักเริ่มการทดลอง 17.75 % มีอัตราการตาย 87.5 %

2.4 เลี้ยงด้วยรำข้าว อัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย 0.11 ซม.ต่อ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มจากน้ำหนักเริ่มการทดลอง 37.20 % และมีอัตราการตาย 65.0 %

2.5 เลี้ยงด้วยสาหร่ายชนิด Enteromorpha sp. ปนกับเนื้อหอยแมลงภู่เป็นครั้งคราว อัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย 0.22 ซม.ต่อ 1 สัปดาห์ น้ำหนักเพิ่มจากน้ำหนักเริ่มการทดลอง 88.56 % มีอัตราการตาย 12.5 %

อัตราการเจริญเติบโตโดยละเอียดแสดงในตารางที่ 2 และ 3 อุณหภูมิน้ำในห้องปฏิบัติการประมาณ 26°ซ.– 30.5°ซ. ระดับความเค็มอยู่ระหว่าง 31 %.– 32.4 %. ทั้งอุณหภูมิและความเค็มของน้ำในห้องปฏิบัติการตลอดเวลาการทดลอง ได้แสดงไว้ในกราฟที่ 2

จากการทดลองที่ 1 และ 2 เขียนกราฟแสดงความเจริญเติบโตของกุ้ง P. merguiensis ในนากุ้ง เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในห้องปฏิบัติการ ดังในกราฟที่ 3

การทดลองเลี้ยง P. merguiensisในนากุ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายปนกับเนื้อหอยแมลงภู่เป็นครั้งคราว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าในนากุ้งและที่เลี้ยงด้วยอาหารอื่น ๆ อัตราการตายก็ต่ำที่สุด กุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่อย่างเดียวมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย ปนกับเนื้อหอยแมลงภู่ แต่อัตราการตายสูงกว่ามาก ดังในตารางที่ 3.

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง P. merguiensis เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่างชนิดกันในห้องปฏิบัติการ

ทำการทดลอง 22 ม.ค. 2510 ถึง 29 เม.ย. 2510

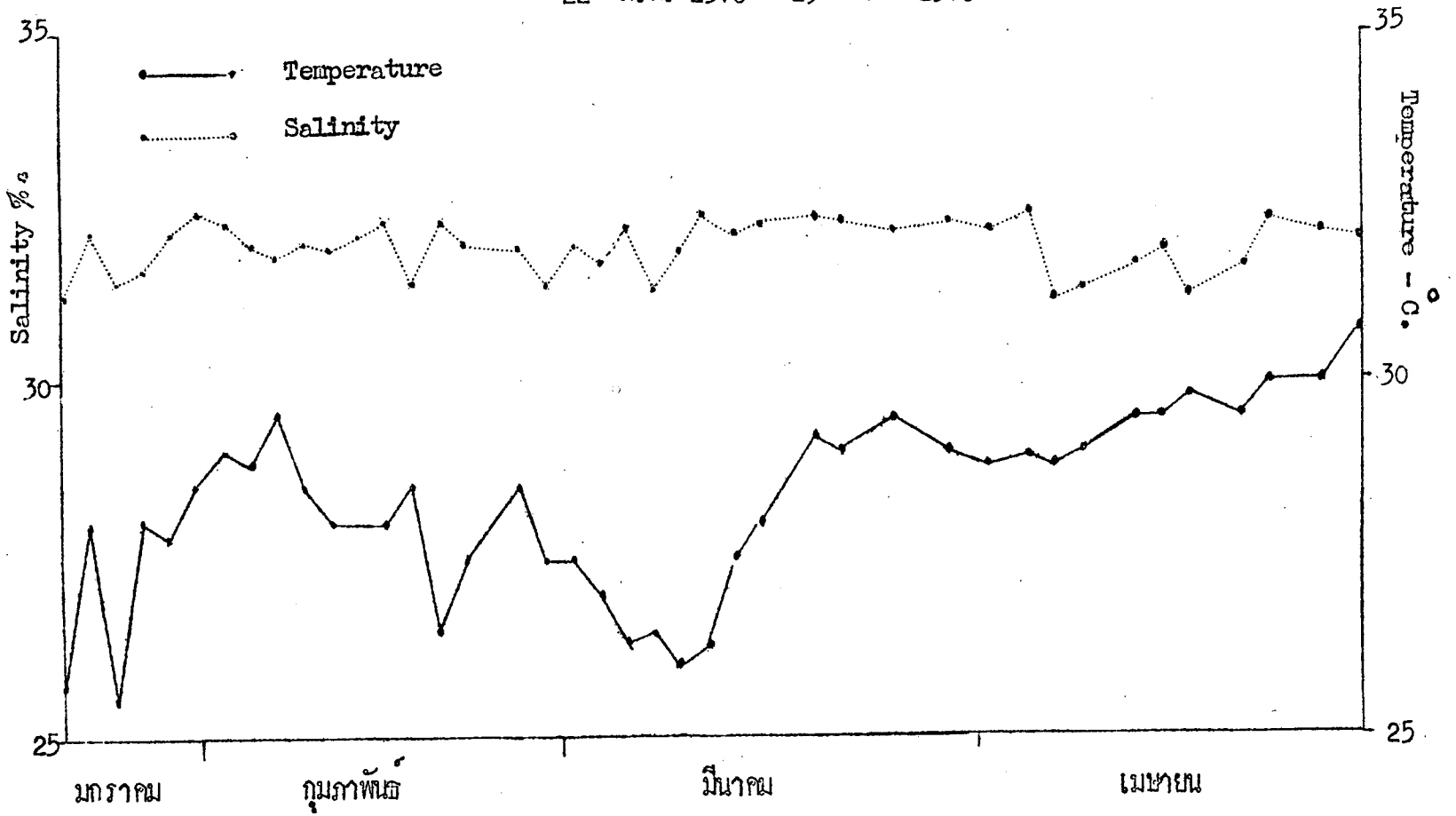
วันที่ทำการทดลอง	อาหารชนิดต่าง ๆ																							
	เนื้อหอยแมลงภู่						ข้าวสุก						เปลวมันหมู						รำข้าว					
	ความยาว (ซม.)	ความยาวเพิ่มใน 2 สัปดาห์	ความยาวเพิ่มใน 1 สัปดาห์	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักเพิ่มใน 1 สัปดาห์	ความยาว (ซม.)	ความยาวเพิ่มใน 2 สัปดาห์	ความยาวเพิ่มใน 1 สัปดาห์	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักเพิ่มใน 1 สัปดาห์	ความยาว (ซม.)	ความยาวเพิ่มใน 2 สัปดาห์	ความยาวเพิ่มใน 1 สัปดาห์	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักเพิ่มใน 1 สัปดาห์	ความยาว (ซม.)	ความยาวเพิ่มใน 2 สัปดาห์	ความยาวเพิ่มใน 1 สัปดาห์	น้ำหนัก(กรัม)	น้ำหนักเพิ่มใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักเพิ่มใน 1 สัปดาห์
22 ม.ค.2510	2.96			0.28			3.55			0.51			3.55			0.51			3.36			0.45		
5 ก.พ.2510	3.19	0.23	0.12	0.35	0.07	0.04	3.88	0.33	0.17	0.62	0.11	0.06	3.79	0.24	0.12	0.69	0.18	0.09	3.49	0.13	0.07	0.52	0.07	0.04
19 ก.พ.2510	3.45	0.26	0.13	0.49	0.14	0.07	4.17	0.29	0.15	0.81	0.19	0.10	4.09	0.30	0.15	0.82	0.13	0.07	3.70	0.21	0.11	0.57	0.05	0.03
4 มี.ค.2510	4.05	0.60	0.30	0.74	0.25	0.13	4.38	0.21	0.11	0.96	0.15	0.13	4.21	0.12	0.06	0.84	0.02	0.01	3.91	0.21	0.11	0.77	0.20	0.10
18 มี.ค.2510	4.50	0.45	0.23	1.11	0.37	0.19	4.49	0.11	0.06	1.03	0.07	0.04	4.27	0.06	0.03	0.90	0.06	0.03	4.18	0.27	0.14	0.87	0.10	0.05
1 เม.ย.2510	5.07	0.57	0.29	1.56	0.45	0.23	4.63	0.14	0.07	1.23	0.20	0.10	4.45	0.18	0.09	1.06	0.16	0.08	4.43	0.25	0.13	1.17	0.30	0.15
15 เม.ย.2510	5.51	0.43	0.22	1.88	0.32	0.16	4.93	0.30	0.15	1.48	0.25	0.13	4.61	0.16	0.08	1.12	0.06	0.03	4.62	0.19	0.10	1.33	0.16	0.08
29 เม.ย.2510	5.89	0.37	0.19	2.29	0.41	0.21	5.14	0.21	0.11	1.70	0.22	0.11	4.68	0.07	0.04	1.14	0.02	0.01	4.95	0.33	0.17	1.70	0.37	0.19

วันที่ทำการทดลอง	อาหารชนิดต่าง ๆ					
	สาหร่าย ปนเนื้อหอยแมลงภู่					
	ความยาว (ซม.)	ความยาวเพิ่มใน 2 สัปดาห์	ความยาวเพิ่มใน 1 สัปดาห์	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มใน 2 สัปดาห์	น้ำหนักเพิ่มใน 1 สัปดาห์
22 ม.ค.2510	3.06			0.29		
5 ก.พ.2510	3.32	0.26	0.13	0.41	0.12	0.06
19 ก.พ.2510	3.55	0.23	0.12	0.54	0.13	0.07
4 มี.ค.2510	3.85	0.30	0.15	0.72	0.18	0.09
18 มี.ค.2510	4.35	0.50	0.25	1.02	0.30	0.15
1 เม.ย.2510	4.74	0.39	0.20	1.39	0.36	0.18
15 เม.ย.2510	5.39	0.65	0.33	1.89	0.51	0.26
29 เม.ย.2510	6.07	0.68	0.34	3.00	1.11	0.56

ความยาวลำตัว วัดจากโคนก้านตา (Eye stalk) ถึงปลายหาง (Telson) เป็น ซม. น้ำหนักตัว (Total weight) เป็นกรัม

กราฟที่ 2 แสดงระดับความเค็ม (Salinity) และอุณหภูมิ (Temperature) น้ำทะเลในห้องปฏิบัติการ

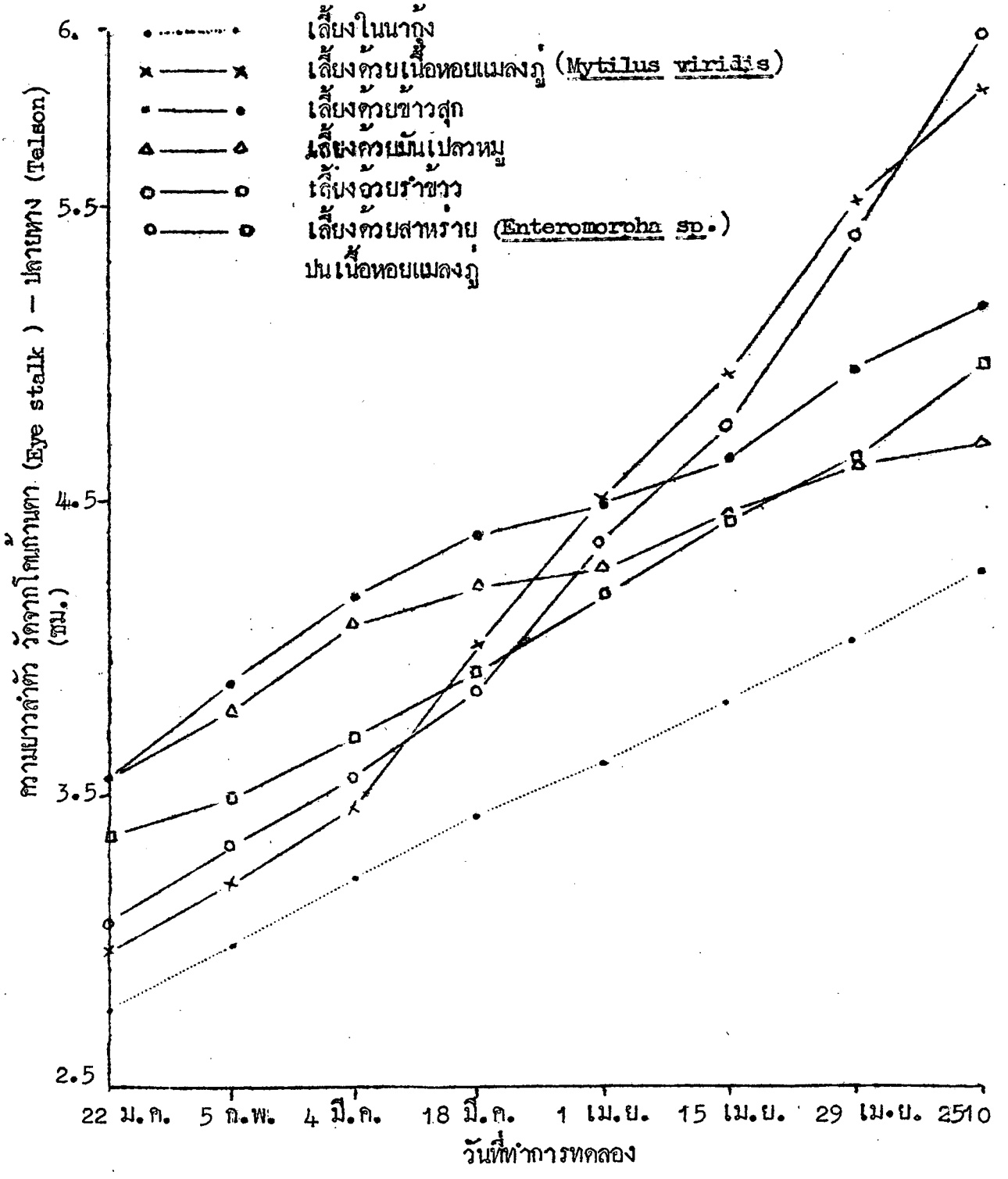
22 ม.ค. 2510 – 29 เม.ย. 2510



ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis ระหว่างพวกที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดในห้องปฏิบัติการ และเปรียบเทียบกับที่เลี้ยงในกรงเลี้ยงในนากุ้ง

ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง	ความยาว (ซม.)				น้ำหนัก (กรัม)				จำนวนกุ้งทั้งหมดที่ใช้ทดลอง	จำนวนกุ้งที่ตาย	อัตราการตายเป็น%
	เริ่มต้นการทดลอง	วัดครั้งสุดท้าย	เพิ่มขึ้นทั้งหมด	เพิ่มขึ้นต่อ 1 สัปดาห์	เริ่มต้นการทดลอง	ชั่งครั้งสุดท้าย	เพิ่มขึ้นทั้งหมด	เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักเดิม			
เนื้อหอยแมลงภู่	2.96	5.89	2.93	0.21	0.28	2.29	2.01	67.90	40	31	77.5
ข้าวสุก	3.55	5.14	1.59	0.11	0.51	1.70	1.19	33.52	40	27	67.5
มันเปลวหมู	3.55	4.68	1.13	0.08	0.51	1.14	0.63	17.75	40	35	87.5
รำข้าว	3.36	4.95	1.59	0.11	0.45	1.70	1.25	37.20	40	26	65.0
สาหร่ายปนเนื้อหอยแมลงภู่	3.06	6.07	3.01	0.22	0.29	3.00	2.71	88.56	40	5	12.5
กุ้งที่เลี้ยงในกรงในนากุ้ง	2.76	4.25	1.49	0.11	0.25	0.91	0.86	31.16	200	78	39.0

กราฟที่ 3 แสดงความเจริญเติบโตของกุ้ง P. merguiensis เมื่อเลี้ยงในนากุ้ง และเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในห้องปฏิบัติการ



3. ผลการศึกษาทางชีววิทยาบางประการของ P. merguiensis เกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้

ก. ผลการทดลองระยะเวลาการลอกคราบ (Molting period) เมื่อได้รับแสง (Photoperiod) ต่าง ๆ กัน และเมื่อกุ้งอดอาหาร เปรียบเทียบกับอัตราการลอกคราบของกุ้งที่เลี้ยงไว้ตามปกติในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิของน้ำ 25 – 31 °ซ. ความเค็มของน้ำ 31.07 – 32.39 ‰. ตลอดเวลาการทดลอง ระยะเวลาการลอกคราบที่ได้จากการทดลองนำมาหาค่าเฉลี่ยทางสถิติ โดยวิธี Confidence interval ใช้ค่า "t" จาก Table ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงระยะเวลาการลอกคราบ (Molting period) P. merguiensis เมื่อได้รับแสง (Photoperiod) ระยะเวลาต่าง ๆ กันและเมื่ออดอาหาร

ระยะเวลาของแสง Photoperiod ชม.	Mean of Molting period $\bar{x}$ เป็นวัน	Standard deviation s	Standard error $S_{\bar{x}}$	Confidence interval at 95 % $t_{.05(n-1)}$	Mean of molting period = $\bar{X} \pm t_{.05(n-1)} S_{\bar{x}}$
แสงตลอดเวลา	6.39	1.34	0.15	1.992	6.39 ± 0.30
แสงสลับกับไม่มีแสงอย่างละ 12 ชม.	6.84	1.62	0.19	1.993	6.84 ± 0.39
มืดตลอดเวลา	7.97	1.34	0.18	2.005	7.79 ± 0.36
กุ้งที่เลี้ยงโดยไม่ควบคุมแสง	6.28	1.26	0.19	2.203	6.28 ± 0.38
กุ้งที่อดอาหาร มีระยะเวลาการลอกคราบไม่แน่นอน					

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

โดยใช้ Student "t" test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการลอกคราบของกุ้ง P. merguiensis เมื่อ Photoperiod ต่าง ๆ กัน ใช้สมการ

$$t = \frac{(x - y)}{\sqrt{n_x S_x^2 + n_y S_y^2}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}$$

ผลปรากฏว่า

ก. ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการลอกคราบเมื่อกุ้งได้รับแสง ตลอดเวลา — ได้รับแสงสลับกับไม่มีแสงอย่าง 12 ชั่วโมง มีค่าแตกต่างกันเป็นนัยสำคัญ (Significance at 95 % level)

ข. ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการลอกคราบเมื่อกุ้งได้รับแสงสลับกับไม่มีแสงอย่างละ 12 ชั่วโมง — ไม่ได้รับแสงเลยตลอดเวลา มีค่าแตกต่างกันเป็นนัยสำคัญยิ่ง (Significance at 99 % level)

ข. ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการตายของกุ้ง

ข.1 ผลของการลดอุณหภูมิ ต่ออัตราการตายของกุ้ง

ข.1.1. เมื่อลดอุณหภูมิ จากอุณหภูมิน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการ ค่อย ๆ ลดลงจนถึงอุณหภูมิต่าง ๆ ที่กุ้งเริ่มตาย และจนกระทั่งกุ้งตายทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 5

กุ้งเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ จากอุณหภูมิธรรมดา ในระยะแรกจะไม่แสดงอาการผิดปกติ แต่เคลื่อนไหวเชื่องช้าจนกระทั่งอุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 17.0 °ซ. กุ้งจะเริ่มกระโดดหนีออกจากน้ำ และเมื่อหนีออกไม่ได้ก็จะเริ่มเสียสมดุลย์บ้างบางตัว จนกระทั่งอุณหภูมิ 15 °ซ. กุ้งจะเสียสมดุลย์ทั้งหมด กุ้งที่เริ่มเสียสมดุลย์ ขาเดินจะงอเป็นอัมพาตก่อน ไม่สามารถทรงตัวให้อยู่ในลักษณะปกติได้ จะนอนอยู่ที่ก้นภาชนะ คล้ายกุ้งที่ตายแล้ว แต่ขาว่ายน้ำยังโบกอยู่ และจะโบกช้าลง ๆ จนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 11.5 °ซ. ขาว่ายน้ำของกุ้งทุกตัวจึงหยุดโบก นอนสงบนิ่ง แต่เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำที่ใส่กุ้งไว้ เป็นน้ำอุณหภูมิธรรมดา กุ้งจะเริ่มฟื้นขึ้นมาใหม่ เริ่มด้วยขาว่ายน้ำโบกช้า ๆ และเริ่มเร็วขึ้น ๆ แต่ขาเดินยังคงเป็นอัมพาต เมื่อขาว่ายน้ำโบกได้เร็วและแข็งแรงดีแล้ว จะเริ่มทรงตัวว่ายน้ำขึ้นพ้นก้นภาชนะอยู่ในแนวดิ่ง ขณะเดียวกัน ขาเดินเริ่มขยับเขยื้อนได้ และทรงตัวเดินได้ ภายใน 10 ถึง

15 นาที จะว่ายน้ำได้เป็นปกติ กุ้งบางตัวจะฟื้นตัวได้เพียงโบกขาว่ายน้ำได้เท่านั้น แต่ขาเดินขยับเขยื้อนไม่ได้ ในที่สุดจะตาย ดังนั้น เมื่อจะตัดสินว่า กุ้งตายหรือไม่ ในการทดลองทุกครั้ง จะสังเกตได้ โดยนำกุ้งมาใส่ในน้ำทะเล อุณหภูมิธรรมดา พร้อมด้วยให้อากาศเพิ่มภายในเวลา 15 นาที

การทดลองนี้ กุ้งเริ่มตายที่อุณหภูมิ 9.5 °ซ. และตายทั้งหมดที่ 5.5 °ซ.

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis เมื่ออุณหภูมิลดลงจากอุณหภูมิปกติของน้ำในห้องปฏิบัติการ (30.0 °ซ.), Salinity = 31.71 ‰

อุณหภูมิสุดท้าย °ซ.	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตาย %	หมายเหตุ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
10.5	10	0	0	0	0	0	อุณหภูมิ 30 °ซ. ลดลงถึง 11.0 °ซ. ไม่แสดงในตารางเพราะยังไม่มีผลต่อการตายของกุ้ง
10.0	10	0	1	0	0.33	3.3	
9.5	10	1	0	1	0.67	6.7	
9.0	10	2	3	2	2.33	23.3	
8.5	10	3	3	3	3.00	30.0	
8.0	10	4	4	3	3.67	36.7	
7.5	10	5	4	5	4.67	46.7	
7.0	10	5	5	6	5.33	53.3	
6.5	10	7	8	7	7.33	73.3	
6.0	10	8	9	10	9.0	90.0	
5.5	10	10	10	10	10.0	100.0	

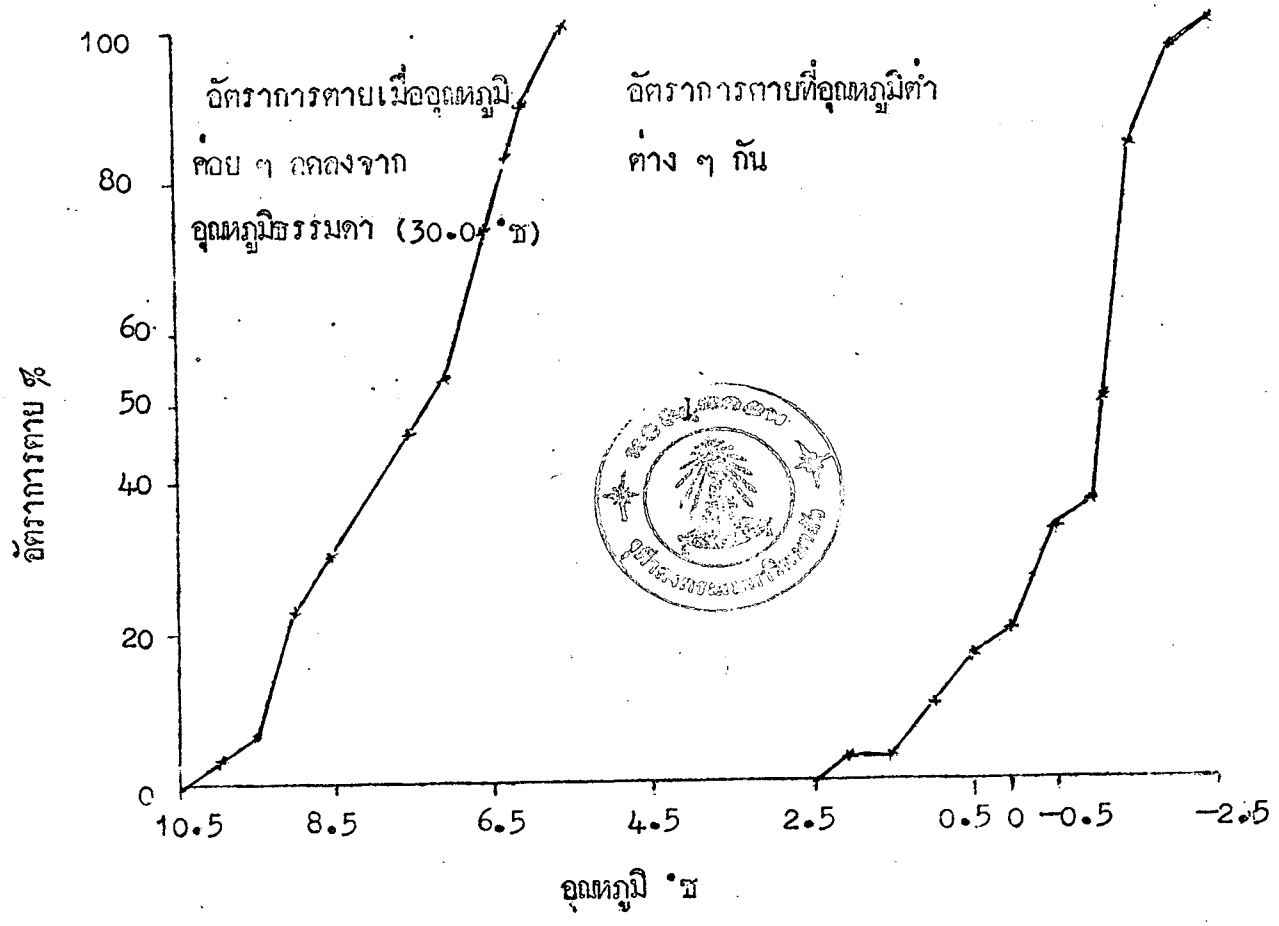
ข.1.2. เมื่อลดอุณหภูมิโดยเปลี่ยนจากน้ำทะเลอุณหภูมิธรรมดาเป็นน้ำอุณหภูมิต่ำต่าง ๆ กัน ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 1 นาที ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 6

เมื่อเปลี่ยนกุ้งที่อยู่ในน้ำอุณหภูมิธรรมดา เป็นน้ำอุณหภูมิต่ำทันที ถ้าอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมาก พบว่า กุ้งจะไม่แสดงอาการผิดปกติ จนกระทั่ง เมื่ออุณหภูมิประมาณ 19 °ซ. แต่สังเกตเห็นการเคลื่อนไหวช้าลง และเมื่อประมาณ 18 °ซ. เมื่อใส่กุ้งลงไป จะกระโดดหนี และเริ่มเสียสมดุลย์ หมดกำลังทรงตัว จนกระทั่งอุณหภูมิ 12 °ซ. กุ้งจะเสียสมดุลย์ทั้งหมด แต่จะยังไม่ตาย เมื่อเปลี่ยนไปใส่ในน้ำทะเลอุณหภูมิธรรมดา จนกว่าอุณหภูมิทดลองลดลงถึง 2.0 °ซ. กุ้งจึงเริ่มตาย และตายทั้งหมดที่ – 2.5 °ซ. การตัดสินว่ากุ้งตายหรือไม่ อาศัยหลักการเดียวกับวิธีแรก เขียนกราฟแสดงอุณหภูมิต่าง ๆ ของน้ำที่มีผลต่ออัตราการตายของกุ้ง

ตารางที่ 6 แสดงอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis ที่อุณหภูมิต่ำต่าง ๆ กัน อุณหภูมิปกติของน้ำในห้องปฏิบัติการ (29.0 °ซ.), Salinity = 31.71 ‰

อุณหภูมิทดลอง °ซ.	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลองต่อ 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตายของกุ้งเป็น %	หมายเหตุ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
2.5	10	0	0	0	0	0	กุ้งที่อุณหภูมิน้ำทะเล 2.5 °ซ. ขึ้นไปไม่ได้แสดงในตาราง เพราะยังไม่มีผลต่อการตายของกุ้ง
2.0	10	1	0	0	0.33	3.3	
1.5	10	0	1	0	0.33	3.3	
1.0	10	1	1	1	1.0	10.0	
0.5	10	2	2	1	1.67	16.7	
0.0	10	2	2	2	2.0	20.0	
-0.5	10	3	3	4	3.33	33.3	
-1.0	10	4	3	4	3.67	36.7	
-1.5	10	9	8	8	8.33	83.3	
-2.0	10	10	10	9	9.67	96.7	
-2.5	10	10	10	10	10.0	100.0	

กราฟที่ 4 อัตราการตายของ P. mermuiensis เมื่อลดอุณหภูมิ



3. ข. 2 ผลของการเพิ่มอุณหภูมิต่ออัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis

3. ข. 2.1 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการค่อย ๆ เพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิต่าง ๆ ที่กุ้งเริ่มตาย และอุณหภูมิที่กุ้งตายทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงอัตราการตายของ P. merguiensis เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิปกติของน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการ (30.0 °C), Salinity 32.25 %.

อุณหภูมิสุดท้าย	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตายของกุ้งเป็น %	หมายเหตุ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
41.0	10	0	0	0	0	0	ก่อนอุณหภูมิ
41.2	10	1	0	0	0.33	3.3	41.0°ซ ไม่
41.4	10	3	4	3	3.33	33.3	แสดงในตาราง
41.6	10	5	5	4	4.67	46.7	เพราะยังไม่มี
41.8	10	5	5	5	5.0	50.0	ผลต่อการตาย
42.0	10	6	6	7	6.33	63.3	ของกุ้ง
42.2	10	8	7	8	7.67	76.7	
42.4	10	10	10	10	10	100	

กุ้งเมื่ออยู่ในน้ำที่อุณหภูมิค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ จากอุณหภูมิธรรมดาจะเคลื่อนไหวว่องไวว่ายน้ำเร็ว ตรงกันข้ามกับเมื่อลดอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิประมาณ 39.0°ซ เริ่มกระโดดหนีจากน้ำ เมื่ออุณหภูมิ 40°ซ กุ้งเริ่มเสียสมดุลย์ เนื้อตอนปลายหางมักมีสีชมภู เหมือนเนื้อกุ้งที่สุกแล้ว ระหว่างที่กุ้งยังไม่เสียสมดุลย์นี้ มีการทดลองหลายครั้งที่ปรากฏว่ากุ้งลอกคราบขณะทำการทดลอง เป็นบางตัวที่อุณหภูมิ 41.0°ซ กุ้งเสียสมดุลย์หมดทุกตัว แต่ยังไม่ตาย และจะเริ่มตายเมื่ออุณหภูมิ 41.2°ซ จนกระทั่งอุณหภูมิ 42.4°ซ กุ้งจะตายทั้งหมด

3. ข. 2.2 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ โดยเปลี่ยนจากน้ำทะเลอุณหภูมิปกติ เป็นน้ำทะเลอุณหภูมิสูงต่าง ๆ กัน ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 1 นาที ผลดังแสดงในตารางที่ 8

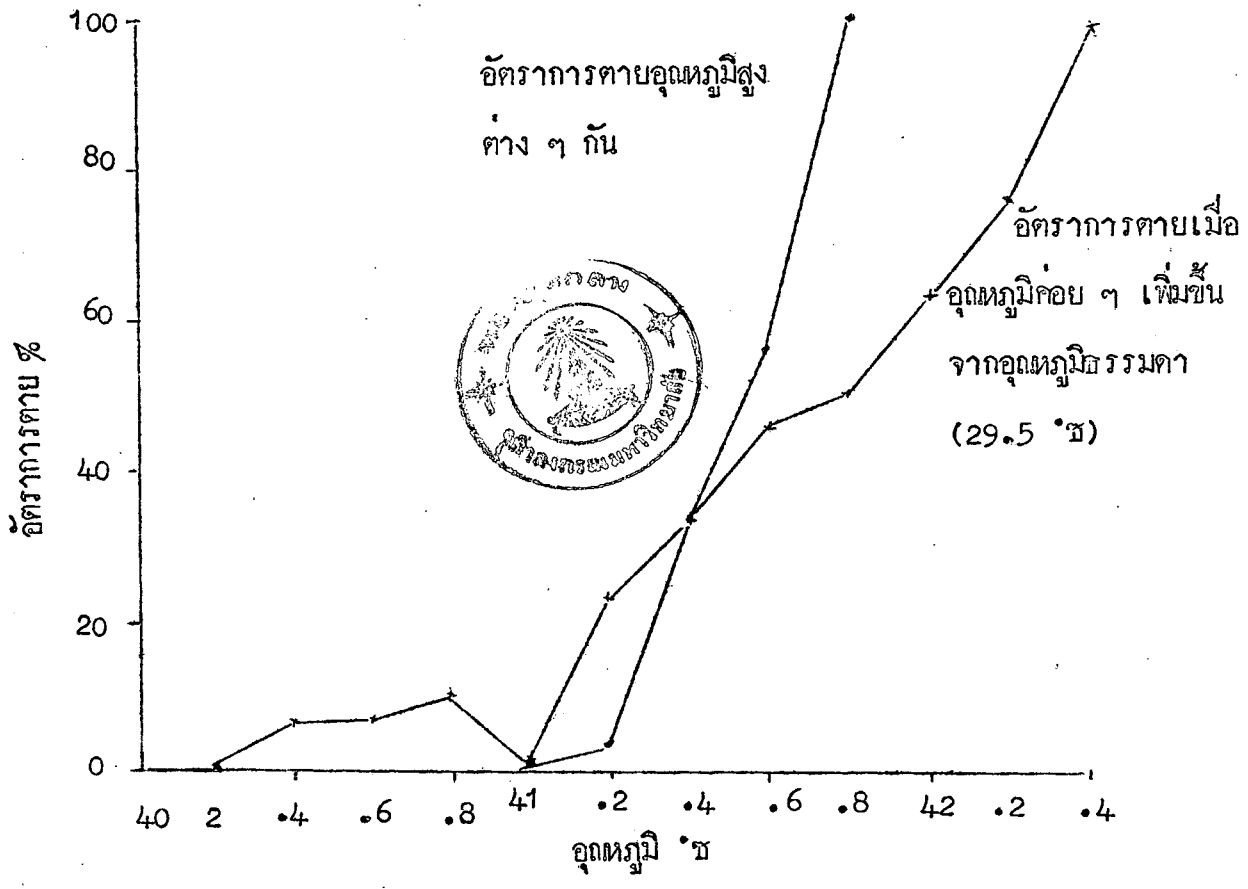
ตารางที่ 8 แสดงอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis ที่อุณหภูมิสูงต่าง ๆ กัน

1 Salinity = 32.25 ‰. อุณหภูมิน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการ = 29.5°ซ

อุณหภูมิ ทดลอง °ซ	จำนวนกุ้งที่ใช้ ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตาย ของกุ้งเป็น %	หมายเหตุ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
40.0	10	0	0	0	0	0	ที่อุณหภูมิ
40.2	10	0	0	0	0	0	39.8 °ซ
40.4	10	1	1	0	0.67	6.7	กุ้งเริ่มเสีย
40.6	10	1	1	0	0.67	6.7	สมดุลย์และ
40.8	10	1	1	1	1.0	10.0	ที่ 40.0°ซ
41.0	10	0	0	0	0	0	กุ้งเสียสมดุลย์
41.2	10	2	2	3	2.33	23.3	ทั้งหมด มีกุ้ง
41.4	10	3	3	4	3.33	33.3	บางตัวลอกคราบ
41.6	10	4	3	4	3.67	36.7	ขณะทำการ
41.8	10	10	10	10	10	100	ทดลอง

กุ้งที่เปลี่ยนจากที่อยู่ในน้ำอุณหภูมิปกติ (29.5 °ซ) ให้ไปอยู่ในน้ำอุณหภูมิสูง สังเกตพบว่า ณ อุณหภูมิสูงที่ยังไม่ทำให้กุ้งตายนั้น จะทำให้กุ้งมีความคล่องแคล่วว่องไว คล้ายกับในการทดลองตอนแรก จากการทดลองพบว่า กุ้ง เริ่มตายที่อุณหภูมิ 40.4°ซ และตายทั้งหมดที่ 41.8°ซ

กราฟที่ 5 อัตราการตายของ P. merguiensis เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ



3 ค. ผลของความเค็ม (Salinity) ต่ออัตราการตายของกุ้ง

3. ค. 1 เมื่อลดความเค็ม โดยผสมน้ำทะเลกับน้ำกลั่นตามส่วนผสมต่าง ๆ ดังในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 อัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis ที่ระดับความเค็มลดลง อุณหภูมิน้ำทะเลขณะทดลองโดยเฉลี่ย 30°ซ

% น้ำทะเล	ระดับความเค็ม (Salinity) ‰	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตายของกุ้งเป็น %	หมายเหตุ
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	เฉลี่ย		
100	32.12	10	0	1	0	0.33	3.3	ที่ 100 % น้ำทะเล ไม่ควรมีกุ้งตายแต่ในการทดลองนี้อาจจะตายเนื่องจาสาเหตุอื่น
80	25.88	10	0	0	1	0.33	3.3	
60	18.51	10	1	1	0	0.67	6.7	
50	16.58	10	1	0	1	0.67	6.7	
40	13.03	10	1	0	2	1.0	1.0	
20	6.65	10	6	4	6	5.33	53.3	
0	0	10	10	10	10	10	100	

ที่ 0 % น้ำทะเล กุ้งตายทั้งหมดภายใน 3 ชั่วโมง ที่ 20 % น้ำทะเลกุ้งเริ่มตายในชั่วโมงที่ 6 สังเกตพบว่า ที่ 0 % น้ำทะเลเมื่อใส่กุ้งทดลองลงไปกุ้งจะว่ายน้ำเร็วมาก และกระโดดหนีภายใน 1 ชั่วโมง จะเริ่มเสียสมดุลย์ ส่วนที่ระดับความเค็มอื่น ๆ ในการทดลองกุ้งไม่ได้แสดงอาการผิดปกติ

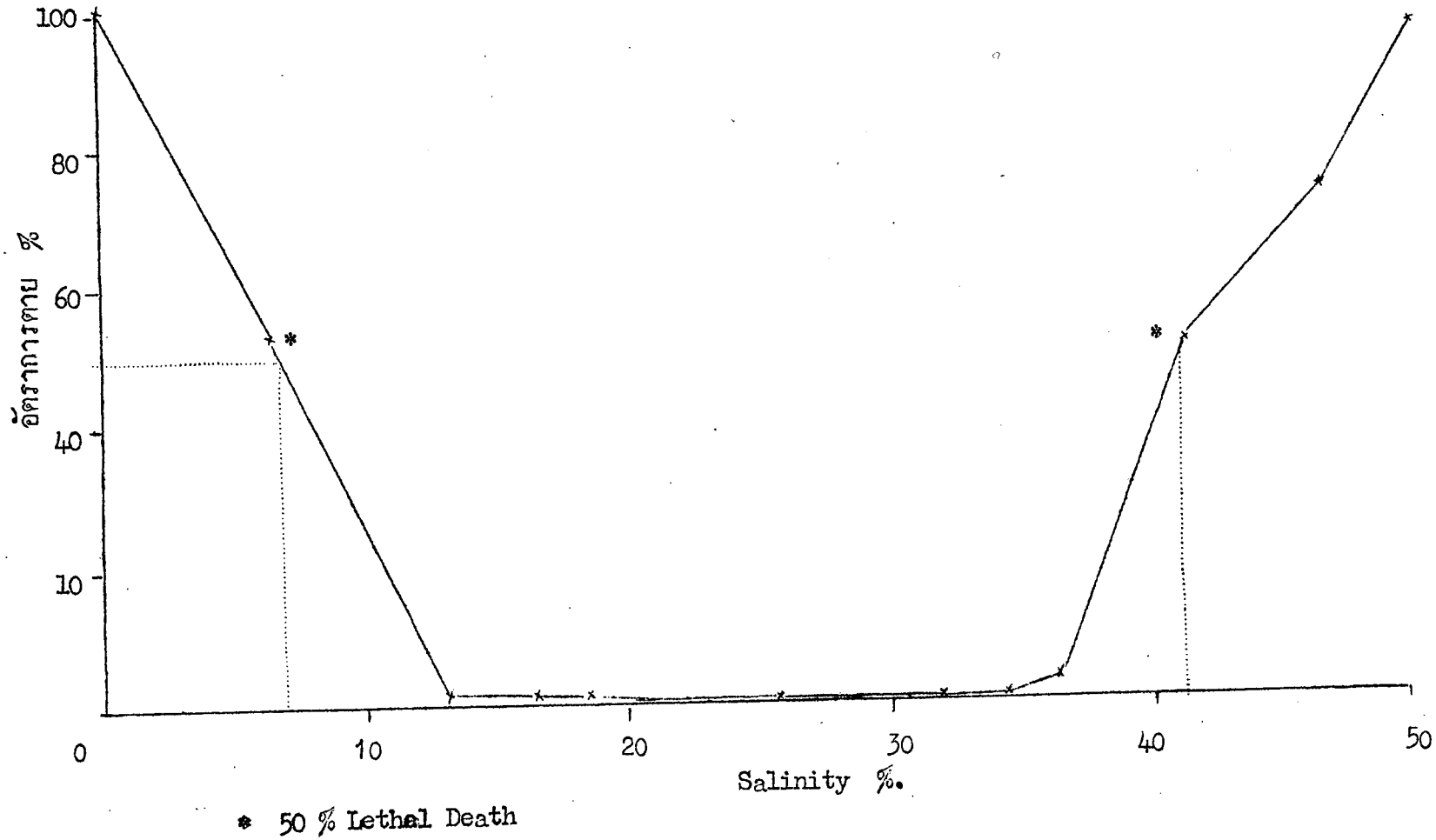
3. ค. 2 เมื่อเพิ่มความเค็ม โดยผสมน้ำทะเลกับเกลือตามส่วนต่าง ๆ ผลของการเพิ่มความเค็มที่มีต่ออัตราการตายของกุ้ง ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 อัตราการตายของ P. merguiensis ที่ระดับความเค็มเพิ่มขึ้นอุณหภูมิน้ำทะเลขณะทำการทดลอง

น้ำทะเล 2 ลิตร + เกลือแกง (NaCl) (กรม)	ระดับความเค็ม (Salinity) ‰	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย				อัตราการตายของกุ้งเป็น %
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
0	32.07	10	0	0	0	0.0	0
5	34.51	10	1	0	1	0.67	6.7
10	36.80	10	3	3	3	3.0	30
20	41.51	10	6	5	6	5.67	56.7
30	46.41	10	7	7	8	7.33	73.3
40	50.03	10	10	10	9	9.67	96.7

ที่ระดับความเค็ม 46.41 ‰ และ 50.03 ‰ กุ้งว่ายน้ำเร็ว เพื่อหาทางที่จะหนีไป เมื่อหนีออกไม่ได้จะเริ่มเสียสมดุลย์ภายใน 1 ชั่วโมง และภายใน 24 ชั่วโมง กุ้งที่อยู่ในน้ำระดับความเค็มต่าง ๆ จะมีอัตราการตายดังแสดงไว้ในตารางที่ 10

กราฟที่ 6 แสดงอัตราการตายของ P. merguiensis ที่ความเค็มระดับต่าง ๆ



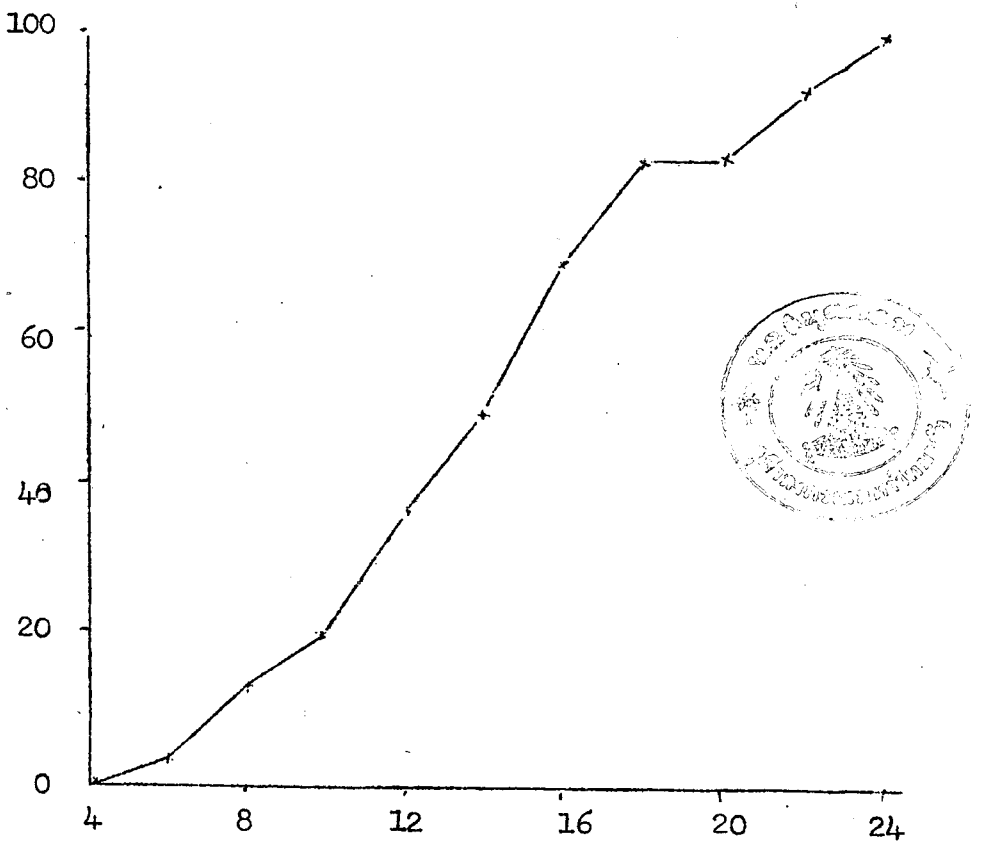
3. ง ระยะเวลาที่กุ้ง P. merguiensis ทนอยู่ได้ในอากาศ กุ้งสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในอากาศเวลานานต่าง ๆ กันดังในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis เมื่ออยู่ในอากาศเวลาต่าง ๆ กัน อุณหภูมิอากาศ 34°ซ อุณหภูมิน้ำทะเล 31.8°ซ

เวลา (นาที)	จำนวนกุ้งที่ใช้ทดลอง 1 ครั้ง	จำนวนกุ้งที่ตาย			อัตราการตาย เฉลี่ย ของกุ้งเป็น %		หมายเหตุ
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
4	10	0	0	0	0	0	
6	10	0	0	1	0.33	3.3	การทดลองนี้อยู่
8	10	2	1	1	1.33	13.3	ริมทะเลถือว่าเป็น
10	10	3	2	1	2.0	20	อากาศอิ่มตัว
12	10	4	3	4	3.67	36.7	
14	10	5	6	4	5.0	50	
16	10	8	7	6	7.0	70	
18	10	8	9	8	8.33	83.3	
20	10	9	8	8	8.33	83.3	
22	10	9	10	9	9.33	93.3	
24	10	10	10	10	10	100	

จากการทดลองหลาย ๆ ครั้งพบว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ระยะเวลาที่กุ้งเริ่มตายเมื่ออยู่ในอากาศจะสั้นลง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะอุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลต่ออัตราการตายเมื่อกุ้งอยู่ในอากาศก็เป็นได้

กราฟที่ 7 แสดงอัตราการตายของกุ้ง P. merguiensis
เมื่ออยู่ในอากาศ ณ ที่อุณหภูมิ 34.0 °ซ



4. ผลการศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับการเลือกสถานที่อาศัย (Selection of substratum) ของกุ้ง P. merguiensis ที่ทดลองในห้องปฏิบัติการ เมื่อใช้ Substratum ที่เป็นทรายและโคลนผสมด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงอัตราการเลือกสถานที่อาศัย(Substratum)ของ P. merguiensis ที่ทรายและโคลนผสมด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

% ของโคลนใน Substratum	จำนวนกุ้งที่นับรวมทั้ง 3 ตู้การทดลอง ครั้งที่										อัตราการเลือกที่อาศัยเป็น %	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม		
0	9	12	13	10	10	12	10	12	9	97	14.97	นับจำนวนกุ้งรวมทั้ง 3 ตู้ เพื่อกำจัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการจัดบลอค.
20	13	9	9	11	10	13	11	12	10	98	15.12	
40	15	9	13	13	9	10	9	10	10	98	15.12	
60	12	12	9	10	10	13	11	13	12	102	15.76	
80	12	13	12	13	12	13	15	13	16	119	18.36	
100	13	15	14	14	15	17	16	14	15	134	20.68	
ค่าของ $\chi^2_{.05}$ ที่ได้ = 10.67 และ $\chi^2_{.05}(n=5)$ จากTable = 11.07												

จากตารางที่ 12 จะเห็นว่า จากการคิดเป็นเปอร์เซนต์ พบว่า กุ้ง P. merguiensis ชอบอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เป็นโคลน 100 % มากกว่าพื้นที่ชนิดอื่น ๆ ที่ทำการทดลอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ วิธี χ^2 test

จากสมการ $$\chi^2 = \sum_{i=1}^{6} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$d.f. = 6 - 1 = 5$$

ผลปรากฏว่า เมื่อนำค่าตัวเลขจากตารางมาคำนวณ ได้ค่า $\chi^2_{.05}$ = 10.67 แต่ ค่า $\chi^2_{.05}(n-1)$ จาก Table = 11.07 ดังนั้น ค่า ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า จาก Table จึง Accept hypothesis หมายความว่า กุ้ง P. merguiensis นี้ ในทางสถิติถือว่า การเลือกสถานที่อาศัยที่เป็นส่วนผสมของทราย และโคลนในอัตราส่วนต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันเป็นนัยสำคัญ

นอกจากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวแล้ว ได้สังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้ คือ สังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของกุ้ง P. merguiensis เช่น วิธีการเลือกชนิดของอาหาร พบว่า กุ้งที่มีขนาดตั้งแต่ขนาดเล็ก (Young shrimp) จนถึงกุ้งที่โตเต็มวัย (Adult) จะไม่มีการเลือกชนิดของอาหาร จะเป็นพวกพืชหรือสัตว์ก็ได้ หรืออาจเป็นทรากพืชทรากสัตว์ กุ้งจะจับชิ้นวัตถุที่มันพบซึ่งอาจลอยหรือจมอยู่ในน้ำ บางทีจับสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร (Predatory) โดยเฉพาะจับสัตว์ที่เล็กกว่า และเคลื่อนที่ได้ช้ากว่า เช่น Polychaete กุ้งใช้ขาเดิน (Pereiopod) ในการจับสัตว์อื่น ส่วนพวก Crustacea ปลา และสัตว์อื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่า กุ้งจับกินได้ต่อเมื่อ สัตว์เหล่านั้นตายแล้ว ถ้าเป็นอาหารชนิดเล็ก กุ้งใช้ Chelae ของ Pereiopod จับส่งเข้าปาก ถ้าเป็นอาหารชิ้นใหญ่ กุ้งใช้ Pereiopods และ Maxilliped คู่ที่ 3 ช่วยจับถืออาหารส่งเข้าปาก และสังเกตพบว่า กุ้งมักชอบอาหารชิ้นเล็ก ๆ มากกว่าชิ้นใหญ่ ในการกลืน กินอาหารเป็นไปอย่างช้า ๆ บางครั้งกุ้งจะทิ้งอาหารที่จับอยู่ เพื่อไปหาอาหารชิ้นที่เล็กกว่า ทั้งนี้เพราะจะได้นำอาหารหนีไปได้สะดวก และรวดเร็ว เมื่อมีกุ้งตัวอื่น หรือสัตว์อื่นมารบกวน โดยมากกุ้ง 1 ตัว จะจับอาหารทั้งชิ้นไว้โดยไม่ให้ตัวอื่นร่วมกินด้วย บางครั้ง กุ้งตัวที่มีขนาดใหญ่กว่าแย่งอาหารจากตัวที่เล็กกว่า ถ้าเป็นอาหารชิ้นใหญ่ ๆ กุ้งหลาย ๆ ตัวจะมาเกาะกินอยู่ด้วยกัน.

เนื่องจากกุ้งชนิดนี้ ลำตัวใสพอที่จะสังเกตเห็นอาหารที่มันกินเข้าไปได้ ดังนั้น หลังจากที่กุ้งอดอาหารมาหลายวัน ถ้าให้กินอาหาร จะเห็นอาหารจากกระเพาะค่อย ๆ เคลื่อนที่ต่อไปสู่ลำไส้ได้ชัดเจน โดยเฉพาะเมื่ออาหารมีสีเข้ม.

ในการศึกษาครั้งนี้สังเกตพบว่า P. merguiensis มีนิสัยในการกินกันเอง (Cannibalism) คือ กุ้งตัวใดตายหรือใกล้จะตาย หรือเป็นกุ้งที่อ่อนแอ เช่น กรณีที่กุ้งเพิ่งลอกคราบใหม่ ๆ โดยมากจะไม่แข็งแรง เปลือกใหม่ยังไม่แข็ง ไม่ว่องไว ถ้าเป็นเช่นนี้กุ้งอื่น ๆ ที่ขังเลี้ยงรวมกันไว้ และยังมีชีวิตอยู่จะเข้าโจมตี และกัดกินทันที แต่ถ้าเป็นกุ้งที่ลอกคราบใหม่ ๆ และแข็งแรงเพียงพอก็สามารถว่ายน้ำหนีไปได้ จากการสังเกตกุ้งขนาดต่าง ๆ ที่ขังเลี้ยงรวมไว้ในอ่างเลี้ยงเดียวกัน ไม่ปรากฏว่ากุ้งที่มีขนาดใหญ่จับกุ้งที่มีขนาดเล็ก ๆ กิน แม้ว่ากุ้งเหล่านั้นจะอดอาหารถึง 4–5 วันก็ตาม กุ้งที่กินกุ้งตัวอื่น ส่วนมากจะเริ่มกินที่ตาก่อนเสมอ แล้วจึงกินขา หางและหนวด คือ จะกินส่วนที่เป็นระยางค์ยื่นออกมาก่อนแล้วจึงกินลำตัวเป็นส่วนหลังสุด

การลอกคราบ(Molting) ของกุ้ง P. merguiensis สังเกตพบว่าลอกคราบได้ทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน แต่โดยมากพบว่าลอกคราบในเวลากลางคืน กุ้งที่ลอกคราบใหม่ ๆ จะไม่กินอาหาร มักเกาะนิ่ง ๆ อยู่ที่พื้น หรือถ้าว่ายน้ำก็จะทรงตัวให้อยู่ในแนวดิ่ง ถ้าขังรวมไว้กับตัวอื่น ๆ มักจะถูกรังแก ปลายกรี(Rostrum) หักได้ง่ายมาก เพราะอ่อนนิ่ม เมื่อว่ายน้ำชนข้างตู้เลี้ยงจะงอพับและหักได้ ดังนั้นกุ้งที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการปลายกรีมักจะหักไม่มากก็น้อย ไม่เหมือนกุ้งที่อยู่ในนากุ้งซึ่งมีที่ว่างมาก กุ้งที่ลอกคราบใหม่ ๆ พยายามทรงตัวให้อยู่นิ่ง ๆ ในแนวดิ่ง ขาว่ายน้ำ(Pleopod) โบกเร็ว เปลือกใหม่จะแข็งตัว (Sclerotized) ภายใน 24 ชั่วโมง กุ้งที่แข็งแรงอยู่ในสภาพปกติ เวลาที่ใช้ในการลอกคราบเร็วมาก เมื่อกุ้งจะลอกคราบมันจะงอตัวหัก Cuticle ตรงรอยต่อระหว่าง Cephalothorax และลำตัว เพื่อให้ Cuticle เก่าแยกออกจาก Cuticle ใหม่ แล้วสลัด Cuticle เก่าออกโดยการดีดตัวเอง Carapace จะหลุดออกไปต่างหาก คราบที่เหลือ(Exuvium) จะมีลักษณะเหมือนหัวและตัวกุ้งธรรมดา จากการสังเกตกุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ เมื่อนาน ๆ เข้าจะตายหลังการลอกคราบ บางครั้งตายทั้ง ๆ ที่คราบยังหลุดออกจากตัวไม่หมด พบว่าส่วนสุดท้ายที่คราบยังติดอยู่คือที่ขาเดิน (Pereiopods หรือ Walking Legs) แสดงว่ากุ้งลอกคราบเก่าออกเมื่อได้สลัด Carapace ออกแล้ว

จะสลัดเปลือกเก่าออกจากตัวให้หมือนถอดถุงมือ และส่วนสุดท้ายของเปลือกเก่าที่จะหลุดออก คือ เปลือกที่ขาเดิน ที่สังเกตพบอีกประการหนึ่ง คือ กุ้งจะกินคราบกุ้งที่ลอกไว้เป็นอาหารได้ด้วย

กุ้ง P. merguiensis มีวิธีการหนีภัยโดยการว่ายน้ำหนีไป หรือถ้าตกใจก็จะงอตัวแล้วดีดตัวถอยหลัง หรือถ้าพื้นท้องที่ที่อาศัยอยู่มีโคลน หรือทรายเป็น Substratum กุ้งจะหนีภัยโดยการฝังตัวเอง (Burrowing) หรือทำให้น้ำขุ่นข้น กุ้งฝังตัวโดยใช้ขาว่ายน้ำและขาเดินขุดคุ้ย พัดดินให้เป็นร่องพอที่จะเอาตัวฝังลงไปได้ กุ้งจะฝังทางหางลงไปก่อนโดยขาว่ายน้ำพัดดินหรือโคลนทรายขึ้นปิด และค่อย ๆ ฝังมากขึ้นจนในที่สุด จะเห็นแต่ลูกตา ปลายกรี และปลาย Antennule เท่านั้น และโดยมากพบว่าฝังตัวเวลากลางวันและเมื่อถูกรบกวน

กุ้งว่ายน้ำได้ช้าหรือเร็วขึ้นกับอัตราการโบกของขาว่ายน้ำ ในการทรงตัวให้อยู่นิ่ง ๆ กุ้งจะโบกขาว่ายน้ำช้า ๆ พบว่าอวัยวะภายนอกทั้งหมด ขาเดินอาจจะสำคัญที่สุด เพราะถ้าขาเดินพิการกุ้งจะทรงตัวไม่ได้ในที่สุดจะตาย

ในการเลี้ยงกุ้งในห้องปฏิบัติการ ต้องคอยระวัง ถ้าสังเกตพบว่ากุ้งพยายามกระโดดหนีออกจากน้ำ หรือขึ้นไปลอยเป็นแพบนผิวน้ำ แสดงว่าในระยะเวลาอีกไม่นานถ้าไม่เปลี่ยนน้ำหรือให้อากาศเพิ่มเติม กุ้งจะตายทั้งหมดพร้อม ๆ กัน ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากน้ำเสียหรือขาดออกซิเจน แต่ยังไม่ได้ทำการทดลองว่าเนื่องมาจากสาเหตุใดแน่นอน ถ้าสังเกตเห็นดังนี้ต้องรีบจัดการเปลี่ยนน้ำ หรือให้อากาศเพิ่มทันที