สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง
ปฏิสัมพันธ์ทางนิเวศน์ระหว่างกุ้งขาวแปซิฟิค (*Litopeneaus vannamei*) กับกุ้งท้องถิ่นของประเทศไทย ในระบบนิเวศจำลอง

วันศุกร์ เสนานาญ
สุวรรณา ภาณุตระกูล และนงนุช ตั้งเกริกโอหาร
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

ห0156798
- 6 มี.ย. 2556
321221
เริ่มบริการ
- 2 ส.ค. 2556

งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี ๒๕๕๔
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กันยายน ๒๕๕๕

อภินันทนาการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ (ปีงบประมาณ 2552 – 2554) และงานส่งเสริมการวิจัย กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่อำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การทำวิจัยในครั้งนี้จะสำเร็จไปไม่ได้ หากไม่ได้รับการความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี จากหลายหน่วยงาน บุคคลากร ผู้ช่วยวิจัยของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา รวมถึง เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้ง ชาวประมงพื้นบ้านหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี และเจ้าของวังกุ้งจังหวัดสมุทรสาคร ขอขอบคุณคุณขวัญเรือน ศรีนุ้ยจากสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล และดร. วิชญา กันบัว จากภาควิชาวาริชศาสตร์ที่ช่วยวินิจฉัยชนิดของอาหารธรรมชาติในกระเพาะกุ้ง เจ้าหน้าที่ของภาควิชาวาริชศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณเอกรัตน์ น้อยเพ็ง และคณะผู้ช่วยวิจัยซึ่งได้แก่คุณสุภาพร สอนแก้ว และคุณชุษณะ สารจิตตาภาพ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การอนุบาลลูกกุ้ง การดำเนินการในห้องปฏิบัติการ และวิเคราะห์ตัวอย่าง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

บทคัดย่อ

แม้ว่าการนำกุ้งขาวแปซิฟิคซึ่งเป็นกุ้งต่างถิ่น เข้ามาทดแทนการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จะเป็นทางออกหนึ่งของการแก้วิกฤตการเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทย แต่การหลุดลอดของสัตว์น้ำต่างถิ่นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพท้องถิ่นได้ ปฏิสัมพันธ์ที่สำคัญสำหรับการอยู่รอด และที่อาจส่งผลกระทบทางนิเวศของกุ้งขาวแปซิฟิค ได้แก่พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงผู้ล่า และการแข่งขันใช้ทรัพยากรพื้นที่และอาหารร่วมกับกุ้งท้องถิ่น โครงการนี้จึงได้ออกแบบการทดลองในระบบนิเวศจำลอง (ตู้กระจกขนาด 20 ลิตร และถังพลาสติกขนาด 65 ลิตร) เพื่อประเมินพฤติกรรมการใช้พื้นที่ การหลีกเลี่ยงผู้ล่า และการใช้ทรัพยากรอาหารของกุ้งขาวแปซิฟิค เทียบกับกุ้งท้องถิ่น

ผลการทดลองในตู้กระจกพบว่า ในการทดลองที่มีกุ้งชนิดเดียว กุ้งขาวแปซิฟิคมีพฤติกรรมว่ายในมวลน้ำอยู่ตลอดเวลา (ในสภาวะตู้กระจก) คล้ายกับลักษณะการว่ายน้ำของกุ้งกุลาดำ (ได้มาจากการการเลี้ยง) และกุ้งแชบ๊วย (ได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ) ในขณะที่การทดลองที่มีกุ้งอยู่ร่วมกัน 2 ชนิด คือกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งท้องถิ่น กุ้งขาวแปซิฟิคมีระดับการเคลื่อนที่ (เดิน+ว่ายน้ำ) ที่เพิ่มขึ้น (สัดส่วนของกุ้งที่มีการเคลื่อนที่มากกว่าค่ามัธยฐานของเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ เปลี่ยนจาก 0.23 ไปเป็น 0.38) เมื่ออยู่ร่วมกับกุ้งท้องถิ่นชนิดอื่น ในขณะที่กุ้งท้องถิ่นชนิดอื่นมีการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$, non-parametric rank tests)

เมื่อพิจารณาผลของผู้ล่าต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำ และอัตรารอดของกุ้ง ในตู้กระจก พบว่าการปรากฏของผู้ล่า (ปลากะพงขาว) ทำให้กุ้งทุกชนิดมีการเคลื่อนที่ลดลง ($p<0.05$) ทั้งในสถานการณ์ที่กุ้งอยู่แยกชนิดเดี่ยวๆ และอยู่ร่วมกับกุ้งขาวแปซิฟิค และปลาสามารถจับกุ้งขาวแปซิฟิคได้มากกว่ากุ้งกุลาดำ แต่ไม่แตกต่างจากกุ้งแชบ๊วย อย่างไรก็ตาม ปลาจะจู่โจมกุ้งขาวมากกว่ากุ้งท้องถิ่นชนิดอื่นๆ ในระยะเวลาเท่ากัน (แม้ว่าอาจไม่ประสบความสำเร็จในการล่าก็ตาม) สำหรับการทดลองประเมินอัตรารอดของกุ้งขาวแวนาไมจากผู้ล่า เทียบกับกุ้งแชบ๊วยซึ่งเป็นกุ้งพื้นเมืองของไทย โดยผันแปรวัสดุพื้นท้องน้ำ ระดับความขุ่น และปริมาณแหล่งหลบภัยในถังพลาสติก ที่มีและไม่มีผู้ล่า พบว่าอัตราการรอดของกุ้งทั้งสองชนิดในถังที่มีปลา มีค่าน้อยกว่าถังที่ไม่มีปลา (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนในถังที่มีปลาและกุ้งอยู่ร่วมกันนั้น ปัจจัยต่างๆ ที่ทดสอบไม่ได้ทำให้อัตรารอดของกุ้งขาวแวนาไมแตกต่างจากกุ้งแชบ๊วย ยกเว้นในการทดลองที่ผันแปรประเภทของวัสดุพื้นท้องน้ำ (ไม่มีวัสดุ ทรายละเอียด ทรายหยาบ และโคลน) ที่พบว่าในชุดที่มีผู้ล่า กุ้งขาวแวนาไมมีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งแชบ๊วยอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ความแตกต่างดังกล่าวไม่ได้ขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุพื้นท้องน้ำ

กุ้งขาวสามารถกินอาหารธรรมชาติได้เหมือนกับกุ้งแชบ๊วย โดยพบอาหารทั้งหมดในกระเพาะอาหารได้ประมาณ 5 ประเภทคือ ไส้เดือนทะเล เศษเนื้อ เศษพืช สาหร่ายเซลล์เดียว และครัสเตเชียขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบเศษหินในปริมาณมากด้วย (เฉลี่ย 16.62-60.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณอาหารที่กินไปทั้งหมด) นอกจากนี้กุ้งขาวแปซิฟิคอาจมีข้อได้เปรียบในการแก่งแย่งอาหารเนื่องจาก มีอัตราการเจริญจำเพาะ (specific growth rate, % น้ำหนักต่อวัน, SGR) ที่กว่ากุ้งแชบ๊วยในชุดการทดลองในตู้กระจกที่อยู่แบบกุ้งชนิดเดียว และการทดลองที่กุ้งขาวแปซิฟิคอยู่ร่วมกับกุ้งท้องถิ่น (ค่า SGR ของกุ้งขาว = 1.08 -1.75% กรัม ต่อวัน; SGR ของกุ้งแชบ๊วย = 0.28-0.91 % กรัม ต่อวัน) และอัตราการเติบโตของกุ้งขาวไม่ได้ลดลงเมื่อมีการเพิ่มความหนาแน่นของกุ้งชนิดเดียวกันเอง หรือเมื่ออยู่ร่วมกับกุ้งแชบ๊วย ในขณะที่กุ้งแชบ๊วยมีอัตราการเติบโตลดลงในกรณีที่อยู่ร่วมกับกุ้งขาวที่ความหนาแน่นสูง (3 ต่อ 3) และในกรณีที่สัดส่วนกุ้งแชบ๊วยต่อกุ้งขาว เท่ากับ 3 ต่อ 1

ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่ากุ้งขาวน่าจะมีความสามารถในอยู่รอดในธรรมชาติได้ดี เนื่องจากมีความสามารถในการหลบเลี่ยงการล่า ในระดับที่ใกล้เคียงกับกุ้งท้องถิ่นที่มีลักษณะการดำรงชีวิตคล้ายกับกุ้งขาว อีกทั้งมีความสามารถในการกินอาหารธรรมชาติได้คล้ายกับกุ้งแชบ๊วย นอกจากนี้กุ้งขาวแปซิฟิคอาจมีข้อได้เปรียบในการแก่งแย่งอาหาร เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากุ้งแชบ๊วย และไม่ได้รับผลกระทบจากการอยู่อย่างหนาแน่น (ไม่ว่าจะเป็นชนิดเดียวกันเองหรือกับชนิดอื่น) ดังนั้นการล่าจึงไม่น่าจะเป็นอุปสรรคในการอยู่รอดของกุ้งขาวแวนาไมในธรรมชาติ และกุ้งขาวอาจมีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรอาหารในธรรมชาติ

คำสำคัญ: สัตว์น้ำต่างถิ่น กุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* ประเมินความเสี่ยงทางนิเวศน์

Abstract

Although the introduction of Pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) for aquaculture may alleviate existing crisis for black tiger prawn (Penaeus monodon) aquaculture, the releases of this species into the wild may negatively impact local biodiversity. Important ecological interactions though which whiteleg shrimp can negatively affect local biodiversity include predator avoidance and competition for space and food. This study therefore, examined whiteleg shrimp's behavior to avoid predators and compete for food and space compared to local shrimp species, banana prawn (*Penaeus merguiensis*), black tiger prawn (*P. monodon*) and *Metapeneas* sp., in microcosms (20 L aquaria and 65 L tanks). We also investigated the outcomes of predation and space/food competition. The aquaria experiments (no predator) suggested that Pacific whiteleg shrimp were active swimmers, similar to banana prawn obtained from the wild and black tiger prawn cultured in hatchery. In the two-species aquaria experiments (whiteleg shrimp and a local species), the swimming and walking activities of the whiteleg shrimp increased from the single species experiments (proportion of individuals with the activities above the median values increased from 0.23 to 0.38), but those of all other local species was substantially reduced ($p<0.05$, non-parametric rank tests).

In both single- and two-species experiments, the presence of predator (Asian seabass, *Lates calcarifer*) significantly reduced swimming and walking activities of all species, including whiteleg shrimp, banana prawn, black tiger prawn and *Metapeneaeus* sp. The predator successfully captured higher number of whiteleg shrimp compared to black tiger prawn, but the numbers did not differ between whiteleg shrimp and the other two species. However, predator attacked whiteleg shrimp at a higher rate than other local species. In the tank experiments (whiteleg shrimp and banana prawn), the survival of one or both species was significantly reduced when a predator was present ($p<0.05$). However, the various substrate types, shrimp densities, refuge coverage levels and turbidity levels did not affect survival of both shrimp species. However, in the substrate experiment, the survival of banana prawn was lower that that of whiteleg shrimp ($p<0.05$).

Whiteleg shrimp consumed similar types and proportion of natural diets to banana prawn. We found five diet types in similar proportions in stomachs of wild-caught whiteleg shrimp and banana prawn. Diet types included polycheates (represented by their setae), tissue remains, phytoplankton, small crustaceans (parts) and plant remains. In addition, we found substantial amount of gravel in the stomachs of both species (16.62-60.19 percent of the total diet volume). In the aquaria food competition experiments,.whiteleg shrimp showed consistently higher specific growth

rates (% weight per day, SGR) than banana prawn across all experiment groups, both intra- and interspecific competition settings (whiteleg shrimp SGR = 1.08 -1.75% g per day; banana prawn SGR = 0.28-0.91 % g per day). Banana prawn, on the other hand, showed growth rate reduction in the presence of whiteleg shrimp in two settings, 3 to 3 and 1 to 3 ratios of whiteleg shrimp and banana prawn.

Our results suggests that Pacific whiteleg shrimp has several characteristics facilitating its survival in the wild. This species underwent a similar predation pressure compared to local shrimp species, and it could utilize existing resources in a similar manner to the local shrimp species. In addition, it may have an advantage over competition (both intra and interspecific competition) compared to banana prawn. Predation is probably not a major constraint to population establishment of a feral population.

Keywords: Alien species, Pacific whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, ecological risks assessment

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. เอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3. วิธีการดำเนินการวิจัย	11
การทดลองที่ 1	11
การทดลองที่ 2	13
การทดลองที่ 3	16
การทดลองที่ 4	17
บทที่ 4 ผลการศึกษา	19
การทดลองที่ 1	19
การทดลองที่ 2	24
การทดลองที่ 3	38
การทดลองที่ 4	41
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	48
เอกสารอ้างอิง	52

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	พื้นที่กระจายของกุ้งขาวแปซิฟิค (*L. vannamei*) ตามธรรมชาติบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร แปซิฟิกจากประเทศเม็กซิโกจนถึงทางตอนเหนือของประเทศเปรู	4
2.2	การเพิ่มขึ้นของปริมาณผลผลิตของกุ้งขาวแปซิฟิค (*L. vannamei*) เปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตของกุ้งกุลาดำ และปริมาณผลผลิตกุ้งทะเลโดยรวมจากการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย	4
3.1	ลักษณะ และตำแหน่งการฉีดสี Elastomer ที่โคนหางของกุ้งหนึ่งชนิด ในการทดลองที่ประกอบด้วยกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งพื้นเมือง 1 ชนิด	12
3.2	ลักษณะตู้กระจกสำหรับสังเกตพฤติกรรมการใช้พื้นที่ในมวลน้ำ (การทดลองที่ 1) และการหลบเลี่ยงผู้ล่า (การทดลองที่ 2) ด้วยกล้องวงจรปิด	13
3.3	ลักษณะการวางถังสำหรับการทดสอบปัจจัยภายนอก ต่อการล่าเหยื่อของปลากะพงขาว (ก) รูปแบบการทดลองผลของวัสดุพื้นท้องน้ำ ความหนาแน่นของกุ้งและความหนาแน่นแหล่งหลบภัย และ (ข) รูปแบบการทดลองผลของความขุ่น	15
4.1	เปอร์เซ็นต์กุ้งขนาดต่างๆ ที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา	20
4.2	เปอร์เซ็นต์กุ้งขนาดต่างๆ ที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในช่วงเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา	21
4.3	เปอร์เซ็นต์ของกุ้ง (รวมขนาด) ที่มีการเคลื่อนที่ในตู้กระจกก่อนมีการปล่อยปลาเป็นเวลา 29 นาที (ก) การว่ายน้ำ (ข) การเดิน และ (ค) การเคลื่อนที่ทั้งหมด	23
4.4	เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ ในการล่ากุ้งแต่ละชนิดของปลากะพงขาว ในตู้ทดลองเปอร์เซ็นต์คิดจากสัดส่วนของความสำเร็จในการจับกุ้งได้เทียบกับความพยายามในการจับกุ้ง	25
4.5	เปอร์เซ็นต์กุ้งที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในเวลา 60 นาทีหลังจากการปล่อย	26
4.6	เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ ในการล่ากุ้งแต่ละชนิดของปลากะพง เมื่อกุ้งขาวอยู่ร่วมกับกุ้งพื้นเมือง ในตู้ทดลอง เปอร์เซ็นต์คิดจากสัดส่วนของความสำเร็จในการจับกุ้งได้เทียบกับความพยายามในการจับกุ้งทั้งหมด	27
4.7	เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่รวมของกุ้งทั้ง 4 ชนิดที่อยู่ในตู้กระจกในช่วงเวลาก่อนปล่อยปลา 29 นาที ช่วงที่มีการปรับสภาพปลา (มีฉากใสกั้น) และหลังจากการปล่อยปลาตลอดช่วงเวลา 60 นาที	29
4.8	จำนวนครั้งในการจู่โจมกุ้งต่างชนิดของปลากะพงขาวในระยะเวลา 60 นาที ในการทดลองที่มีกุ้งชนิดเดียว และที่มีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง	31
4.9	สัดส่วนการจับกุ้งที่ประสบความสำเร็จของปลากะพงขาวในระยะเวลา 60 นาที ในการทดลองที่มีกุ้งชนิดเดียว และที่มีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง	31
4.10	อัตราการรอดชีวิตของกุ้งหลังจากอยู่ร่วมกับผู้ล่า เป็นระยะเวลา 60 นาที	32

รูปที่ **หน้า**

4.11 อัตราการรอดชีวิตของกุ้งทุกชนิดในชุดทดลอง ที่มีพื้นวัสดุต่างๆ กัน 32

4.12 อัตรารอดของกุ้งที่อยู่ในชุดการทดลองที่มีกุ้งขาวและกุ้งแชบ๊วยอยู่ร่วมกัน (ก) กุ้งขาว และ (ข) กุ้งแชบ๊วย 33

4.13 จำนวนกุ้งทุกชนิดที่ถูกล่า ในชุดทดลอง ที่มีความหนาแน่นของกุ้งต่างๆ กัน) 34

4.14 จำนวนกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ที่ถูกล่าโดยปลากะพงขาว ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน 35

4.15 อัตรารอดของกุ้งที่ถูกล่า ในชุดทดลองที่มีกุ้งเพียงชนิดเดียว (ถังการทดลอง 1-4) ที่มีปริมาณแหล่งหลบซ่อนต่างๆ กัน 36

4.16 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน 36

4.17 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ที่ถูกล่า ในชุดทดลองที่มีกุ้งเพียงชนิดเดียว ในสภาวะที่มีความขุ่นต่างกัน 37

4.18 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน 38

4.19 ประเภทของกลุ่มอาหารที่พบในกระเพาะกุ้งแชบ๊วย และกุ้งขาวที่จับจากธรรมชาติ (ก) Setae ของไส้เดือนทะเล (ข)-(ง) สาหร่ายขนาดเล็ก (จ) เศษเนื้อ(ฉ) เศษหิน (ช) เศษพืช และ (ซ) ระยางค์ของครัสเตเชียขนาดเล็ก 45

4.20 องค์ประกอบอาหารที่พบในกระเพาะกุ้งแชบ๊วย (ก) และ กุ้งขาวแปซิฟิค (ข) ที่จับจากธรรมชาติ 46

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของกุ้งขาวแปซิฟิคจากข้อมูลโครงการ แนวทางการจัดการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในระบบนิเวศแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ได้รับการจัดสรรงบประมาณในปี 2548-2550)	7
3.1	แผนการทดลองสำหรับการสังเกตพฤติกรรมการใช้พื้นที่ในมวลน้ำ	12
	ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองในการทดสอบผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการล่าเหยื่อ (กุ้งขาว และกุ้งพื้นเมืองของไทย) ของปลากะพงขาว	14
3.3	แผนการทดลองการแก่งแย่งทรัพยากรอาหารระหว่างกุ้งขาว และกุ้งพื้นเมืองของไทย (แชบ๊วย) แต่ละซ้ำ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดลองชนิดเดี่ยว (แถวแรกสำหรับกุ้งแชบ๊วย และ คอลัมน์แรกสำหรับกุ้งขาว) และการทดลองชนิดคู่ผสมซึ่งอัตราส่วนต่างๆของกุ้งแชบ๊วยต่อกุ้งขาว	16
3.4	รายละเอียดของตัวอย่างกุ้งที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กระเพาะอาหาร	17
4.1	สัดส่วนของกุ้งที่มีการเคลื่อนไหว เมื่อเทียบกับจำนวนกุ้งในตู้ทั้งหมด (นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา	20
4.2	สัดส่วนของกุ้งที่มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำ เดิน หรือ การเคลื่อนที่รวม) มากกว่าค่ามัธยฐาน ในการทดลองสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำ เมื่อมีกุ้งเพียงชนิดเดี่ยว (ชนิดเดี่ยว) และมีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง (ชนิดคู่)	22
4.3	สัดส่วนของกุ้งที่มีการเคลื่อนที่ เมื่อเทียบกับจำนวนกุ้งในตู้ทั้งหมด (นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเวลา 60 นาทีหลังจากการปล่อยปลา	27
4.4	สัดส่วนของกุ้งที่มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำ เดิน หรือ การเคลื่อนที่รวม) มากกว่าค่ามัธยฐาน ในการทดลองสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำ เมื่อไม่มีปลา (1) มีปลาแต่มีฉากกั้น (2) และมีปลา (3)	28
4.5	ค่าเฉลี่ย (±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของจำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา ความสำเร็จในการล่าเหยื่อ และอัตราการรอดตายของกุ้ง ในการทดลองกุ้งชนิดเดี่ยว และ กุ้ง 2 ชนิดร่วมกัน (กุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง) ในเวลา 60 นาที ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (column) แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	30
4.6	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย ความยาวเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR, % per day) ทีคำนวณจากการเพิ่มขึ้นของความยาว และน้ำหนัก หลังจากการเลี้ยงกุ้งร่วมกันในชุดการทดลองต่างๆ	39

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทางน้ำ เนื่องจากการตั้งและขยายประชากรของสัตว์น้ำต่างถิ่น (aquatic alien species) ได้รับความสนใจจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ดังจะเห็นได้จากการประชุมสัมมนาและการระดมความคิดเห็น (จุฬ, 2539; กรมประมง และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2545; Funge-Smith and Briggs, 2003; USGS, 2005, http://www.icais.org/) ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเริ่มตื่นตัวในการวางมาตรการดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีกุ้งขาวแปซิฟิค (กรมประมง, 2546) ประเทศไทยยังคงขาดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อประกอบการตัดสินใจและวางมาตรการจัดการความเสี่ยงและผลกระทบของสัตว์น้ำต่างถิ่น

แผนการวิจัย **แนวทางประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมของสัตว์น้ำต่างถิ่น: กรณีศึกษาการนำเข้ากุ้งขาวแปซิฟิคเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**จึงให้ความสำคัญกับการตั้งคำถามวิจัยอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแผนการวิจัยสามารถนำไปสู่การประเมินความเสี่ยงทางนิเวศน์ของสัตว์ต่างถิ่นอย่างเป็นรูปธรรม (และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ) โดยเลือกกรณีศึกษาของการนำเข้ากุ้งขาวแปซิฟิค (*Litopenaeus vannamei*) เข้ามาเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กุ้งขาวแปซิฟิคเป็นกุ้งท้องถิ่นของบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่ประเทศเมกซิโก ถึงเปรู

ความท้าทายในการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศน์ของสัตว์ต่างถิ่น คือการบ่งชี้ผลกระทบของสัตว์ต่างถิ่นต่อชุมชนสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นและกลไกที่เอื้อให้เกิดผลกระทบเหล่านั้น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางนิเวศน์ของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น จึงมีอยู่ค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบนิเวศน์ชายฝั่งทะเลเขตร้อน การศึกษานี้จึงเน้นการสร้างข้อมูลที่สามารถใช้อธิบายกลไกทางนิเวศน์ที่อาจเอื้อให้กุ้งขาวแปซิฟิคอยู่ในธรรมชาติได้ดี โดยเก็บข้อมูลในระบบนิเวศจำลองและระบบกึ่งธรรมชาติ การวิจัยนี้ เป็นการต่อยอดจากโครงการชุดที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณปี 2548 – 2550 ซึ่งเริ่มผลิตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงทางนิเวศน์ของกุ้งขาว (ตารางที่ 2.1) เช่น การปรากฏของกุ้งขาวแปซิฟิคในแม่น้ำบางปะกงตั้งแต่มกราคม 2548 – มกราคม 2550 ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น (Senanana et al., 2007; Senanan et al., 2010; Panutrakul et al., 2010) การปรากฏของเชื้อต่างถิ่นในกุ้งขาวแปซิฟิคในธรรมชาติและในกุ้งพื้นเมือง (Senanan et al., 2010; ปภาศิริ และคณะ, 2551) ความทนทานต่อสภาวะเป็นกรดด่างและความเค็มในช่วงกว้าง (Panutrakul et al., 2010; สุวรรณา และนงนุช 2551) และ ความยืดหยุ่นของประเภทของอาหารที่สามารถหาได้จากธรรมชาติ (Panutrakul et al., 2010; สุชนา และคณะ, 2551) คำถามที่ยังคงจำเป็นต้องตอบสำหรับการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศน์ คือ **กระบวนการทางนิเวศน์ชายฝั่งของประเทศไทย เอื้อต่อการอยู่รอดของกุ้งขาวแปซิฟิคหรือไม่ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นมีแนวโน้มรุนแรงอย่างไร**

แม้ว่าผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการสัตว์น้ำต่างถิ่น จะสนใจผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระดับใหญ่ (ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ) ผลกระทบในแหล่งน้ำธรรมชาติมักปรากฏอย่างไม่ชัดเจน (ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน หรือ การเปลี่ยนแปลงที่เห็นเป็นผลจาก

ปัจจัยอื่น) การวิเคราะห์ระดับของปฏิสัมพันธ์ในระบบนิเวศจำลองจึงเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถตอบคำถามในเชิงกลไกสำหรับปฏิสัมพันธ์บางอย่างได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรต่างๆ โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาปฏิสัมพันธ์ที่น่าจะเกิดขึ้นได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ การถูกล่า (predation) จากผู้ล่าในธรรมชาติ และการใช้ทรัพยากรอาหาร

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์การใช้พื้นที่ในมวลน้ำของกุ้งขาว และกุ้งท้องถิ่นที่พบในประเทศไทย
2. วิเคราะห์โอกาสการถูกล่าของกุ้งขาวแปซิฟิคในระบบนิเวศ เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งท้องถิ่น ในระบบนิเวศจำลอง
3. ประเมินผลกระทบจากการแก่งแย่งทรัพยากรอาหารในระบบนิเวศจำลอง
4. ประเมินความแปรปรวนของการกินอาหารของกุ้งขาวในธรรมชาติ และความคาบเกี่ยวของการกินอาหารในธรรมชาติ ระหว่างกุ้งขาว และกุ้งท้องถิ่น

ขอบเขตของการศึกษา

1 อธิบายเสี่ยงของการถูกล่าของกุ้งขาวแปซิฟิคซึ่งเป็นสัตว์น้ำต่างถิ่น เมื่อเทียบกับกุ้งท้องถิ่นของประเทศไทย

2 ออกแบบการทดลองในระบบนิเวศขนาดย่อม (microcosms) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ตู้กระจก (20L) และถังพลาสติก (65L)

3 ใช้ตัวแทนผู้ล่าที่อาศัยอยู่กลางน้ำ เช่นปลา

4 ตัวแทนชนิดกุ้งท้องถิ่นที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เลือกจากชนิดกุ้งทะเลที่ปรากฏในแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ซึ่งได้แก่ กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) และ กุ้งโอคัก (*Metapenaeus spp.*)

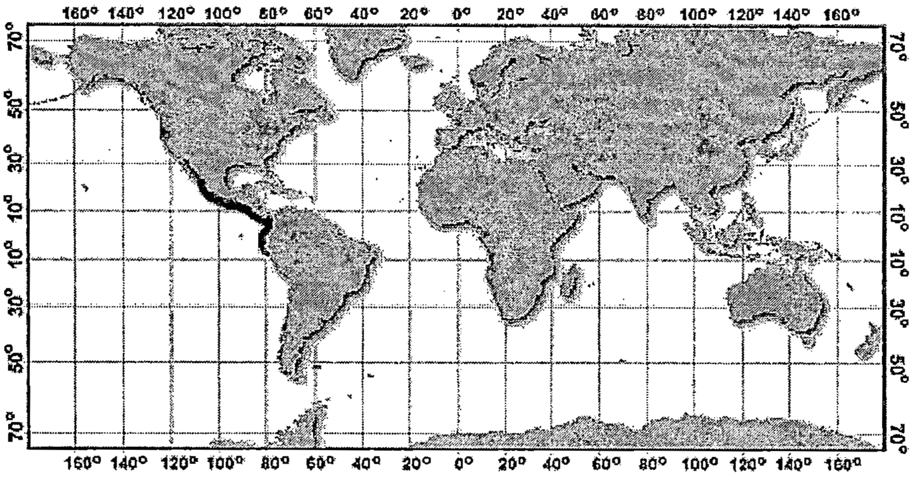
5. ทำการทดลองที่ความเค็ม 25 ppt

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

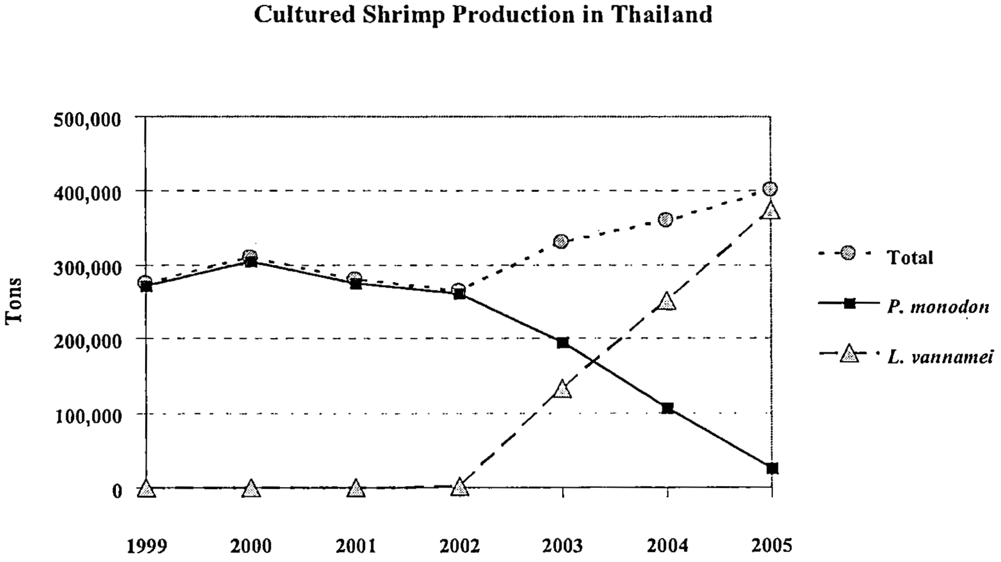
การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล และการนำเข้ากุ้งขาวแปซิฟิคเข้าสู่ประเทศไทย

การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยมีมาตั้งแต่ก่อน ปี พ.ศ. 2500 โดยในระยะแรก การเลี้ยงกุ้งเป็นไปในลักษณะของการเลี้ยงแบบ extensive shrimp farming เช่น การทำวังกุ้ง โดยกุ้งที่เลี้ยงกันในระยะแรกได้แก่ กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา ผู้เลี้ยงกุ้งในประเทศไทยเริ่มได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งจากประเทศไต้หวัน ทำให้การเลี้ยงกุ้งทะเลในประเทศไทยเปลี่ยนไปเป็นการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา (intensive shrimp farming) โดยกุ้งที่นิยมเลี้ยงกันได้แก่ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) (Tookwinas, 1993) ในระยะแรกการเลี้ยงกุ้งกุลาดำขยายตัวอย่างรวดเร็วในพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา และชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย แล้วจึงเริ่มขยายลงสู่ชายฝั่งทะเลตอนใต้ของประเทศไทย แต่เนื่องจากการขาดการบริหารจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี ทำให้ในช่วงปี พ.ศ. 2533 เริ่มมีการระบาดของโรคตัวแดงดวงขาว (White Spot Syndrome Virus; WSSV) และโรคหัวเหลือง (Yellow Head Virus; YHV) อย่างกว้างขวาง ทำให้ผู้ประกอบการจำนวนมากต้องขาดทุน และเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ฟาร์มเก่าที่มีปัญหาการระบาดของเชื้อไวรัสทั้งสองชนิดนี้ ทำให้เริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ความเค็มต่ำขึ้น ซึ่งก็ประสบความสำเร็จมาก จึงทำให้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของพื้นที่เลี้ยงกุ้งความเค็มต่ำเข้าไปยังพื้นที่นาข้าว (Szuster, 2001; Tiensongrusmee, 2000) อย่างไรก็ตามปัญหาการระบาดของโรคตัวแดงดวงขาว และโรคหัวเหลืองยังคงมีอยู่ทำให้มีปัญหากุ้งเจริญเติบโตช้าไม่ได้ขนาด ประกอบกับราคากุ้งกุลาดำเริ่มตกลง

ในปี พ.ศ. 2541 เริ่มมีการนำเอากุ้งแปซิฟิค (Pacific whiteleg shrimp; *Litopenaeus vannamei*) เข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย (Briggs et al., 2005) กุ้งขาวแปซิฟิคเป็นกุ้งท้องถิ่นของชายฝั่งตะวันออก ของมหาสมุทรแปซิฟิกจากประเทศเม็กซิโกถึงประเทศเปรู (ภาพที่ 2.1) กุ้งแปซิฟิคเป็นกุ้งน้ำกร่อยที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมสูง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงความเค็ม มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว (Holthuis, 1980; Perez Farfante and Kensley, 1997) ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิคในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 10,000 ตันในปี พ.ศ. 2545 (Briggs et al., 2005) เป็นประมาณ 370,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นสัดส่วนถึงร้อยละกว่า 90% ของผลผลิตกุ้งทะเลทั้งหมดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในประเทศไทยในปีดังกล่าว (401,250 ตัน) (กรมประมง, 2542-2548) (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.1. พื้นที่กระจายของกุ้งขาวแปซิฟิค (*L. vannamei*) ตามธรรมชาติบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร แปซิฟิกจากประเทศเม็กซิโกจนถึงทางตอนเหนือของประเทศเปรู (FAO/SIDP Species Identification Sheets, 2007)



ภาพที่ 2.2. การเพิ่มขึ้นของปริมาณผลผลิตของกุ้งขาวแปซิฟิค (*L. vannamei*) เปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตของกุ้งกุลาดำ และปริมาณผลผลิตกุ้งทะเลโดยรวมจากการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย

การรุกรานของสัตว์น้ำต่างถิ่น และผลกระทบทางนิเวศน์

กระบวนการรุกรานของสัตว์น้ำต่างถิ่นจะเริ่มจากการเข้าสู่สิ่งแวดล้อมใหม่ อาจจะโดยการกระทำของมนุษย์ หรือ โดยธรรมชาติ จากนั้นจะปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ สร้างประชากร และ รวมเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์น้ำต่างถิ่นกับสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นอาจมีได้หลายรูปแบบ เช่นความสัมพันธ์แบบผู้ล่า ผู้ถูกล่า (predator-prey) ตัว

ห้ำ ตัวเบียน (parasitic) แย่งปัจจัยที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตและแพร่ขยายพันธ์ (competition) และ การผสมข้ามพันธุ์ (hybridization)

ผลอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์เหล่านี้อาจทำให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เช่นในกรณีกุ้งเคยน้ำจืด *(Mysis relicta)* ที่แพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วในแถบประเทศสแกนดิเนเวีย ที่ก่อให้เกิดสภาพสารอาหารมากเกินไป (eutrophication) เนื่องจากกุ้งเคยกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นปริมาณมาก ทำให้การเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชขาดการควบคุม (Jansson, 2000) หรือกรณีหอยแมลงภู่ zebra mussel *(Dreissena polymorpha)*. ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วในแหล่งน้ำจืดของสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำให้ประชากรหอยท้องถิ่นลดลงอย่างรวดเร็วและ สร้างความเสียหายแก่ระบบชลประทานและการคมนาคม โดยไปอุดตันท่อน้ำสาธารณะและของเรือขนส่งต่างๆ และทำให้เสียงบประมาณจำนวนมากในการกำจัดสัตว์น้ำต่างถิ่น (O'Neill, 1997)

กลไกทางนิเวศน์ที่สำคัญที่จะทำให้กุ้งอยู่รอดได้ในธรรมชาติหรือไม่ คือการถูกล่า (เป็นกลไกควบคุมจำนวนกุ้งขาวแปซิฟิคในธรรมชาติ; Coen et al., 1981) และความสามารถในการแก่งแย่งทรัพยากรอาหาร และ พื้นที่ (เอื้อให้อยู่ได้ดีหรือไม่) คณะผู้วิจัยได้ตัดประเด็นที่กุ้งเป็นผู้ล่า เนื่องจากกุ้งขาวแปซิฟิค (และกุ้งทะเลหลายชนิด) สามารถกินอาหารได้หลากหลายกลุ่ม (omnivores) ตั้งแต่ชิ้นส่วนสัตว์หน้าดินและแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช เศษพืช และ เศษซาก (Panutrakul et al., 2010; Marte, 1980) กุ้งขาวแปซิฟิคจึงไม่น่าที่จะเป็นผู้ล่าที่มีการทำลายล้างสูง แม้ว่าจะมีปฏิสัมพันธ์อื่นๆ อีกเช่น ความสามารถในการเจอคู่สืบพันธุ์ หรือ การผสมข้ามชนิด (มีผลต่อการเพิ่มจำนวน) แต่โครงการวิจัยนี้นี้เลือกปฏิสัมพันธ์บางประการเท่านั้น เนื่องจากเป็นปฏิสัมพันธ์ที่การทดลองในระบบนิเวศจำลองตอบคำถามที่สะท้อนความเป็นจริงได้ดีในระดับหนึ่ง ในระยะเวลาที่ไม่นานนัก ส่วนปฏิสัมพันธ์อื่นๆ จำเป็นต้องใช้การออกแบบการศึกษาที่แตกต่างกันออกไป

สัตว์น้ำที่มีลักษณะที่พึงประสงค์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือกิจกรรมการประมงในช่วงเวลาหนึ่ง หรือสถานที่หนึ่ง อาจเป็นสัตว์ที่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำชนิดอื่นในระยะยาว เช่นปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ในบางประเทศ (De Silva, 1989) หรือ การปล่อย nile perch (*Lates* sp.) ในทะเลสาบวิคตอเรีย ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพของทะเลสาบวิคตอเรียอย่างประเมินค่ามิได้ โดยปลาชนิดนี้ได้ทำลายกลุ่มปลาประเภท Cichlidae ซึ่งเป็นปลาท้องถิ่นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและมีเฉพาะในทะเลสาบวิคตอเรียนี้ (endemic species) จนเกือบหมด (ประมาณ 200 ชนิด) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องต่อชุมชนชาวประมงรอบทะเลสาบ (Craig, 2002) ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการรุกรานของสัตว์ต่างถิ่นอาจมีความรุนแรงถึงขั้นที่ทำให้ประชากรสัตว์น้ำท้องถิ่นสูญพันธุ์ หรือมีผลเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่ลักษณะในการปรับตัว และดำรงเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นในสภาพแวดล้อมใหม่ และลักษณะเฉพาะของชุมชนสิ่งมีชีวิตของแหล่งน้ำนั้นๆ (Kolar and Lodge, 2002; McMahon, 2002; Moyle and Light, 1996; With, 2002)

สัตว์ต่างถิ่นที่ประสบความสำเร็จในการรุกรานแหล่งน้ำ เช่น zebra mussel ยังมีลักษณะทางชีววิทยาที่เอื้อต่อการฟื้นฟูประชากรอย่างรวดเร็วหลังจากแหล่งน้ำมีสภาพไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในระยะสั้น เช่น ความสามารถในการออกลูกครั้งละมากๆ และสามารถสืบพันธุ์ได้เร็ว ซึ่งในบางกรณีมีความสำคัญกว่า ความสามารถในการทดทานต่อการ

เปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในช่วงกว้าง (McMahon, 2002) นอกจากปัจจัยทางชีววิทยาแล้ว (ลักษณะของสัตว์และชุมชนสัตว์น้ำ) ลักษณะทางกายภาพและเคมีก็มีผลต่อประสิทธิภาพการแพร่กระจาย With (2002) ทำนายผลของ รูปแบบของแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่และ การแพร่กระจายของสัตว์ต่างถิ่น โดยใช้ simulation และพบว่าสัตว์ต่างถิ่นมีแนวโน้มจะแพร่กระจายได้ดีในแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ที่มีลักษณะเหมือนๆกัน (homogenous) เป็นบริเวณกว้าง

ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศน์หลังจากการปรากฏของสัตว์กลุ่มกุ้งปู ต่างถิ่นหลายๆ ชนิด ทั้งที่นำเข้าสู่ประเทศไทย และ ที่อื่นๆ ทั่วโลก ได้แก่ การทนทานสภาพแวดล้อมได้ดี การมีความก้าวร้าวในการปกป้องทรัพยากร และ แหล่งอาหาร และ การส่งผลกระทบสืบเนื่อง เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาวะของแหล่งน้ำ

สัตว์ประเภทกุ้งปูบางครั้งจะมีพฤติกรรมปกป้องทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นอาหาร (e.g., Panutrakul et al., 2007) หรือ เป็นแหล่งหลบซ่อน (Rossong et al., 2006) ผู้แก่งแย่งทรัพยากรได้ดีจะมีโอกาสอยู่รอดได้ดี การแก่งแย่งทรัพยากรอาจเป็นไปได้ในรูปของความสามารถในการใช้ทรัพยากรได้มากและเร็ว (exploitative competition; Byers, 2000) หรือ มีพฤติกรรมที่ขัดขวางการใช้ทรัพยกรของสัตว์ชนิดอื่น (interference competition)

นอกจากนี้ การปรากฏของกุ้งปูต่างถิ่นยังส่งผลกระทบสืบเนื่อง เช่น Grosholz (2005) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปู European green crab (*Carcinus maemas*) ซึ่งเป็นสัตว์ต่างถิ่นของ Bodega Habor รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ประชากรของหอย *Gemma gemma* ซึ่งเป็นสัตว์ต่างถิ่นอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การทดลองในระบบนิเวศจำลอง ได้ชี้ว่า เหตุผลที่ทำให้หอยต่างถิ่นเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วขึ้นด้วยนั้น เกิดจากการที่ European green crab เลือกที่จะล่าหอยท้องถิ่น *Nutricola* spp. ซึ่งเป็นคู่แข่งในการใช้ทรัพยากรอาหารที่สำคัญของ *G. gemma* เมื่อคู่แข่งในการใช้ทรัพยากรหมดไป *G. gemma* จึงสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว

ข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบของกุ้งขาวแปซิฟิคต่อกุ้งพื้นเมืองของไทย มีอยู่บ้างจากแผนการวิจัย **แนวทางการจัดการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในระบบนิเวศแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก** (ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีพ.ศ. 2548-2550; ตารางที่ 2.1) แต่ยังไม่เพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นกิจกรรมหนึ่ง ที่มีการเคลื่อนย้ายสัตว์น้ำจากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมของมันไปยังแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอื่นๆ บ่อยครั้งที่สัตว์น้ำต่างถิ่นเหล่านี้หลุดลอดจากแหล่งเพาะเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ในบางกรณีสัตว์น้ำต่างถิ่นเหล่านี้ได้สร้างปัญหาทางนิเวศและทางเศรษฐกิจอย่างประเมินค่ามิได้ (Naylor et al., 2001; Naylor et al., 2005; De Silva et al., 2006; Gozlan, 2008) โดยผลกระทบจากสัตว์น้ำต่างถิ่นนี้ อาจเกิดขึ้นผ่านความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์น้ำต่างถิ่นกับสิ่งมีชีวิตท้องถิ่น ซึ่งอาจมีได้หลายรูปแบบ เช่น ความสัมพันธ์แบบผู้ล่าผู้ถูกล่า (predator-prey) ตัวห้ำ ตัวเบียน (parasitic) การแก่งแย่งปัจจัยที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิต และแพร่ขยายพันธุ์ (competition) เช่น การแก่งแย่งอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัย และอาจเกิดการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างสัตว์น้ำต่างถิ่นกับสัตว์น้ำพื้นเมืองที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน

(hybridization) สัตว์น้ำที่มีลักษณะที่พึงประสงค์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือกิจกรรมการประมงในช่วงเวลาหนึ่ง หรือสถานที่หนึ่ง อาจเป็นสัตว์ที่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำชนิดอื่นในระยะยาว

ตารางที่ 2.1 การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของกุ้งขาวแปซิฟิคจากข้อมูลโครงการ **แนวทางการจัดการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในระบบนิเวศแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก** (ได้รับการจัดสรรงบประมาณในปี 2548-2550)

เหตุการณ์	การประเมินความเสี่ยง	
	ความถี่ของการเกิดเหตุการณ์	ผลสืบเนื่อง
I. การหลุดลอดของกุ้งขาวแปซิฟิคจากฟาร์ม และ โรงเพาะฟัก	• พื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งในรัศมี 10 กม. จากแม่น้ำ ที่ประเมินจาก ภาพถ่ายดาวเทียม = 5,923.75 ไร่ • พื้นที่เลี้ยงกุ้งกว่า 70% อยู่ในรัศมี 5 กม.	• กุ้งขาวแปซิฟิคในธรรมชาติกินอาหารประเภทเดียวกับกุ้งท้องถิ่น • กุ้งขาวแปซิฟิคสามารถเข้าถึงอาหารได้เร็วกว่ากุ้งท้องถิ่น ในสภาวะตู้ทดลอง • พบเชื้อทอร่าไวรัส (เชื้อต่างถิ่นที่จำเพาะต่อกุ้งขาวแปซิฟิค) ในกุ้งธรรมชาติทุกชนิดที่ตรวจสอบ • เชื้อทอร่าที่พบในธรรมชาติมีอุบัติการณ์ ในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน
II. ความสามารถในการอยู่รอดของกุ้งขาวแปซิฟิคที่หลุดลอด	• กุ้งขาวแปซิฟิคสามารถทนทานการเปลี่ยนแปลงความเค็ม และ ความเป็นกรดด่าง ของลุ่มน้ำบางปะกง • พบกุ้งขาวแปซิฟิคในธรรมชาติในช่วงเวลาเก็บตัวอย่างตลอด 2 ปี และ มีสัดส่วน เพิ่มขึ้น • กุ้งขาวแปซิฟิคที่พบในธรรมชาติมีขนาดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปี 2548 • สามารถกินอาหารที่อยู่ในแม่น้ำบางปะกงได้	
III. โอกาสในการสืบพันธุ์	อยู่ระหว่างกาวิเคราะห์ผลเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธ์ของกุ้งที่จับได้จากบริเวณปากแม่น้ำ	

ตัวอย่างของรายงานผลกระทบทางนิเวศจากสัตว์น้ำต่างถิ่น ได้แก่ กรณีการเคลื่อนย้ายปลานิล (*Oreochromis niloticus*) จากที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ ไปเพาะเลี้ยงและเพิ่มผลผลิตของแหล่งน้ำในหลายแหล่งน้ำทั่วโลก (Pullin et al., 1997; Fuller et al., 1999; Canonico

et al., 2005; GISP, 2007) ปลาชนิดนี้มีแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติบริเวณตอนใต้แม่น้ำไนล์และแม่น้ำทางฝั่งตะวันตกของทวีปแอฟริกา รายงานผลกระทบของปลานิลที่เด่นชัด ได้แก่ การนำเข้าปลานิลไปเพื่อการเพาะเลี้ยง และสันทนาการในทะเลสาบหลายแห่งในทวีปแอฟริกา เช่น ทะเลสาบ Victoria, Chicamba และ Kariba และแม่น้ำบางสาย เช่น Limpopo และ Zambezi เป็นต้น ซึ่งแหล่งน้ำเหล่านี้เป็นที่อาศัยของปลาท้องถิ่นในจีนัสเดียวกันกับปลานิล *(Oreochromis)* ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด หลังจากการนำเข้าปลานิลเพื่อการเพาะเลี้ยง พบว่าปลาท้องถิ่นเหล่านี้ลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว จนบางชนิดเกือบสูญพันธุ์ (GISP, 2007) กลไกทางนิเวศที่อาจเอื้อให้ปลานิลกลายเป็นสัตว์ชนิดเด่น อาจรวมถึงการแก่งแย่งแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งวางไข่ กับปลาท้องถิ่น และการเปลี่ยนลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัย โดยการกินพืชน้ำที่ปรากฏในแหล่งน้ำนั้น ในปริมาณที่มาก นอกจากนี้ปลานิลยังสามารถผสมข้ามชนิดกับปลาชนิดอื่นในจีนัส *Oreochromis* ได้ (Canonico et al., 2005)

การปล่อย nile perch (*Lates* sp.) ในทะเลสาบวิคตอเรีย ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพของทะเลสาบวิคตอเรียอย่างประเมินค่ามิได้ โดยปลาชนิดนี้ได้ทำลายกลุ่มปลาประเภท Cichlidae ซึ่งเป็นปลาท้องถิ่นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและมีเฉพาะในทะเลสาบวิคตอเรียนี้ (endemic species) จนเกือบหมด (ประมาณ 200 ชนิด) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องต่อชุมชนชาวประมงรอบทะเลสาบ (Craig, 2002) ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการรุกรานของสัตว์ต่างถิ่นอาจมีความรุนแรงถึงขั้นที่ทำให้ประชากรสัตว์น้ำท้องถิ่นสูญพันธุ์ หรือมีผลเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่ลักษณะในการปรับตัว และดำรงเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นในสภาพแวดล้อมใหม่ และลักษณะเฉพาะของชุมชนสิ่งมีชีวิตของแหล่งน้ำนั้นๆ (Kolar and Lodge, 2002; McMahon, 2002; Moyle and Light, 1996; With, 2002)

อีกตัวอย่างหนึ่งของผลกระทบที่เกิดจากการนำเข้าสัตว์น้ำต่างถิ่น ได้แก่ กรณีของการนำหอยนางรมแปซิฟิก (Pacific oyster; *Crassostrea gigas*) ซึ่งเป็นหอยนางรมพื้นเมืองจากประเทศญี่ปุ่น ไปเพาะเลี้ยงในแหล่งน้ำหลายแหล่งทั่วโลก เช่น ในประเทศออสเตรเลียที่ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) ได้นำหอยนางรมแปซิฟิกไปทดลองเลี้ยงที่เกาะแทสมาเนีย ในระหว่างปี ค.ศ. 1940-1950 หลังจากนั้นหอยนางรมแปซิฟิกก็การแพร่ขยายพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติของออสเตรเลียอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำมีความดกไข่และอัตราการเจริญเติบโตสูง จนในที่สุดหอยนางรมแปซิฟิกได้แย่งแหล่งที่อยู่อาศัย ของหอยนางรมพื้นเมืองที่มีอยู่ 2 ชนิดคือ *C. commercialis* และ *Saccostrea commercialis* (Pollard, 1990) นอกจากนี้ หอยนางรมแปซิฟิกยังถูกนำเข้าเพื่อการเพาะเลี้ยงในประเทศเนเธอร์แลนด์ ฝรั่งเศส และอีกหลายประเทศในยุโรป เพื่อทดแทนหอยนางรมพันธุ์พื้นเมืองที่ลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการทำประมงเกินศักยภาพการผลิต ในปัจจุบันหอยนางรมแปซิฟิกมีการกระจายอยู่ตั้งแต่ชายฝั่งทะเลของประเทศนอร์เวย์ไปจนถึงทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และก่อให้เกิดปัญหาในการแย่งที่อยู่อาศัยกับหอยสองฝาพันธุ์พื้นเมือง และสัตว์หน้าดินอื่นๆ ส่งผลให้ความหลากหลายของสัตว์น้ำพื้นเมืองลดลง (Reise, 1998; Smaal et al., 2005)

นอกจากปัญหาจากการที่สัตว์น้ำต่างถิ่นแก่งแย่งอาหาร ที่อยู่อาศัย และทรัพยากรอื่นๆ กับสัตว์น้ำพื้นเมืองแล้ว ก็ยังพบว่าสัตว์น้ำต่างถิ่นอาจเป็นพาหะของโรคได้ ตัวอย่างเช่นโรค Furunculosis ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Aeromonas salmonicida* โดยปลาเทราท์ที่ติดเชื้อโรคนี้ถูก

นำเข้าจากประเทศเดนมาร์ก เพื่อการเพาะเลี้ยงในประเทศนอร์เวย์ ประมาณปี ค.ศ. 1964 ส่งผลให้เชื้อ *A. salmonicida* กระจายลงสู่แหล่งน้ำอย่างรวดเร็ว และก่อโรคในประชากรปลาพื้นเมืองในธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาแซลมอน และลุกลามไปถึงปลาที่อยู่ในฟาร์ม ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ (Johnsen and Jensen, 1994) ตัวอย่างเหล่านี้ทำให้เห็นว่าการนำสัตว์น้ำต่างถิ่นเข้ามาเพื่อการเพาะเลี้ยง สามารถส่งผลเสียหายทั้งทางนิเวศ และทางเศรษฐกิจได้

ความรุนแรงของปัญหาจากการนำสัตว์น้ำต่างถิ่นเข้าประเทศเพื่อการเพาะเลี้ยง หรือเพื่อประ โยชน์อื่นๆ อาจมีระดับตั้งแต่มีผลเล็กน้อย จนรุนแรงถึงขั้นทำให้ประชากรสัตว์น้ำท้องถิ่นสูญพันธุ์ หรือทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำพื้นเมือง ระดับความรุนแรงของปัญหาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ตั้งแต่ลักษณะทางชีววิทยา และความสามารถในการปรับตัวของของสัตว์น้ำต่างถิ่นเอง ความสามารถในการแข่งขันของสัตว์น้ำพื้นเมือง ลักษณะของชุมชนสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ และลักษณะทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำนั้นๆ ด้วย (Moyle and Light, 1996; With, 2002) ในสภาวะที่ประชาชนยังมีความต้องการอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่เพิ่มขึ้น การนำสัตว์น้ำต่างถิ่นเข้าประเทศ เพื่อการเพาะเลี้ยง ก็ยังเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น หากในการนำเข้าสัตว์น้ำต่างถิ่นเหล่านี้ถูกควบคุม และมีการประเมินและการจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสมตั้งแต่ต้น ก็น่าจะช่วยลดผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ในกรณีของกุ้งขาวแปซิฟิค ซึ่งเป็นกุ้งต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาเพาะเลี้ยงในประเทศไทยตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2540 และมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของพื้นที่เพาะเลี้ยงในระยะเวลาอันสั้น ประกอบกับขาดการวางแผน และควบคุมการเพาะเลี้ยงอย่างเหมาะสมเพียงพอ อาจทำให้เกิดการหลุดลอดของกุ้งขาวแปซิฟิคจากฟาร์มลงสู่ทะเลชายฝั่งของประเทศไทยได้ หากมีจำนวนกุ้งขาวแปซิฟิคที่หลุดลอดในปริมาณมากพอ กุ้งขาวแปซิฟิคเหล่านี้อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศในลักษณะต่างๆ ต่อชุมชนสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำชายฝั่งของประเทศไทยได้ เช่น การแก่งแย่งอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัย และการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างกุ้งขาวแปซิฟิคต่างถิ่นกับกุ้งพื้นเมือง ดังนั้น การหลุดลอดของกุ้งขาวแปซิฟิคจากแหล่งเพาะเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำอาจจะส่งผลกระทบต่อเนื่องทางนิเวศ และอาจมีผลกระทบต่อเนื่องถึงผลทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต

การประเมินผลกระทบของการนำกุ้งขาวแปซิฟิคซึ่งเป็นกุ้งต่างถิ่นเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยนั้น ยังไม่มีการดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม และการประเมินผลกระทบดังกล่าวยังไม่สามารถทำได้โดยตรงในขณะนี้ เนื่องจากยังขาดข้อมูลทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกุ้งขาวแปซิฟิค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการเป็นสัตว์น้ำต่างถิ่น ข้อมูลส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันของกุ้งขาวแปซิฟิคเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยง เช่น อัตราการเจริญเติบโต และต้านทานโรคของกุ้งขาวแปซิฟิค แม้ว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงกุ้งทะเลจะเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การชั่งน้ำหนักระหว่างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในระยะสั้น กับผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งเป็นต้นทุนทางทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของประเทศ ก็เป็นสิ่งที่มีความจำเป็น และเป็นความท้าทายที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องตัดสินใจบนฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้

ข้อมูลทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกุ้งขาวแปซิฟิค ที่สามารถใช้ในการประเมินความสามารถในการเป็นสัตว์น้ำรุกรานมีน้อยมาก จึงทำให้ยากแก่การประเมินผลกระทบทางนิเวศ ลักษณะที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่อาจบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ ในการสร้าง

ประชากรในธรรมชาติได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด ความทนทานต่อโรคและการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม อายุในวัยเจริญพันธุ์ ความดกของเซลล์สืบพันธุ์ และความสามารถในการสืบพันธุ์ในโรงเพาะ ซึ่งกุ้งขาวแปซิฟิคมีคุณสมบัติที่พึงประสงค์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Briggs et al., 2004) อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในฟาร์ม อาจจะขยายพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติหรือไม่ก็ได้ ดังนั้นการเก็บข้อมูลในธรรมชาติเป็นสิ่งจำเป็นในการเริ่มต้นการวางแผนประเมินและจัดการความเสี่ยงของสัตว์น้ำต่างถิ่น

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

กุ้งขาวแปซิฟิคที่ใช้ในการทดลองได้มาจากการเลี้ยงในโรงเพาะฟักของภาควิชาวาริชศาสตร์ จากระยะโพสต์ลาวา 15 เป็นระยะเวลาประมาณ 45 วัน จนได้ขนาดที่ต้องการ โดยในช่วงแรกมีการให้อาร์ทีเมียทุก 3 ชั่วโมง แล้วจึงปรับมาเป็นอาหารสำเร็จรูป วันละ 2 เวลา คือ เช้าและเย็น คุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการอนุบาลกุ้งนั่นคือ มีความเค็มประมาณ 25 ppt อุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.6-29.1 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7.94-8.76 และ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.89-6.87

ส่วนกุ้งพื้นเมืองได้มาจาก 3 แหล่ง คือ วังกุ้ง ในจังหวัดสมุทรสาคร (กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย และกุ้งโอคัก) จากการจับโดยชาวประมงที่หาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี (กุ้งโอคัก) และที่ได้จากการอนุบาลจากระยะโพสต์ลาวา เป็นระยะเวลาประมาณ 45 วัน จนได้ขนาดที่ต้องการ (กุ้งกุลาดำ และกุ้งแชบ๊วย) สัตว์ที่ใช้ในการทดลองจะเกณฑ์ขนาดเป็นหลัก สัตว์ที่จับจากธรรมชาติจะนำมาพักไว้ในบ่อในโรงเพาะฟักของภาควิชาวาริชศาสตร์ เป็นเวลา 3 วันก่อนทำการทดลอง โดยจะอดอาหารสัตว์ทดลองทั้งหมดก่อนทำการทดลอง 24 ชั่วโมง

ส่วนผู้ล่ามี 1 ชนิดคือ ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) โดยปลาจะถูกนำมาเลี้ยงในสภาวะเดียวกับที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเล โดยมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้งคือ เช้าและเย็น ก่อนทำการทดลองจะทำการฝึกผู้ล่าให้คุ้นเคยกับการกินอาหารมีชีวิต โดยให้กินกุ้งสดคละชนิด และจะมีการอดอาหารผู้ล่าก่อนทำการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การออกแบบการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1 การจัดสรรพื้นที่ในมวลน้ำของกุ้งต่างชนิด</u>

การใช้พื้นที่ในมวลน้ำจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดความเสี่ยงต่อการถูกล่า โอกาสพบอาหาร และ การใช้ทรัพยากรอื่นๆ การทดลองนี้จะสังเกตพฤติกรรมในการใช้พื้นที่ของกุ้ง 4 ชนิด คือ กุ้งขาวแปซิฟิค กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย และกุ้งโอคัก โดยจะสังเกตพฤติกรรมการว่ายในมวลน้ำ และการอยู่บนพื้นวัสดุ (ทรายละเอียด) ในตู้กระจกขนาด 25*50*50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุน้ำอยู่ 20 ลิตร ที่อยู่ในสภาวะไม่มีแสง ตัวแปรต้นสำหรับการทดลองนี้คือ ขนาดของกุ้งแต่ละชนิด และการปรากฏของกุ้ง 2 ชนิดร่วมกัน (กุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งพื้นเมืองของไทย 1 ชนิด) (ตารางที่ 3.1)

ในชุดการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด กุ้งหนึ่งชนิดจะมีการฉีดสี elastomer (North West Technology, Inc., USA) ที่มีลักษณะสะท้อนแสง เข้าที่โคนหางของกุ้งทุกตัว เพื่อให้เป็นที่สังเกตได้ (รูปที่ 3.1) ทั้งนี้ได้ฉีดสีในกุ้งทั้งสองชนิด (ในแต่ละการทดลองจะมีกุ้งชนิดเดียวที่มีสี) และฉีดสีก่อนการทดลองอย่างน้อย 16 ชั่วโมง เพื่อให้มั่นใจว่าการฉีดสีไม่ได้มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของกุ้ง

บันทึกพฤติกรรมดังกล่าวด้วยกล้องวงจรปิดที่มีการเปิดแสงอินฟาเรดอัตโนมัติ (รูปที่ 3.2) ในแต่ละตู้นับจำนวนกุ้งที่อยู่ในมวลน้ำ และที่เดินอยู่บนพื้นทราย ทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 30 นาที และสังเกตชนิดละ 3 ตู้

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลองสำหรับการสังเกตพฤติกรรมการใช้พื้นที่ในมวลน้ำ

ชนิดกุ้ง	ความยาวกุ้ง (ซม.)		จำนวนกุ้งในแต่ละตู้	
	ขนาดเล็ก	ขนาดใหญ่	เล็ก	ใหญ่
กุ้งเดี่ยว				
กุ้งขาว	4.7-5.3	5.7-6.5	15	12
กุ้งแชบ๊วย	4.6-5.4	5.9-6.5	15	12
กุ้งกุลาดำ	4.8-5.4	5.9-6.2	15	12
กุ้งโอคัก	5.1-5.3	6.1-6.3	15	12
กุ้งขาว+กุ้งพื้นเมือง 1 ชนิด				
กุ้งขาว+แชบ๊วย			8+8	6+6
กุ้งขาว+โอคัก			8+8	6+6
กุ้งขาว+กุลาดำ			8+8	6+6

การทดลองที่ 1 นี้เป็นการทดลองที่สำคัญที่จะทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจคัดเลือกชนิดกุ้งพื้นเมืองที่เหมาะสำหรับการทำการทดลองอื่นๆ ต่อไป ในแง่ของการเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของระบบนิเวศน์ และ ความสะดวกของการเตรียมสัตว์ทดลอง

รูปที่ 3.1 ลักษณะ และตำแหน่งการฉีดสี Elastomer ที่โคนหางของกุ้งหนึ่งชนิด ในการทดลองที่ประกอบด้วยกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งพื้นเมือง 1 ชนิด

รูปที่ 3.2 ลักษณะตู้กระจกสำหรับสังเกตพฤติกรรมการใช้พื้นที่ในมวลน้ำ (การทดลองที่ 1) และการหลบเลี่ยงผู้ล่า (การทดลองที่ 2) ด้วยกล้องวงจรปิด

<u>การทดลองที่ 2 การศึกษาพฤติกรรมหลีกเลี่ยงผู้ล่าในตู้กระจก และการถูกล่าในถัง ของกุ้งขาวแปซิฟิคเมื่อเทียบกับกุ้งท้องถิ่น</u>

กุ้งต่างชนิดอาจมีพฤติกรรมการหลบเลี่ยงผู้ล่าที่ไม่เหมือนกัน และ ผู้ล่าบางชนิดมีความจำเพาะต่อเหยื่อค่อนข้างมาก (Davis et al., 2003) การทดลองนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้ล่า (ปลาหรือปูหรือกุ้งใน Family Caridae) เลือกชนิดเหยื่อ (กุ้งต่างชนิดรวมถึงกุ้งขาวแปซิฟิค) ในเวลาที่จำกัดเพื่ออนุมานโอกาสการถูกล่าของกุ้งขาวแปซิฟิค เมื่อเทียบกับกุ้งพื้นเมือง ในธรรมชาติ

ชนิดผู้ล่าที่ใช้

ใช้ผู้ล่า 1 ชนิด คือ ปลากะพงขาว ซึ่งเป็นตัวแทนของผู้ล่าที่หากินกลางน้ำ และ เป็นชนิดที่พบในระบบนิเวศชายฝั่ง ในแต่ละชุดการทดลอง จะประกอบด้วยผู้ล่า 1 ชนิด และ เหยื่อ 1 ชนิด (กุ้งขาวแปซิฟิค หรือกุ้งพื้นเมือง) หรือ 2 ชนิดร่วมกัน (กุ้งขาวแปซิฟิคและกุ้งพื้นเมือง 1 ชนิด) แต่ละชุดการทดลองจะประกอบไปด้วย 3 ซ้ำ

พฤติกรรมในตู้กระจก

แผนการทดลองจะคล้ายกับการทดลองที่ 1 (ขนาดกุ้ง และชนิดกุ้งที่ใช้) แต่จะเพิ่มผู้ล่า 1 ชนิด หลังจากที่กุ้งมีการปรับตัวในตู้กระจกประมาณ 40 นาที จากนั้นจะปล่อยให้ผู้ล่าปรับตัวในสภาวะตู้กระจกอีกประมาณ 20 นาที (มีแผ่นกระจกกั้นระหว่างกุ้ง และผู้ล่า) หลังจากนั้นจึงปล่อยผู้ล่า เป็นเวลาทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง

สังเกตความถี่ของพฤติกรรมต่อไปนี้ คือ ความพยายามในการจู่โจมเหยื่อ ความสำเร็จในการจับเหยื่อ และ ความล้มเหลวของการจับเหยื่อ ของปลา และนับจำนวนกุ้งที่มีกิจกรรมว่ายน้ำ และเดินทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 60 นาทีต่อตู้ สังเกตพฤติกรรมชุดการทดลองละ 3 ตู้ วิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และ non-parametric rank tests ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติ หรือมีความแปรปรวนระหว่าง treatment ที่ไม่เท่ากัน

ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการล่ากุ้งของปลากะพงขาว

โอกาสในความสำเร็จของการล่าเหยื่อของผู้ล่า ขึ้นกับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ประเภทของวัสดุบนพื้นท้องน้ำ ความหนาแน่นของเหยื่อ ปริมาณแหล่งหลบภัย และความขุ่นของน้ำ (ตารางที่ 3.2) ดังนั้น การศึกษานี้จึงได้ออกแบบการทดลองในถังขนาด 44*77*49 ลูกบาศก์เซนติเมตร (น้ำประมาณ 65 ลิตร; รูปที่ 3.3) ทั้งนี้การทดสอบนี้ตรวจสอบผลของปัจจัยต่างๆ ต่ออัตรารอดของเหยื่อ (รอดจากการถูกล่า) หลังจากใส่ผู้ล่าเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และเปรียบเทียบความไวต่อการถูกล่าเหยื่อระหว่างกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งพื้นเมือง ซึ่งจากผลการศึกษาในการทดลองที่ 1 พบว่ากุ้งแชบ๊วย เป็นกุ้งพื้นเมืองที่มีพฤติกรรมการใช้ชีวิตใกล้เคียงกับกุ้งขาวแปซิฟิคมากที่สุด ดังนั้นการทดลองในส่วนนี้จะใช้กุ้งแชบ๊วยเท่านั้น

ในการทดสอบผลของแต่ละปัจจัย จะประกอบไปด้วยชุดการทดลองเท่ากับ จำนวนระดับของปัจจัยต้น คูณกับ 5 ถังการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย กุ้งชนิดเดี่ยวๆ ที่ไม่มีปลา กุ้งชนิดเดี่ยวๆ ที่มีปลา และ กุ้งผสม 2 ชนิดที่มีปลา (20 ถัง/การทดสอบ 1 ปัจจัย/ซ้ำ) ซึ่งในแต่ละซ้ำของการทดลอง จะมีสุ่มวางแต่ละชุดการทดลองในแต่ละซ้ำ เนื่องจากมีพื้นที่จำกัดจึงสามารถทำการทดลองได้เพียง 1 ซ้ำ ต่อ 1 วัน เป็นเวลา 3 วันต่อเนื่องกัน

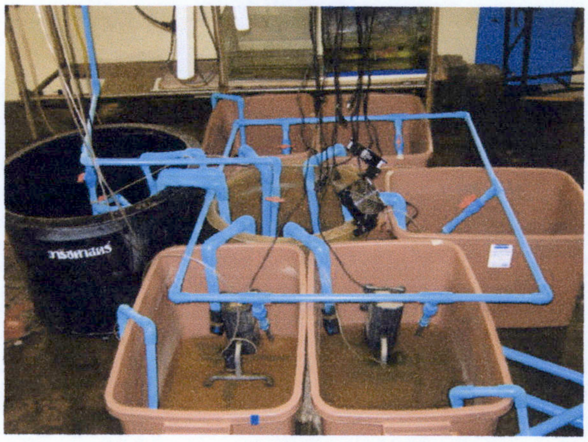
เพื่อตรวจสอบระดับของปัจจัยต่อการล่าเหยื่อ การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ส่วนการเปรียบเทียบความเสี่ยงต่อการถูกล่า จะใช้การวิเคราะห์ t-test

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองในการทดสอบผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการล่าเหยื่อ (กุ้งขาวและกุ้งพื้นเมืองของไทย) ของปลากะพงขาว

ปัจจัย	จำนวนกุ้ง ในแต่ละชุดการทดลอง				
	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว+ปลา	กุ้งแชบ๊วย+ปลา	กุ้งขาว+แชบ๊วย+ปลา
วัสดุบนพื้น (4 แบบ) 1.ไม่มีวัสดุ 2.ทรายละเอียด 3.ทรายหยาบ 4.โคลน	20	20	20	20	10+10
ความหนาแน่นของเหยื่อ (4 ระดับ)	4 8 12 20	4 8 12 20	4 8 12 20	4 8 12 20	2+2 4+4 6+6 10+10
ปริมาณแหล่งหลบภัย (4 ระดับ) 1.ไม่มีแหล่งหลบภัย 2.เปลือกหอย คลุมพื้นที่ 25% ของพื้นที่	16	16	16	16	8+8

ก้นถัง 3.เปลือกหอย คลุมพื้นที่ 50% ของพื้นที่ก้นถัง 4.เปลือกหอย คลุมพื้นที่ 100% ของพื้นที่ก้นถัง					
ความขุ่น (4 ระดับ) 1.0 mg/l 2.100 mg/l 3.300 mg/l 4.500 mg/l	16	16	16	16	8+8

(ก)



(ข)

รูปที่ 3.3 ลักษณะการวางถังสำหรับการทดสอบปัจจัยภายนอก ต่อการล่าเหยื่อของปลากะพงขาว (ก) รูปแบบการทดลองผลของวัสดุพื้นท้องน้ำ ความหนาแน่นของกุ้ง และความหนาแน่นแหล่งหลบภัย และ (ข) รูปแบบการทดลองผลของความขุ่น

<u>การทดลองที่ 3 การจัดสรรทรัพยากรอาหาร ระหว่างกุ้งขาวและกุ้งท้องถิ่นของไทย (แชบ๊วย) ในสภาพควบคุม (ตู้กระจก)</u>

สังเกตพฤติกรรมในตู้กระจก ของการแก่งแย่งอาหาร ระหว่างกุ้งชนิดเดียวกัน (ควบคุม) และ ระหว่างกุ้งขาวและกุ้งแชบ๊วย ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คือ ชนิดเดี่ยว/ชนิดผสม ความหนาแน่นของกุ้ง และอัตราส่วนของคู่ชนิดกุ้ง พฤติกรรมที่สังเกต (ตัวแปรตาม) คือ ผลลัพธ์จากการแข่งขันวัดโดยอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแต่ละตัว

การออกแบบการทดลอง (ตารางที่ 3.3) มีการแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองกุ้งชนิดเดี่ยว และการทดลองคู่ผสม แต่ละชุดจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดแต่ละซ้ำดังนี้คือ
1. ชนิดเดี่ยว ชนิดละ 4 ตู้ต่อซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบไปด้วยตู้ที่บรรจุกุ้งจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ตัว
ชนิดคู่ผสม จำนวน 6 ตู้ต่อซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบไปด้วยตู้ที่บรรจุกุ้งแต่ละชนิดในสัดส่วน 1+2 (2 ตู้), 1+3 (2 ตู้), 2+2 (1 ตู้) และ 3+3 (1 ตู้)
การออกแบบการทดลองลักษณะนี้สามารถ บ่งชี้

1. ผลของการแก่งแย่งภายในชนิดที่ความหนาแน่นเท่ากัน (4, 3 ตัวต่อตู้สำหรับชนิดเดี่ยว และ 1+3, 2+2 และ 1+2 ตัวต่อตู้สำหรับคู่ผสม)
2. ผลของการแก่งแย่งระหว่างชนิดเมื่อกุ้งแต่ละชนิดมีสัดส่วนท่ากัน (2+2 และ 3+3 ตัวต่อตู้สำหรับคู่ผสม)
3. ผลของการแก่งแย่งระหว่างชนิดเมื่อกุ้งแต่ละชนิดที่สัดส่วนไม่เท่ากัน (1+2 และ 1+3 ตัวต่อตู้สำหรับคู่ผสม)

<u>ผลลัพธ์ของการเข้าถึงทรัพยากร</u>ต่ออัตราการเจริญเติบโตของคู่แข่งขัน ชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวที่ก่อนเริ่มทำการทดลอง ที่วันที่ 5 เมื่อสิ้นสุดการสังเกตพฤติกรรม จากนั้นเลี้ยงกุ้งต่อไปอีก 30 วันและวัดขนาดตอนสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 3.3 แผนการทดลองการแก่งแย่งทรัพยากรอาหารระหว่างกุ้งขาว และกุ้งพื้นเมืองของไทย (แชบ๊วย) แต่ละซ้ำ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดลองชนิดเดี่ยว (แถวแรกสำหรับกุ้งแชบ๊วย และคอลัมน์แรกสำหรับกุ้งขาว) และการทดลองชนิดคู่ผสม ซึ่งอัตราส่วนต่างๆของกุ้งแชบ๊วยต่อกุ้งขาว

	จำนวนตัวกุ้งต่อตู้ (ตัว)			
	กุ้งแชบ๊วย 1 ตัว	**กุ้งแชบ๊วย 2 ตัว**	**กุ้งแชบ๊วย 3 ตัว**	**กุ้งแชบ๊วย 4 ตัว**
กุ้งขาว 1 ตัว	-	1/2	3/1	-
กุ้งขาว 2 ตัว	1/2	2/2	-	-
กุ้งขาว 3 ตัว	1/3	-	3/3	-
กุ้งขาว 4 ตัว	-	-	-	-

วิเคราะห์ผลการศึกษาด้วย non-parametric rank tests ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปกติ หรือมีความแปรปรวนระหว่าง treatment ที่ไม่เท่ากัน

<u>การทดลองที่ 4 ประเมินความแปรปรวนของการกินอาหารของกุ้งขาวในธรรมชาติ และความคาบเกี่ยวของการกินอาหารในธรรมชาติ ระหว่างกุ้งขาว และกุ้งท้องถิ่น</u>

การทดลองนี้จะใช้ตัวอย่างกุ้งขาว และกุ้งแชบ๊วยที่เก็บรวบรวมได้จากธรรมชาติจากบริเวณแหลมหิน จังหวัดตราด โดยจะวิเคราะห์ตัวอย่างกุ้งขาว และกุ้งแชบ๊วย ชนิดละอย่างน้อย 12 ตัวอย่างต่อแหล่ง (ตารางที่ 3.4) โดยกุ้งขาว มีขนาดเฉลี่ย อยู่ในช่วง 14.0 ถึง 15.5 เซ็นติเมตร และกุ้งแชบ๊วยมีขนาดเฉลี่ย 11.57 ถึง 14.5 เซ็นติเมตร

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของตัวอย่างกุ้งที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กระเพาะอาหาร

สถานที่	วันที่เก็บ	ชนิดกุ้ง	ขนาดเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวน (ที่เก็บ/ที่วิเคราะห์)
แหลมหิน ตราด	พฤศจิกายน 2552	แชบ๊วย	11.57±0.7	47ตัว/5ตัว
	ธันวาคม 2552	แชบ๊วย	13.7±2.11	76ตัว/4ตัว
	ตุลาคม 2553	แชบ๊วย	13.9±0.63	22ตัว/5ตัว
	พฤศจิกายน 2553	แชบ๊วย	14.5±0.57	36ตัว/5ตัว
แหลมหิน ตราด	พฤศจิกายน 2552	กุ้งขาว	15.5±2.06	54ตัว/4ตัว
	ตุลาคม 2553	กุ้งขาว	14.0±1.35	94ตัว/3ตัว
	พฤศจิกายน 2552	กุ้งขาว	14.0±1.21	94ตัว/3ตัว

ความสำคัญของกลุ่มอาหาร สามารถประเมินได้จาก (1) สัดส่วนของกลุ่มอาหารของกุ้งแต่ละตัว และ (2) ความถี่ของการกินอาหารกลุ่มนั้นๆ ในกลุ่มกุ้งชนิดเดียวกัน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ชนิด และสัดส่วนอาหารตามขั้นตอนดังนี้

(1) ประเมินระดับความเต็มของทางเดินอาหารของกุ้งเป็นระดับ 25, 50, 75 และ 100% โดยจะเลือกประเมินในขั้นตอนต่อไปสำหรับตัวอย่างที่ระดับความเต็ม มากกว่า 50% เท่านั้น

(2) วิเคราะห์ประเภทและสัดส่วนกลุ่มอาหารโดยสุ่มประเมินอาหารในกระเพาะอาหารทั้งหมด วินิจฉัยประเภทอาหาร จนถึงระดับที่แยกได้ต่ำที่สุด

(3) ประเมินสัดส่วนกลุ่มอาหารแต่ละกลุ่มเป็นร้อยละ ของ ปริมาตรอาหารในกระเพาะทั้งหมด โดยคำนวณปริมาตรจากการประมาณการรูปทรงเลขาคณิตของอาหารชนิดนั้นๆ คูณด้วยจำนวนชิ้นทั้งหมดที่พบ ทั้งนี้ได้ประเมินสัดส่วนกลุ่มอาหารในทางเดินอาหารด้วยสายตา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยกล้องกำลังขยายสูง (100x และ 400x) เพื่อสามารถประเมินกลุ่มอาหารที่ย่อยไปแล้วบางส่วน

(4) ประเมินความถี่ของการพบอาหารแต่ละกลุ่ม ภายในกลุ่มปลาแต่ละชนิดที่ทำการศึกษา ตามวิธีของ Hynes (1950) และWilliams (1981) โดยนับจำนวนกระเพาะที่พบอาหารชนิดนั้น เทียบกับจำนวนกระเพาะอาหารทั้งหมดที่ทำการศึกษา และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ($\%F_i$) ดังสมการ

$$\%F_i = (F_i \times 100) / S$$

เมื่อ F_i คือ จำนวนของกระเพาะอาหารที่พบอาหารกลุ่ม i

S คือ จำนวนของกระเพาะทั้งหมดที่ทำการศึกษา ในกุ้งแต่ละชนิด

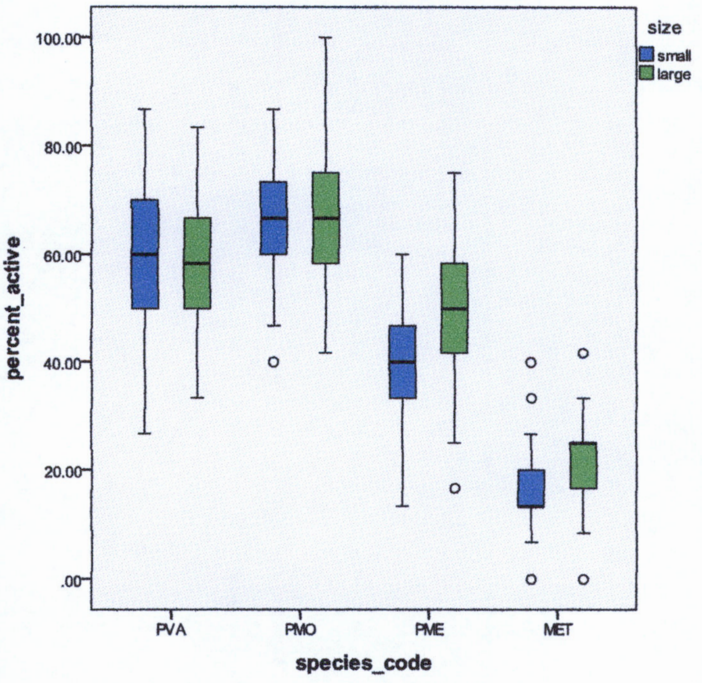
บทที่ 4
ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 พฤติกรรมการว่ายน้ำ และการใช้พื้นในมวลน้ำ

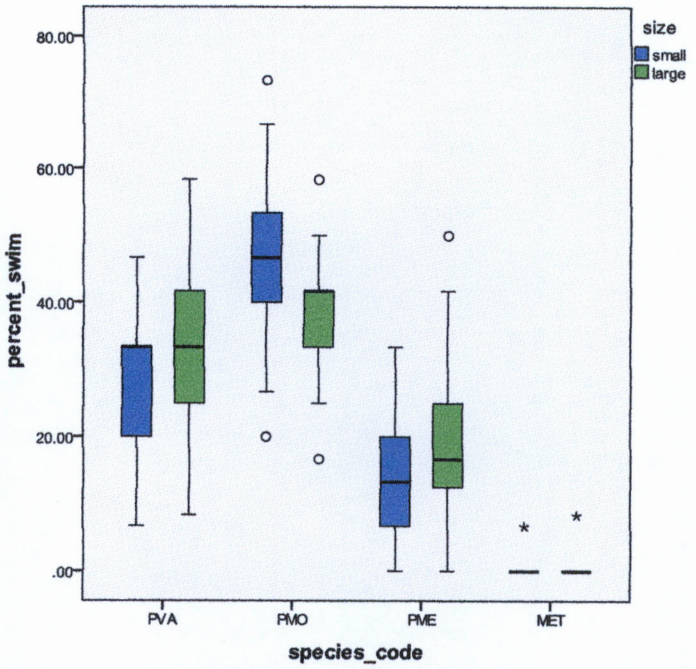
<u>กุ้งชนิดเดียว</u>

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการว่ายน้ำ และการเคลื่อนไหว (ว่ายน้ำ+เดิน) ของกุ้ง 4 ชนิด คือ กุ้งขาวแปซิฟิค กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ และกุ้งโอคัก ที่แยกกันอยู่อย่างอิสระ พบว่ากุ้งต่างชนิด และต่างขนาดมีความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ของสัตว์ที่ว่ายน้ำ และสัตว์ที่เคลื่อนไหว เมื่อเทียบกับจำนวนสัตว์ทั้งหมด ($p<0.05$; รูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2; ตารางที่ 4.1) โดยที่กุ้งกุลาดำทั้งสองขนาดมีกิจกรรมการว่ายน้ำสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กุ้งที่มีการเคลื่อนไหว = 67.62±9.81) รองลงมาคือกุ้งขาวแปซิฟิค (ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กุ้งที่มีการเคลื่อนไหว = 59.84±12.67) กุ้งแชบ๊วย (ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กุ้งที่มีการเคลื่อนไหว = 43.85±13.16) และกุ้งโอคักตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กุ้งที่มีการเคลื่อนไหว = 18.14±8.82) กุ้งต่างขนาดมีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์สัตว์ที่มีการเดิน และสัตว์ที่มีการเคลือนไหวทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดิน) โดยกุ้งขนาดใหญ่มีสัดส่วนของสัตว์ที่เคลื่อนไหว มากกว่ากุ้งขนาดเล็ก (ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กุ้งที่มีการเคลื่อนไหว = 45.33±22.37 และ 49.40±21.51 สำหรับกุ้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ตามลำดับ) ขนาดของกุ้งไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของกุ้งที่ว่ายน้ำอยู่ในมวลน้ำ

การศึกษาไม่พบความแตกต่างของค่าที่สังเกตได้ในต่างตู้ และต่างเวลา



(ก)



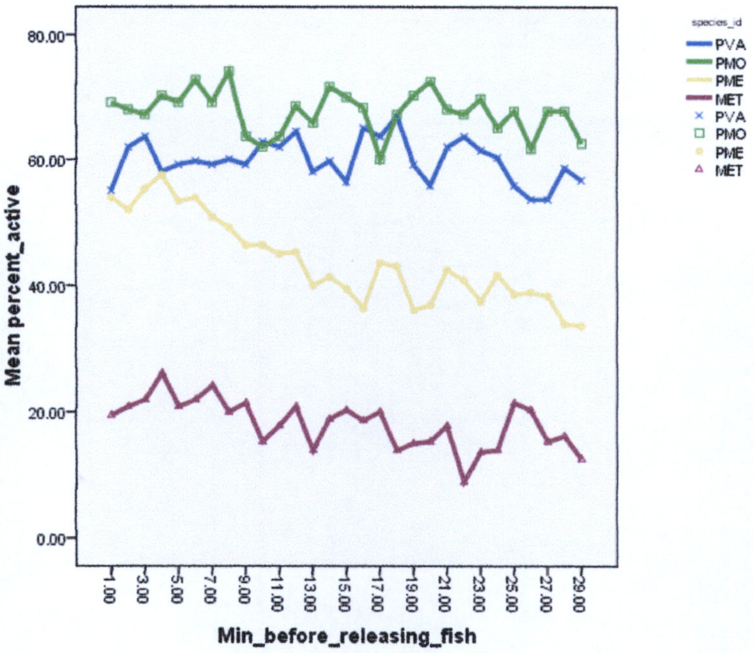
(ข)

รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์กุ้งขนาดต่างๆ ที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

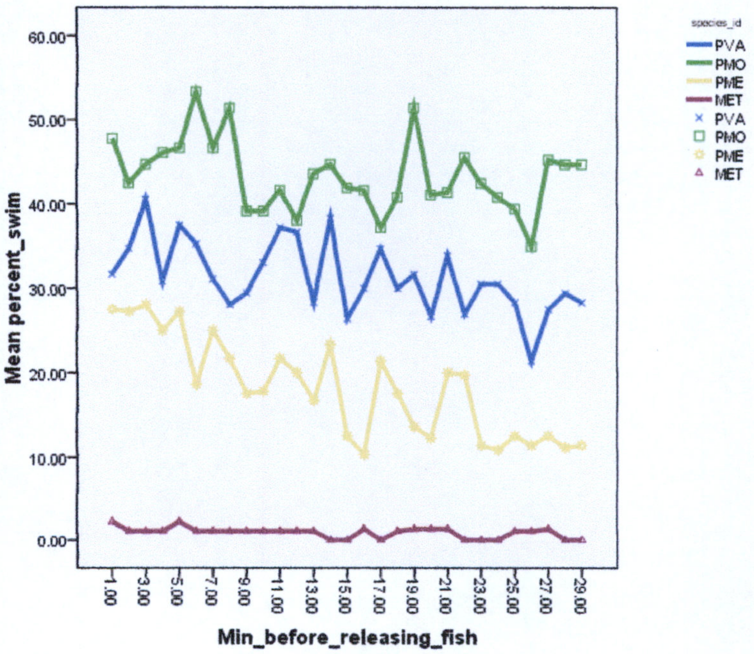
ตารางที่ 4.1 สัดส่วนของกุ้งที่มีการเคลื่อนไหว เมื่อเทียบกับจำนวนกุ้งในตู้ทั้งหมด (นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา

ชนิดกุ้ง (จำนวนการสังเกต)	สัญลักษณ์	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย		
		ว่ายน้ำ	เดิน	เคลื่อนไหวทั้งหมด
กุ้งขาว (174)	PVA	31.35±10.71a	28.49±11.98a	59.84±12.67a
กุ้งกุลาดำ (174)	PMO	43.42±11.28b	24.20±10.84b	67.62±9.81b
กุ้งแชบ๊วย (174)	PME	18.12±9.50c	25.73±10.16c	43.85±13.16c
กุ้งกุลาดำ (174)	MET	0.93±2.40d	17.21±8.61d	18.14±8.82d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์กุ้งขนาดต่างๆ ที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในช่วงเวลา 29 นาทีก่อนการปล่อยปลา สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

กุ้งขาวอยู่ร่วมกับกุ้งพื้นเมือง (กุ้งชนิดคู่)

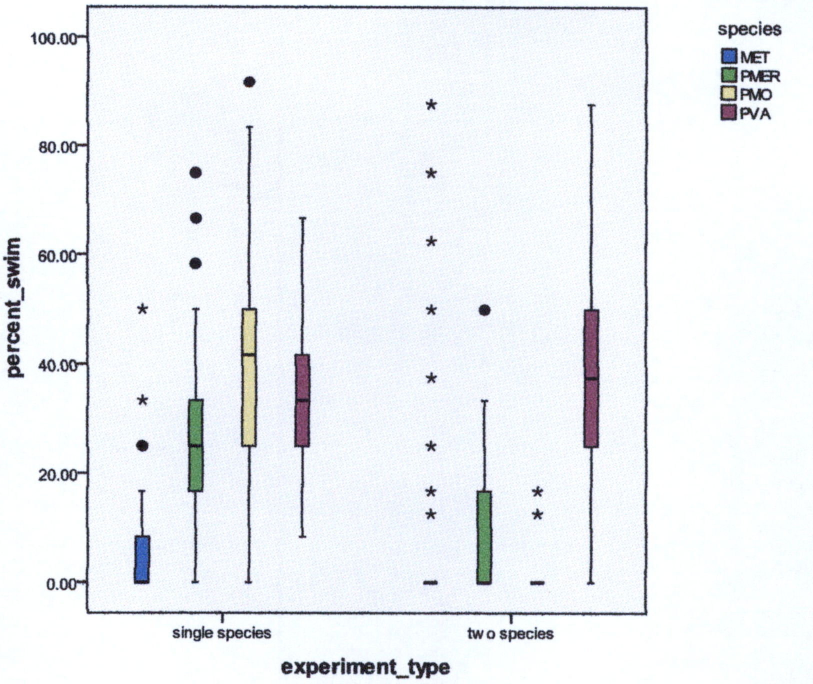
ในการทดลองที่กุ้งขาวอยู่ร่วมกับกุ้งพื้นเมือง 1 ชนิด (กุ้งคู่) พบว่าการเคลื่อนที่ของกุ้งทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลงไปจากตอนที่อยู่เพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยกุ้งขาวมีการเคลื่อนที่รวม (ว่ายน้ำ และเดิน) มากขึ้น จากสัดส่วน 0.23 ของกุ้งขาวทั้งหมดไปเป็น 0.38 โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีการเดินเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการปรากฏของกุ้งชนิดอื่น ในขณะที่กุ้งชนิดอื่นๆ มีการเคลื่อนที่รวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยกุลาดำ และกุ้งแชบ๊วยมีการว่ายน้ำลดลง แต่มีการเดินมากขึ้น ส่วนในกุ้งโอคักมีการเคลื่อนที่ลดลงทุกกิจกรรม (ภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 สัดส่วนของกุ้งที่มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำ เดิน หรือ การเคลื่อนที่รวม) มากกว่าค่ามัธยฐาน ในการทดลองสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำ เมื่อมีกุ้งเพียงชนิดเดียว (ชนิดเดี่ยว) และมีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง (ชนิดคู่)

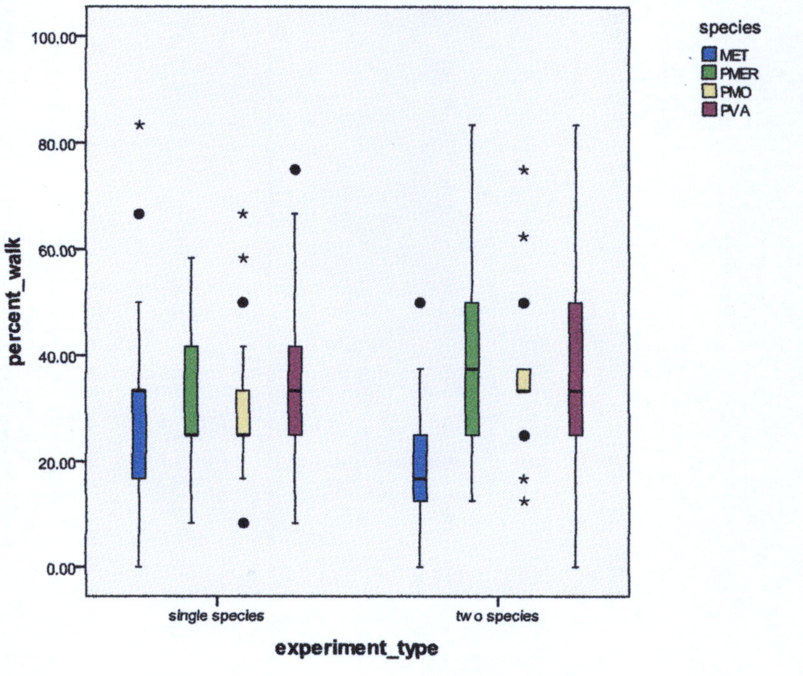
	กุ้งขาว		กุ้งกุลาดำ		กุ้งแชบ๊วย		กุ้งโอคัก	
	ชนิดเดี่ยว	ชนิดคู่	ชนิดเดี่ยว	ชนิดคู่	ชนิดเดี่ยว	ชนิดคู่	ชนิดเดี่ยว	ชนิดคู่
ว่ายน้ำ	0.47a	0.36b	0.74a	0.00b	0.50a	0.12b	0.42a	0.21b
เดิน	0.29a	0.48b	0.17a	0.41b	0.26a	0.63b	0.51a	0.15b
เคลื่อนที่ทั้งหมด	0.23a	0.38b	0.68a	0.04b	0.47a	0.33b	0.42a	0.20b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และเป็นการเปรียบเทียบ 2 การทดลอง (ชนิดเดี่ยว และชนิดคู่)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131



(ก)

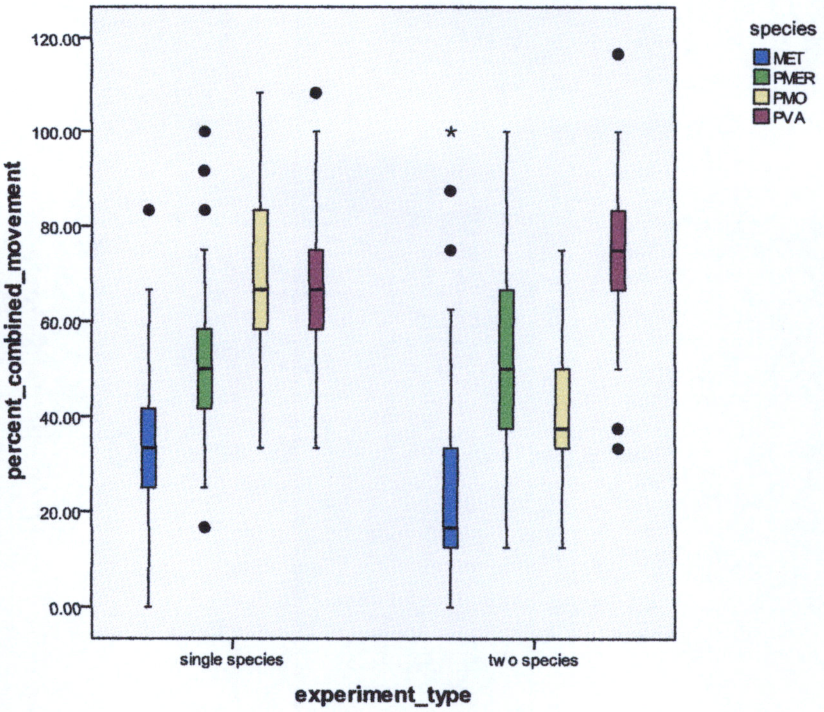


(ข)

รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ของกุ้ง (รวมขนาด) ที่มีการเคลื่อนที่ในตู้กระจกก่อนมีการปล่อยปลาเป็นเวลา 29 นาที (ก) การว่ายน้ำ (ข) การเดิน และ (ค) การเคลื่อนที่ทั้งหมด สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

577.18
ธ 436 ป
ฉ.2

321221



(ค)

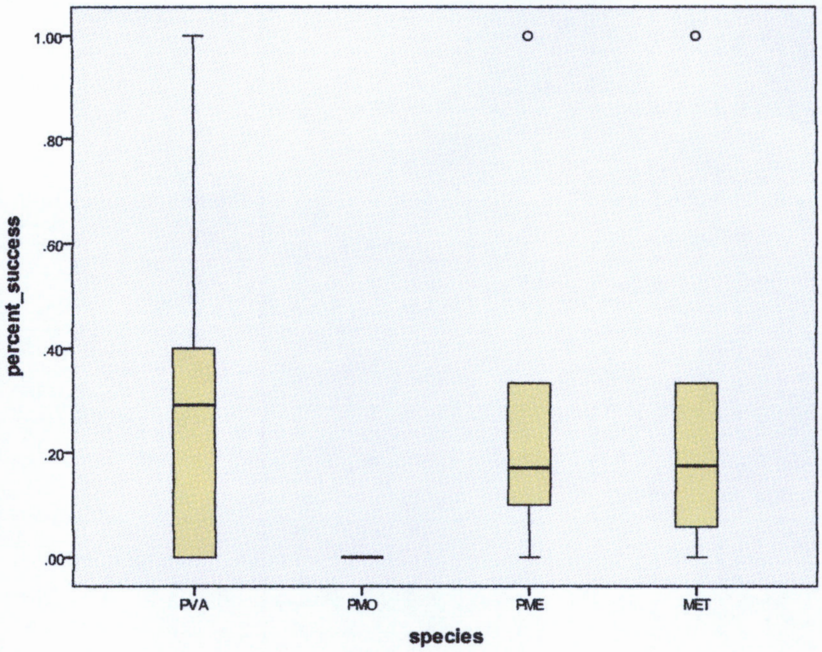
รูปที่ 4.3 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ของกุ้ง (รวมขนาด) ที่มีการเคลื่อนที่ในตู้กระจกก่อนมีการปล่อยปลาเป็นเวลา 29 นาที (ก) การว่ายน้ำ (ข) การเดิน และ (ค) การเคลื่อนที่ทั้งหมด สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

การทดลองที่ 2 การหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งพื้นเมือง 3 ชนิด และพฤติกรรมการจู่โจมของผู้ล่า

เมื่อพิจารณาผลของผู้ล่าต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำ และการเดินของกุ้งทุกการทดลองแล้วพบว่า พฤติกรรมการเคลื่อนที่ (เดิน และว่ายน้ำ) ของกุ้งในตู้ทดลองได้รับอิทธิพลจากการปรากฏของผู้ล่า และ ชนิดของกุ้ง โดยการปรากฏของผู้ล่าทำให้กุ้งทุกชนิดมีการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และกุ้งแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำและเดิน) ที่แตกต่างกันไป

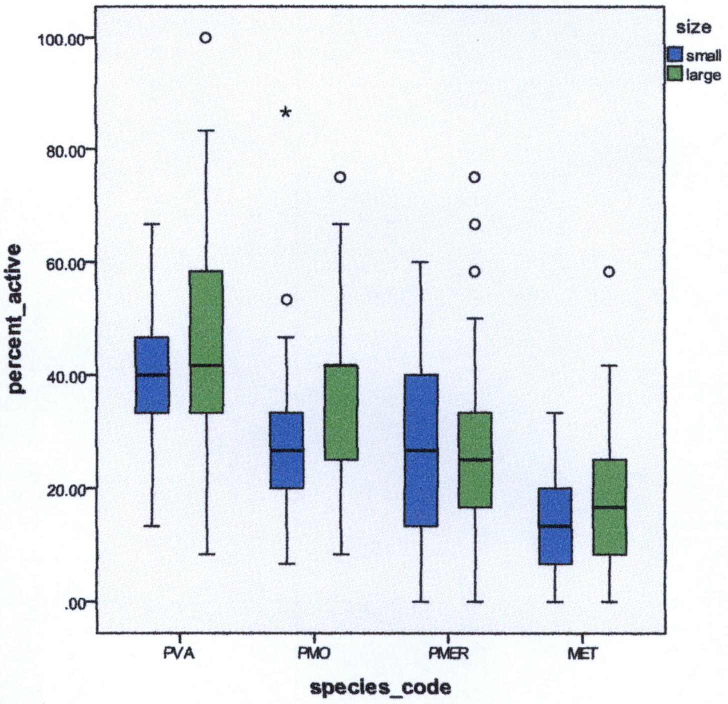
<u>การทดลองที่ 2 ความสำเร็จของการล่าเหยื่อ และและพฤติกรรมการเคลื่อนที่กุ้งชนิดเดียว</u>

ความสำเร็จของการล่าเหยื่อของปลากะพงขาว ในการล่ากุ้งต่างชนิด (เมื่ออยู่เป็นชนิดเดียวๆ) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$; เปรียบเทียบค่า median ใน non-parametric test) (รูปที่ 4.4) แต่เปอร์เซ็นต์ความล้มเหลว (จำนวนครั้งที่พลาด ต่อจำนวนความพยายามทั้งหมด) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$; เปรียบเทียบค่า median ใน non-parametric test) โดยกุ้งขาวแปซิฟิคมีความแปรปรวนของการถูกล่ามากกว่ากุ้งพื้นเมือง

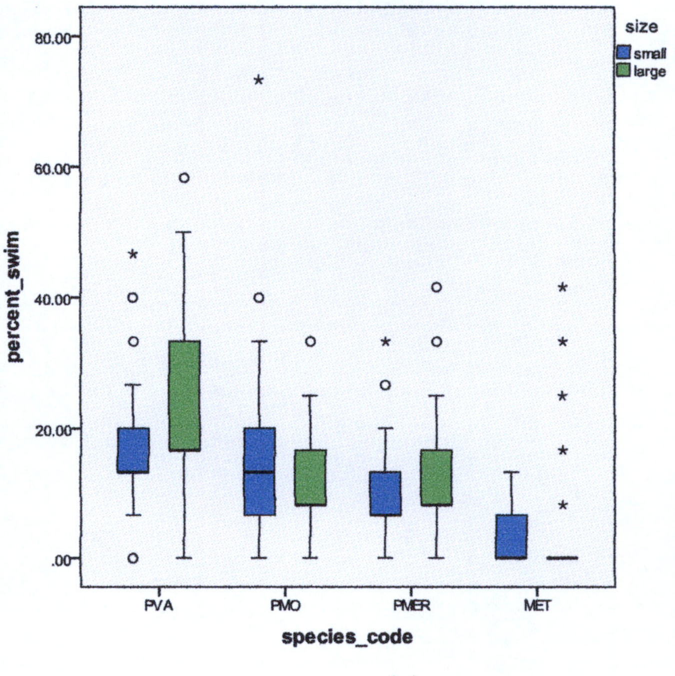


รูปที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ ในการล่ากุ้งแต่ละชนิดของปลากะพงขาว ในตู้ทดลอง เปอร์เซ็นต์คิดจากสัดส่วนของความสำเร็จในการจับกุ้งได้เทียบกับความพยายามในการจับกุ้งทั้งหมด สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

หลังจากปล่อยปลาในตู้กระจก กุ้งต่างชนิด และต่างขนาด มีการเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำ เดิน และการเคลื่อนที่ทั้งหมด) ในตู้กระจก เมื่อคิดเทียบกับจำนวนกุ้งทั้งหมดในแต่ละตู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$; รูปที่ 4.5; ตารางที่ 4.3) โดยกุ้งขาวแปซิฟิกมีการเคลื่อนที่รวมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 43.95%) และกุ้งโอคักมีการเคลื่อนที่น้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 14.29%) และกุ้งขนาดใหญ่ (ไม่ได้แยกชนิด) มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของกุ้ง (เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเคลื่อนที่ทั้งหมด = 31.90±18.55) มากกว่ากุ้งขนาดเล็ก (เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเคลื่อนที่ทั้งหมด = 27.66±14.54)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์กุ้งที่เคลื่อนไหว (ก) ทั้งหมด (ว่ายน้ำ+เดินบนพื้น) และ (ข) ว่ายในมวลน้ำ ในตู้กระจก ในเวลา 60 นาทีหลังจากการปล่อยปลา สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

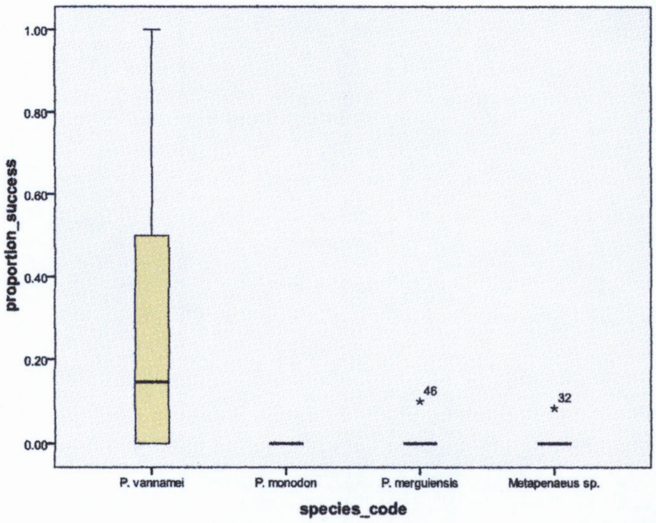
ตารางที่ 4.3 สัดส่วนของกุ้งที่มีการเคลื่อนที่ เมื่อเทียบกับจำนวนกุ้งในตู้ทั้งหมด (นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเวลา 60 นาทีหลังจากการปล่อยปลา

ชนิดกุ้ง (จำนวนการสังเกต)	สัญลักษณ์	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย		
		ว่ายน้ำ	เดิน	เคลื่อนที่ทั้งหมด
กุ้งขาว (360)	PVA	19.31±11.11a	24.64±10.26a	43.95±14.63a
กุ้งกุลาดำ (360)	PMO	12.47±8.49b	21.13±10.54b	33.60±12.54b
กุ้งแชบ๊วย (360)	PME	10.78±8.85c	16.53±10.38c	27.31±13.53c
กุ้งกุลาดำ (360)	MET	2.21±5.08d	12.07±9.19d	14.29±10.63d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

<u>กุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง</u>

ความสำเร็จของการล่าเหยื่อ (สัดส่วนของจำนวนครั้งที่สามารถจับเหยื่อได้ ต่อจำนวนความพยายามทั้งหมด) ของปลากะพงขาว ในการล่ากุ้งต่างชนิด และ อัตรารอดของกุ้ง ในการทดลองที่กุ้งขาวแปซิฟิคอยู่ร่วมกับกุ้งพื้นเมือง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$; เปรียบเทียบค่า median ใน non-parametric tests) (รูปที่ 4.6) แต่เปอร์เซ็นต์ความล้มเหลว (จำนวนครั้งที่พลาด ต่อจำนวนความพยายามทั้งหมด) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$; เปรียบเทียบค่า median ใน non-parametric test) โดยกุ้งขาวแปซิฟิคมีความแปรปรวนของการถูกล่ามากกว่ากุ้งพื้นเมือง



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ ในการล่ากุ้งแต่ละชนิดของปลากะพง เมื่อกุ้งขาวอยู่ร่วมกับกุ้งพื้นเมือง ในตู้ทดลอง เปอร์เซ็นต์คิดจากสัดส่วนของความสำเร็จในการจับกุ้งได้เทียบกับความพยายามในการจับกุ้งทั้งหมด

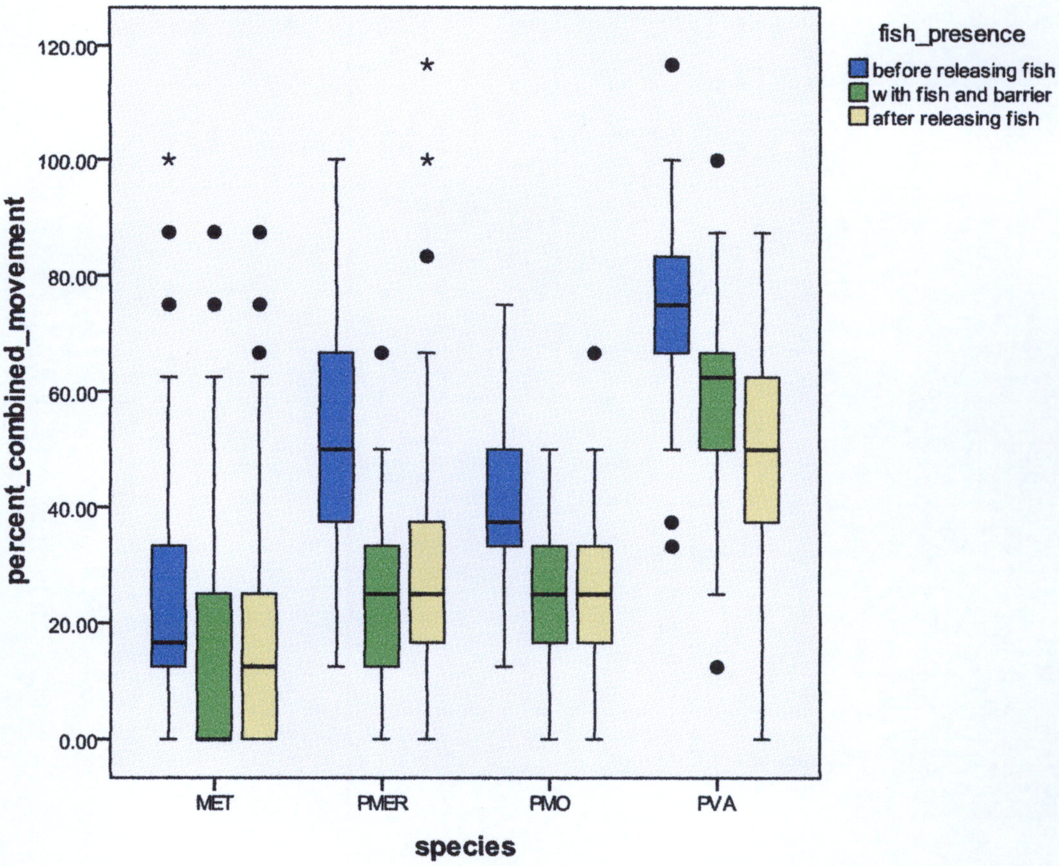
เมื่อพิจารณาผลของผู้ล่าต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำ และการเดินของกุ้ง ในการทดลองที่กุ้งขาวกับกุ้งพื้นเมืองอยู่ร่วมกัน แล้วพบว่า พฤติกรรมการเคลื่อนที่ (เดิน และว่ายน้ำ) ของกุ้งในตู้ทดลองได้รับอิทธิพลจากการปรากฏของผู้ล่า และ ชนิดของกุ้ง โดยการปรากฏของผู้ล่าทำให้กุ้งทุกชนิดมีการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$, non-parametric rank tests) ไม่ว่าจะเป็นช่วงที่มีแผ่นฉากใสกั้น (20 นาที) หรือช่วงที่มีการปล่อยปลาตลอดระยะเวลา 60 นาที (ตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.6) นอกจากนี้ ในกุ้งเกือบทุกชนิด ยังพบความแตกต่างของการเคลื่อนที่ ระหว่างช่วงที่มีแผ่นฉากใสกั้น หรือช่วงที่มีการปล่อยปลาตลอดระยะเวลา 60 นาที

กุ้งที่มีการเคลื่อนไหวมากที่สุดยังคงเป็นกุ้งขาวแปซิกฟิค รองลงมาคือกุ้งแชบ๊วย และกุ้งที่เคลื่อนไหวน้อยที่สุดคือกุ้งโอคัก

ตารางที่ 4.4 สัดส่วนของกุ้งที่มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ (ว่ายน้ำ เดิน หรือ การเคลื่อนที่รวม) มากกว่าค่ามัธยฐาน ในการทดลองสังเกตพฤติกรรมการว่ายน้ำ เมื่อไม่มีปลา (1) มีปลาแต่มีฉากกั้น (2) และมีปลา (3)

	PVA			PMO			PMER			MET		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ว่ายน้ำ	0.73[a]	0.56[b]	0.27[c]	0.19[a]	0.09[b]	0.19[a]	0.43[a]	0.19[b]	0.12[c]	0.23[a]	0.15[b]	0.18[b]
เดิน	0.48[a]	0.38[b]	0.35[b]	0.76[a]	0.41[b]	0.38[b]	0.74[a]	0.28[b]	0.42[c]	0.53[a]	0.40[b]	0.36[c]
เคลื่อนที่ทั้งหมด	0.77[a]	0.40[b]	0.19[c]	0.51[a]	0.23[b]	0.19[b]	0.81[a]	0.20[b]	0.29[c]	0.61[a]	0.41[b]	0.38[c]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และเป็นการเปรียบเทียบ 3 การทดลอง (ไม่มีปลา, 1; มีปลาแต่มีฉากกั้น, 2; มีปลา, 3)



รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่รวมของกุ้งทั้ง 4 ชนิดที่อยู่ในตู้กระจกในช่วงเวลาก่อนปล่อยปลา 29 นาที ช่วงที่มีการปรับสภาพปลา (มีฉากใสกั้น) และหลังจากการปล่อยปลาตลอดช่วงเวลา 60 นาที สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), PMO คือ กุ้งกุลาดำ (*P. monodon*), PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*) และ MET คือกุ้งโอคัก (*Metapenaeus sp.*)

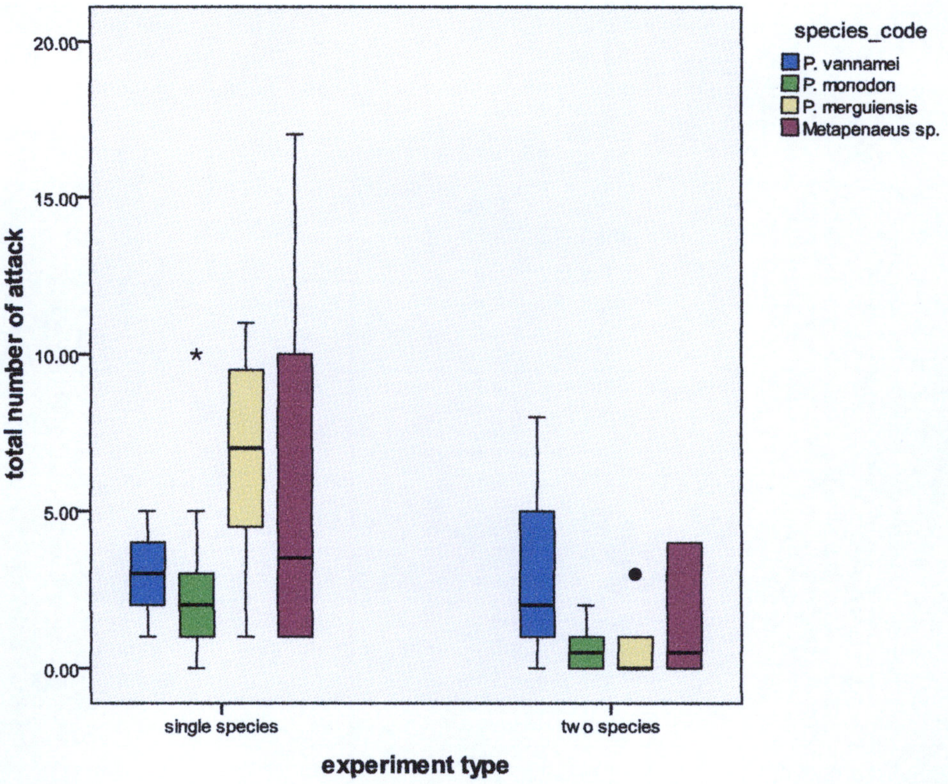
จำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา ความสำเร็จในการล่าเหยื่อ และอัตราการรอดตายของกุ้ง

เมื่อพิจารณาผลของประเภทของการทดลอง (มีกุ้งชนิดเดี่ยว หรือสองชนิดอยู่ร่วมกัน) ชนิด และขนาดของกุ้ง ต่อจำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา ความสำเร็จในการล่าเหยื่อ และอัตราการรอดตายของกุ้ง (ตารางที่ 4.5, รูปที่ 4.8, 4.9 และ4.10) พบว่าจำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา ได้รับอิทธิพลจากชนิดของการทดลอง ($p<0.05$) แต่ไม่ได้รับอิทธิพลจากชนิดและขนาดของกุ้ง โดยปลามีการจู่โจมกุ้งที่อยู่เป็นชนิดเดี่ยวๆ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46±4.14) มากกว่า กุ้งที่อยู่ร่วมกัน 2 ชนิด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.00±2.39) ในขณะที่สัดส่วนความสำเร็จในการล่าเหยื่อของปลา ผันแปรตามชนิดกุ้ง ($p<0.05$) และชนิดของการทดลอง ($p=0.04$) โดยปลาสามารถจับกุ้งขาว (ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความสำเร็จเท่ากับ 0.41±0.33 และ0.32±0.41 ในการทดลองกุ้งชนิดเดี่ยว และกุ้ง 2 ชนิดร่วมกันตามลำดับ) ได้มากกว่ากุ้งกุลาดำอย่างมีนัยสำคัญ (0.00 สำหรับทั้งสองการทดลอง) (แต่ความสามารถในการจับกุ้งชนิดอื่นๆ ไม่ต่างกันกับกุ้งทั้งสองชนิด) และปลาสามารถจับกุ้งที่อยู่เป็นชนิดเดี่ยวๆ มากกว่ากว่ากุ้งที่อยู่ร่วมกัน ส่วนอัตรารอดตายของกุ้งผันแปรตามชนิดของกุ้ง ($p<0.05$) โดยกุ้งกุลาดำมีอัตรารอด (อัตราการ

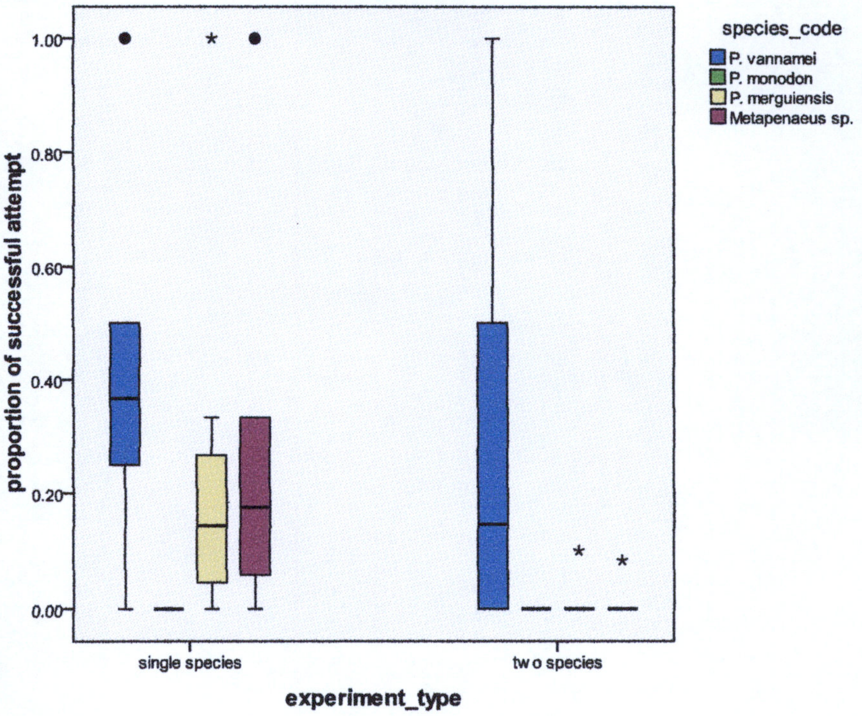
รอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ในทั้งสองการทดลอง) มากกว่ากุ้งขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อัตราการรอดตามยเฉลี่ยเท่ากับ 0.93±0.05 และ0.90±0.10 สำหรับการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) (รูปที่ 4.10)

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย (±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของจำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา ความสำเร็จในการล่าเหยื่อ และอัตราการรอดตายของกุ้ง ในการทดลองกุ้งชนิดเดี่ยว และ กุ้ง 2 ชนิดร่วมกัน (กุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง) ในเวลา 60 นาที ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (column) แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

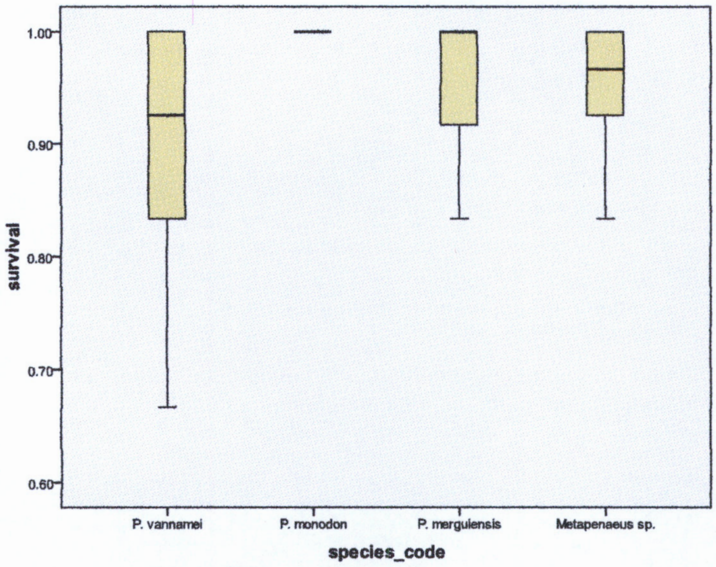
ประเภทการทดลอง	ชนิดกุ้ง	ขนาดกุ้ง	จำนวนครั้งของการจู่โจมของปลา	สัดส่วนความสำเร็จในการล่าเหยื่อ	อัตราการรอดตายของกุ้ง
Single species	*P. vannamei*	ใหญ่	3.67±1.15	0.24±0.21	0.92±0.08
	(N=3)	เล็ก	2.33±1.53	0.58±0.38	0.93±0.00
	เฉลี่ย 2 ขนาด		3.00±1.41	0.41±0.33a	0.93±0.05a
	P. monodon	ใหญ่	1.33±1.21	0.00±0.00	1.00±0.00
	(N=3)	เล็ก	5.33±4.51	0.00±0.00	1.00±0.00
	เฉลี่ย 2 ขนาด		2.66±3.16	0.00±0.00b	1.00±0.00b
	P. merguiensis	ใหญ่	5.00±3.92	0.38±0.43	0.92±0.07
	(N=3)	เล็ก	9.00±2.00	0.08±0.07	0.96±0.04
	เฉลี่ย 2 ขนาด		6.71±3.68	0.25±0.35a,b	0.93±0.06a,b
	Metapenaeus sp.	ใหญ่	7.33±8.50	0.10±0.07	0.94±0.05
	(N=3)	เล็ก	4.67±4.73	0.48±0.47	0.93±0.00
	เฉลี่ย 2 ขนาด		6.00±6.32	0.29±0.36a,b	0.93±0.03a,b
	เฉลี่ยทั้งการทดลอง		4.46±4.14a	0.21±0.31ก	0.95±0.04
Two species	*P. vannamei*	ใหญ่	2.56±2.60	0.27±0.42	0.93±0.09
	(N=9)	เล็ก	3.56±2.92	0.37±0.41	0.87±0.11
	เฉลี่ย 2 ขนาด		3.06±2.73	0.32±0.41a	0.90±0.10a
	P. monodon	ใหญ่	0.67±1.15	0.00±0.00	1.00±0.00
	(N=3)	เล็ก	0.67±0.58	0.00±0.00	1.00±0.00
	เฉลี่ย 2 ขนาด		0.66±0.81	0.00±0.00b	1.00±0.00b
	P. merguiensis	ใหญ่	0.00±0.00	0.00±0.00	1.00±0.00
	(N=3)	เล็ก	1.33±1.53	0.03±0.06	0.94±0.10a,b
	เฉลี่ย 2 ขนาด		0.67±1.21	0.02±0.04a,b	0.97±0.07
	Metapenaeus sp.	ใหญ่	1.67±2.08	0.03±0.05	0.94±.096
	(N=3)	เล็ก	1.33±2.31	0.00±0.00	1.00±0.00
	เฉลี่ย 2 ขนาด		1.50±1.97	0.01±0.03a,b	0.97±0.07a,b
	เฉลี่ยทั้งการทดลอง		2.00±2.39b	0.16±0.32ข	0.94±0.09



ภาพที่ 4.8 จำนวนครั้งในการจู่โจมกุ้งต่างชนิดของปลากะพงขาวในระยะเวลา 60 นาที ในการทดลองที่มีกุ้งชนิดเดียว และที่มีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง



ภาพที่ 4.9 สัดส่วนการจับกุ้งที่ประสบความสำเร็จของปลากะพงขาวในระยะเวลา 60 นาที ในการทดลองที่มีกุ้งชนิดเดียว และที่มีกุ้งขาวร่วมกับกุ้งพื้นเมือง

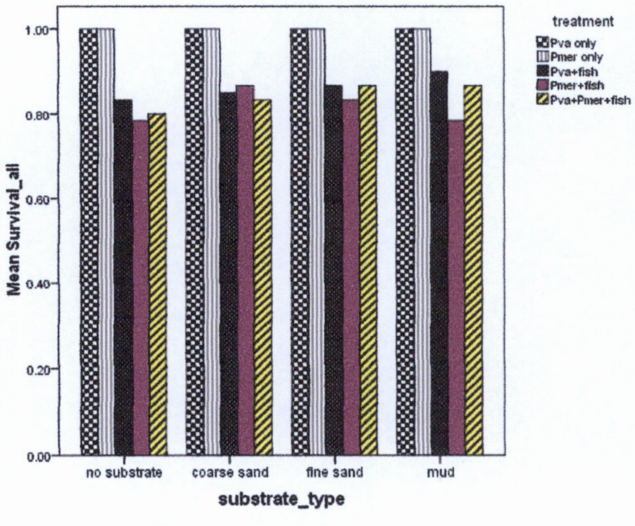


ภาพที่ 4.10 อัตราการรอดชีวิตของกุ้งหลังจากอยู่ร่วมกับผู้ล่า เป็นระยะเวลา 60 นาที

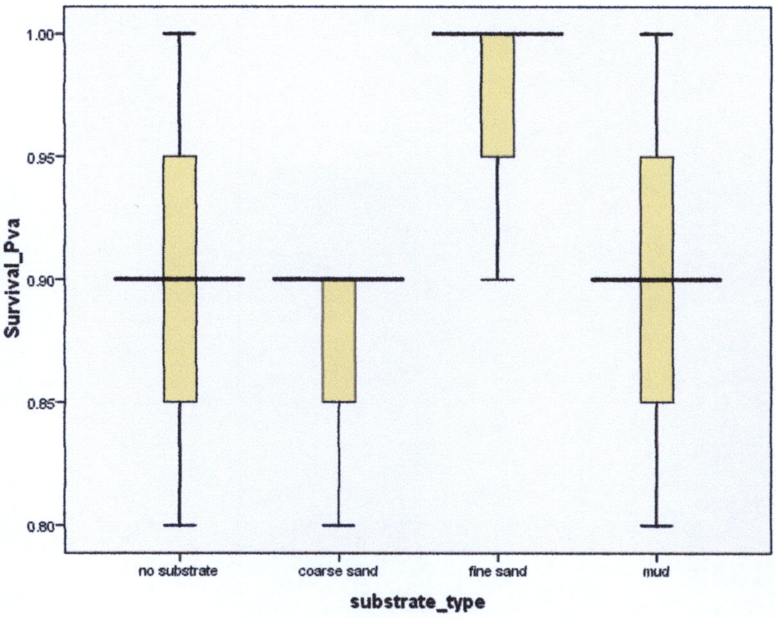
การหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาว และกุ้งแชบ๊วยในสภาวะพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอดชีวิตของกุ้ง พบว่า กุ้งทั้งสองชนิดถูกล่า โดยปลากะพงขาว โดยอัตรารอดในชุดทดลองที่มีปลากะพงขาว มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$; รูปที่ 4.11) อย่างไรก็ตาม ประเภทของวัสดุพื้นท้องน้ำไม่มีผลต่อการล่าเหยื่อ (กุ้ง) ของปลากะพงขาว ($p>0.05$)

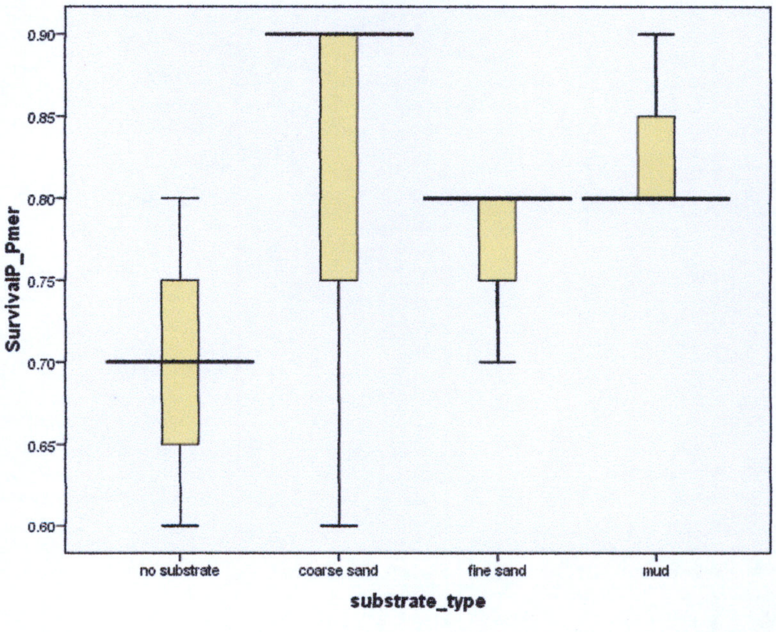
เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างอัตรารอดของกุ้งขาว และกุ้งแชบ๊วยที่อยู่ร่วมกัน ในชุดทดลอง (ชุดทดลองที่ 5) พบว่า กุ้งแชบ๊วยถูกล่ามากกว่ากุ้งขาวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$; รูปที่ 4.12) ดังนั้นจึงน่าสนใจว่า กุ้งพื้นเมืองของไทย อาจมีโอกาสถูกล่ามากกว่ากุ้งขาวแวนาไม



รูปที่ 4.11 อัตราการรอดชีวิตของกุ้งทุกชนิดในชุดทดลอง ที่มีพื้นวัสดุต่างๆ กัน



(ก)



(ข)

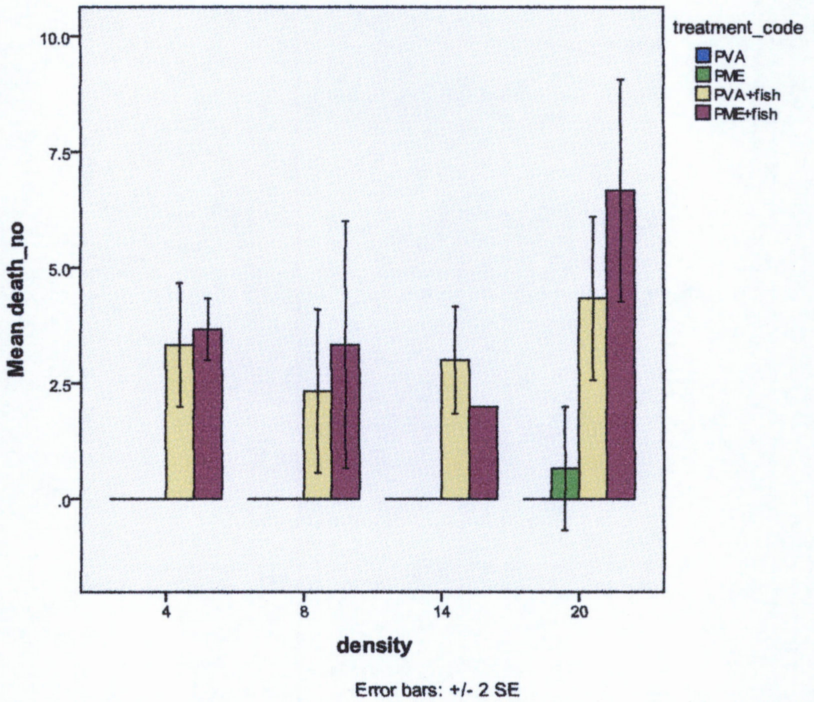
รูปที่ 4.12 อัตรารอดของกุ้งที่อยู่ในชุดการทดลองที่มีกุ้งขาวและกุ้งแชบ๊วยอยู่ร่วมกัน (ก) กุ้งขาว และ (ข) กุ้งแชบ๊วย

การหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยในสภาวะความหนาแน่นของกุ้งที่แตกต่างกัน

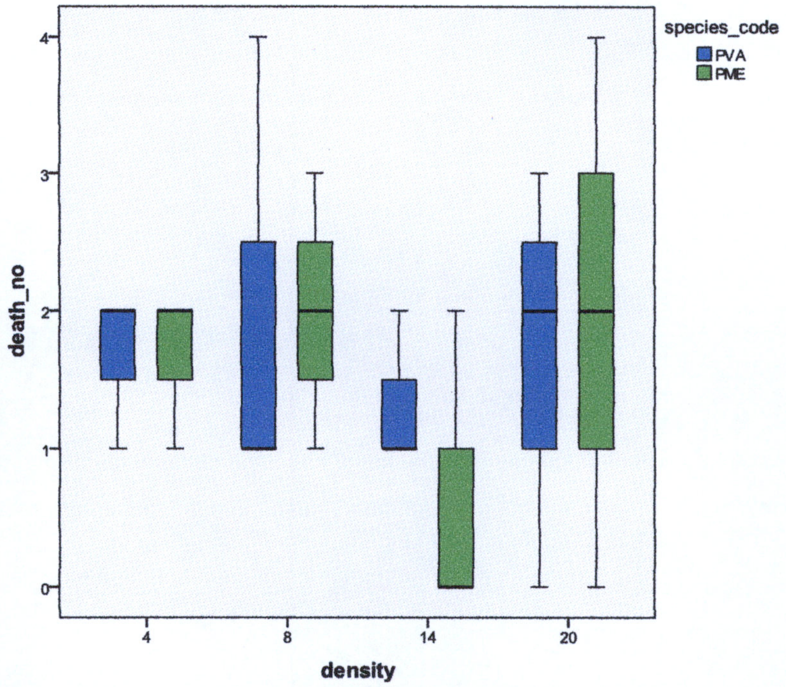
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนกุ้งที่ตายจากการล่า พบว่า จำนวนกุ้งที่ตายจากการถูกล่าในชุดทดลองที่มีปลากะพงขาว มีค่ามากกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีปลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกุ้งทั้งสองชนิด ($p<0.05$; รูปที่ 4.13) นอกจากนี้ ระดับความหนาแน่นของกุ้งในถัง

มีผลต่อการล่าเหยื่อ (กุ้ง) ของปลากะพงขาว ในกุ้งแชบ๊วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยพบความต่างของกุ้งที่ถูกล่าในการทดลองที่มีกุ้ง 4 ตัว/ตู้ กับ 14 ตัว/ตู้ ทั้งนี้กุ้งที่มีความหนาแน่นต่ำในกรณี มีจำนวนสัตว์ที่ถูกล่า มากกว่าถังที่มีความหนาแน่นมาก ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างลักษณะดังกล่าว ในการทดลองที่มีกุ้งขาว

เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างจำนวนกุ้งที่ตายจากการถูกล่า ในการทดลองที่มีกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยที่อยู่ร่วมกัน (ชุดทดลองที่ 5) พบว่า จำนวนกุ้งที่ถูกล่าทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05; รูปที่ 4.14)



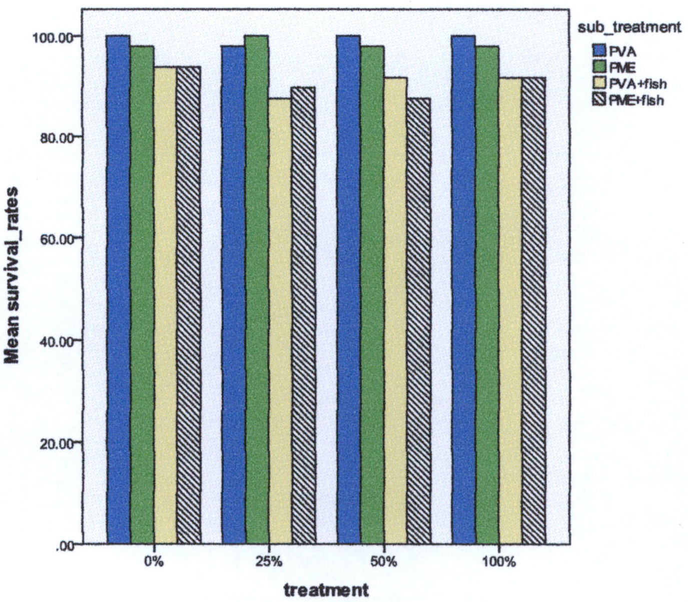
รูปที่ 4.13 จำนวนกุ้งทุกชนิดที่ถูกล่า ในชุดทดลอง ที่มีความหนาแน่นของกุ้งต่างๆ กัน สัญลักษณ์ PVA คือกุ้งขาวแปซิฟิค (*P. vannamei*), และ PME คือกุ้งแชบ๊วย (*P. merguiensis*)



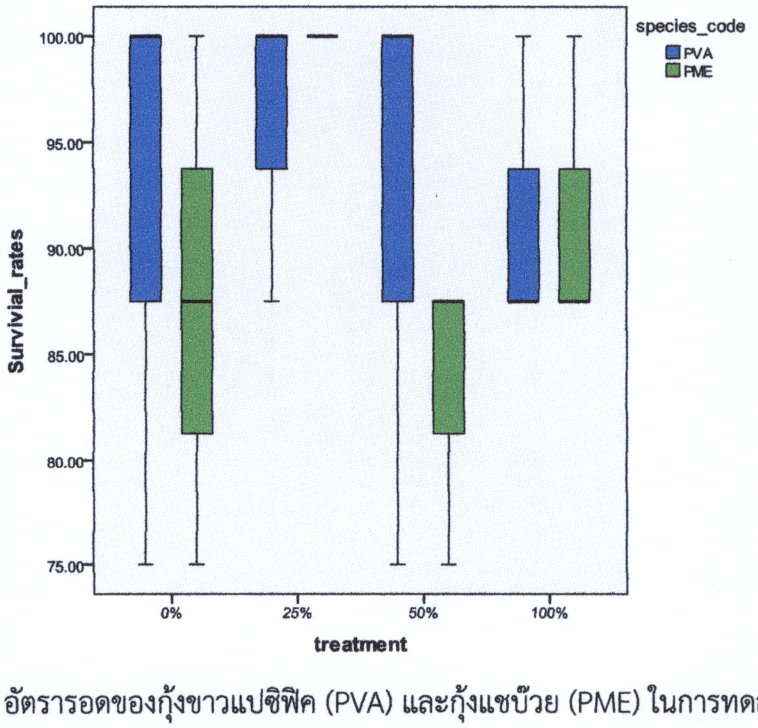
รูปที่ 4.14 จำนวนกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ที่ถูกล่าโดยปลากะพงขาว ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน

การหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยในสภาวะที่มีปริมาณแหล่งหลบซ่อนแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอดของกุ้ง พบว่า อัตรารอดของกุ้งในชุดทดลองที่มีปลากะพงขาว มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีปลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกุ้งทั้งสองชนิด ($p<0.05$; รูปที่ 4.15) อย่างไรก็ตาม ระดับปริมาณแหล่งหลบซ่อนที่แตกต่างกัน (0, 25, 50, 100% ของพื้นที่ก้นถัง) ไม่มีผลต่อการล่ากุ้งทั้งสองชนิด ของปลากะพงขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างอัตรารอดของกุ้งทั้งสองชนิด ในการทดลองที่มีกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยที่อยู่ร่วมกัน (ชุดทดลองที่ 5) พบว่า จำนวนกุ้งที่ถูกล่าทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$; รูปที่ 4.168)



รูปที่ 4.15 อัตรารอดของกุ้งที่ถูกล่า ในชุดทดลองที่มีกุ้งเพียงชนิดเดียว (ถังการทดลอง 1-4) ที่มีปริมาณแหล่งหลบซ่อนต่างๆ กัน

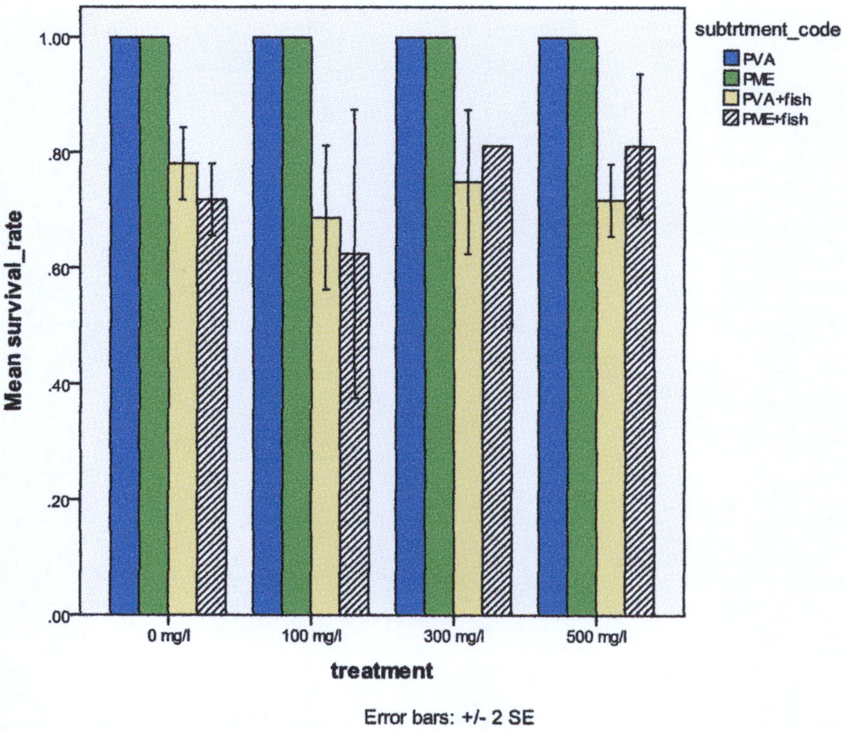


รูปที่ 4.16 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน

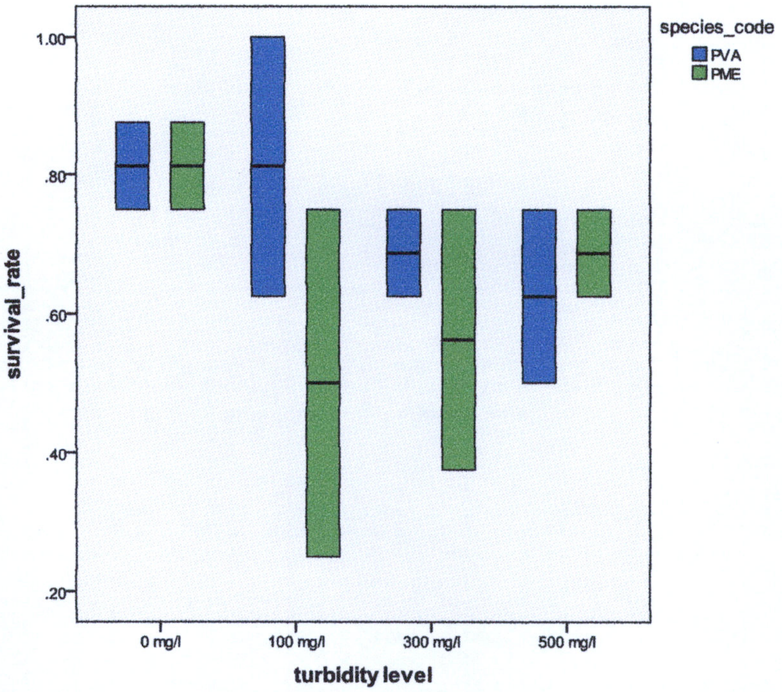
การหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยในสภาวะที่ความขุ่นแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตรารอดของกุ้ง พบว่า อัตรารอดของกุ้งในชุดทดลองที่มีปลากะพงขาว มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีปลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกุ้งทั้งสองชนิด ($p<0.05$; รูปที่ 4.17) อย่างไรก็ตาม ระดับความขุ่นที่แตกต่างกัน (0, 100, 300, 500 mg/l)

ไม่มีผลต่อการล่ากุ้งทั้งสองชนิด ของปลากะพงขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างอัตรารอดของกุ้งทั้งสองชนิด ในการทดลองที่มีกุ้งขาวแปซิฟิคและกุ้งแชบ๊วยที่อยู่ร่วมกัน (ชุดทดลองที่ 5) พบว่า จำนวนกุ้งที่ถูกล่าทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05; รูปที่ 4.18)



รูปที่ 4.17 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ที่ถูกล่า ในชุดทดลองที่มีกุ้งเพียงชนิดเดียว ในสภาวะที่มีความขุ่นต่างกัน



รูปที่ 4.18 อัตรารอดของกุ้งขาวแปซิฟิค (PVA) และกุ้งแชบ๊วย (PME) ในการทดลองที่มีกุ้ง 2 ชนิด ร่วมกัน

การทดลองที่ 3 การแก่งแย่งทรัพยากรอาหาร

โดยภาพรวม กุ้งขาวแปซิฟิคมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งแชบ๊วยในทุกการทดลอง ($p<0.05$) ไม่ว่าเป็นการทดลองต่างชนิดอยู่ด้วยกันเอง หรือการทดลองที่อยู่ร่วมกับกุ้งแชบ๊วย

นอกจากนี้ความหนาแน่นของกุ้ง (เมื่ออยู่ชนิดเดี่ยวๆ) หรือการปรากฏของกุ้งแชบ๊วย (ในการทดลองที่มี 2 ชนิดอยู่ร่วมกัน) ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแปซิฟิค (ตารางที่ 4.6) โดย specific growth rate (%weight per day หรือ %length per day) ไม่แตกต่างกันในทุกการทดลอง โดยมีกุ้งขาวแปซิฟิค มีค่า specific growth rate ที่คำนวณจากน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.75±877 % กรัมต่อวัน ถึง 1.57±0.646 % กรัมต่อวัน และค่าที่คำนวณจากความยาวอยู่ในช่วง 0.40±0.23% เซนติเมตร ต่อวัน ถึง 0.60±0.268 % เซนติเมตร ต่อวัน

สำหรับในกุ้งแชบ๊วย แม้ว่าความหนาแน่นของกุ้งชนิดเดี่ยวๆ จะไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต (SPG เฉลี่ย = 0.55±0.73 ถึง 0.91±0.379) แต่การปรากฏของกุ้งขาวทำให้อัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าเมื่ออยู่ชนิดเดี่ยวใน 2 กรณีคือ กุ้งแชบ๊วย 3 ตัว และกุ้งขาว 1 ตัว (SPG เฉลี่ย 0.54 และ 0.37 เมื่อคำนวณจากน้ำหนัก และความยาวตามลำดับ) และกรณีที่กุ้งแชบ๊วย 3 ตัวอยู่ร่วมอยู่กับกุ้งขาว 3 ตัว (SPG เฉลี่ย 0.28 และ 0.22 เมื่อคำนวณจากน้ำหนัก และความยาวตามลำดับ) โดยจะเห็นความแตกต่างทั้งในส่วนของน้ำหนัก และความยาว

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย ความยาวเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR, % per day) ที่คำนวณจากการเพิ่มขึ้นของความยาว และน้ำหนัก หลังจากการเลี้ยงกุ้งร่วมกันในชุดการทดลองต่างๆ

จำนวนกุ้งในการทดลอง		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น (กรัม) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย (กรัม) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		SGR คำนวณจากน้ำหนัก		ความยาวเริ่มต้น (เซ็นติเมตร)		ความยาวสุดท้าย (เซ็นติเมตร)		SGR คำนวณจากความยาว	
กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว	กุ้งแชบ๊วย	กุ้งขาว
1	-	3.20		4.37		.91a		6.83		8.23		.53a	
1	-	(.623)		(.45611)		(.37954)		(.41633)		(.30551)		(.15776)	
2	-	3.10		4.09		.78a		6.84		7.90		.44a	
	-	(.59657)		(.88455)		(.60133)		(.39256)		(.53719)		(.20861)	
3	-	3.23		4.10		.62a		6.81		7.90		.49a,b**	
	-	(.47609)		(.85774)		(.44010)		(.38550)		(.52068)		(.14706)	
4	-	2.73		3.53		.55a		6.83		7.59		.41a,b	
	-	(.29797)		(.81928)		(.73020)		(.14930)		(.48231)		(.16582)	
1	1		3.23		5.51		1.49		7.07		8.73		.60
	-		(1.1582)		(2.04756)		.44109		(.40415)		(1.0017)		(.20681)
-	2		2.82		3.98		1.75		6.80		7.97		.41
	-		(.40245)		(1.39150)		.87758		(.41057)		(.97797)		(.24751)
2	3		2.86		4.85		1.48		6.90		8.32		.53
-	-		(.45560)		(.92454)		.82232		(.29155)		(.65341)		(.23044)
-	4		2.78		4.71		1.36		6.90		8.03		.41
-	-		(.41248)		(1.21832)		(1.0669)		(.29090)		(.70211)		(.32343)

จำนวนกุ้งในการทดลอง		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้น (กรัม) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย (กรัม) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		SGR คำนวณจากน้ำหนัก		ความยาวเริ่มต้น (เซ็นติเมตร)		ความยาวสุดท้าย (เซ็นติเมตร)		SGR คำนวณจากความยาว	
3	1	3.12	3.37	4.05	5.45	.54b	1.33	6.8000	7.13	7.8750	8.57	.22b	.52
		(.58914)	(.29263)	(1.5957)	(1.3294)	(.41479)	(.51582)	(.35590)	(.15275)	(.91424)	(.64291)	(.18458)	(.16004)
	2	3.00	3.04	3.47	4.74	.55a,b	1.08	6.74	6.91	7.56	8.20	.38a,b	.47
		(.49042)	(.34641)	(.82642)	(1.71942)	(.62129)	(1.07181)	(.17678)	(.21671)	(.48972)	(.99857)	(.28874)	(.30433)
1	3	3.12	2.94	3.77b	4.56	.59a,b	1.26	6.91	6.84	7.57	7.83	.37a,b	.40
		(.31003)	(.54883)	(.69211)	(1.72276)	(.55655)	(.84922)	(.26194)	(.35280)	(.38079)	(.81389)	(.13067)	(.23003)
3	3	2.92	2.87	3.37b	5.15	.28b	1.57	6.77	6.85	7.26	8.48	.21b**	.61
3	1	(.41234)	(.38480)	(.32377)	(1.46059)	(.25934)	(.64649)	(.17233)	(.21106)	(.40330)	(.73376)	(.23386)	(.18252)

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

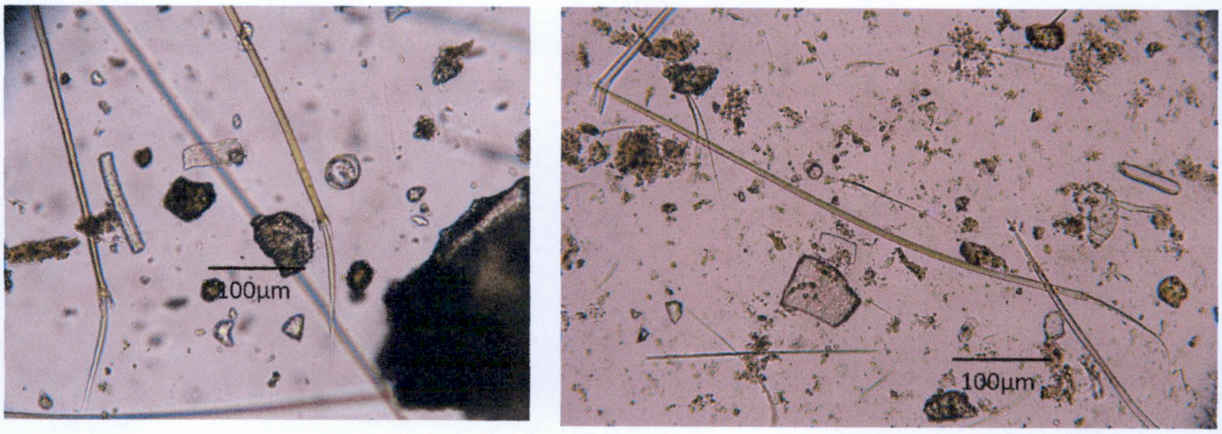
**P=0.058

การทดลองที่ 4 การกินอาหารในธรรมชาติของกุ้งขาว เปรียบเทียบกับกุ้งแชบ๊วย

อาหารธรรมชาติ ที่พบในกระเพาะกุ้งขาวและกุ้งแชบ๊วยที่รวบรวมจาก บริเวณ มี 5 ประเภทได้แก่ Satae ของไส้เดือนทะเล สาหร่ายขนาดเล็ก (Foraminifera, *Plurosigma* spp., *Coscinodiscus spp:, Thalassiosira spp:, Campyrodiscus spp.*) เศษเนื้อ เศษพืช ครัสเตเชียขนาดเล็ก และ เศษอาหารที่จำแนกไม่ได้ (รูปที่ 4.19) โดยอาหารกลุ่มทุกกลุ่ม ยกเว้นเศษพืช และที่แยกชนิดไม่ได้ สามารถพบได้ในกุ้งขาว และแชบ๊วยที่รวบรวมจากธรรมชาติ ทุกตัว (ความถี่ของการพบเท่ากับ 100%) ส่วนอาหาร 2 กลุ่มที่พบได้เป็นครั้งคราว ซึ่งได้แก่เศษพืช และอาหารที่จำแนกชนิดไม่ได้ พบได้ประมาณ 10 ถึง 30% ของกระเพาะที่วิเคราะห์ทั้งหมดของกุ้งแชบ๊วย และประมาณ 18.2 และ 36.4 % ในกระเพาะของกุ้งขาวแปซิฟิค

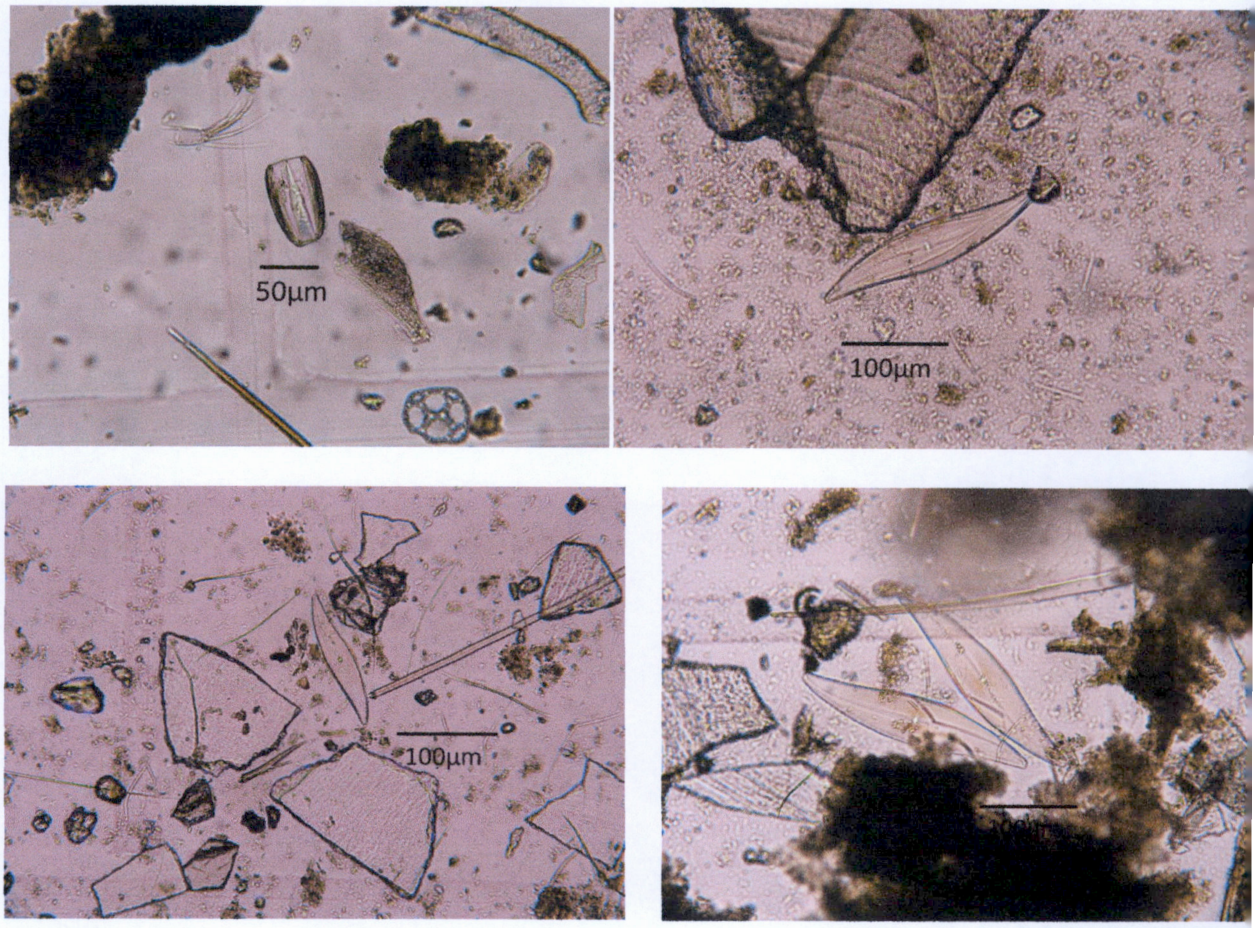
องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะของกุ้งขาว และกุ้งแชบ๊วยมีลักษณะคล้ายกันมาก โดยกุ้งทั้งสองชนิดกินเศษเนื้อเป็นอาหารหลัก (น่าจะเป็นชิ้นเนื้อของไส้เดือนทะเล เนื่องจากพบ Setae เป็นจำนวนมาก) โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยถึงมากกว่า 50% (รูปที่ 4.20) รองลงมาคือ Satae ของไส้เดือนทะเล ซึ่งคิดเป็น 3.8% และ 8.2% สำหรับกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยตามลำดับ และ ครัสเตเซียขนาดเล็ก (3.5% และ 1.8% สำหรับกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายขนาดเล็กกลุ่ม Foraminifera และกลุ่ม diatom ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนน้อยกว่า 1% ในทุกตัวอย่างจะพบ เศษกรวด ในปริมาณที่ค่อนข้างมากคิดเป็นมากกว่า 30% ของปริมาตรอาหารที่เจอทั้งหมด

Setae



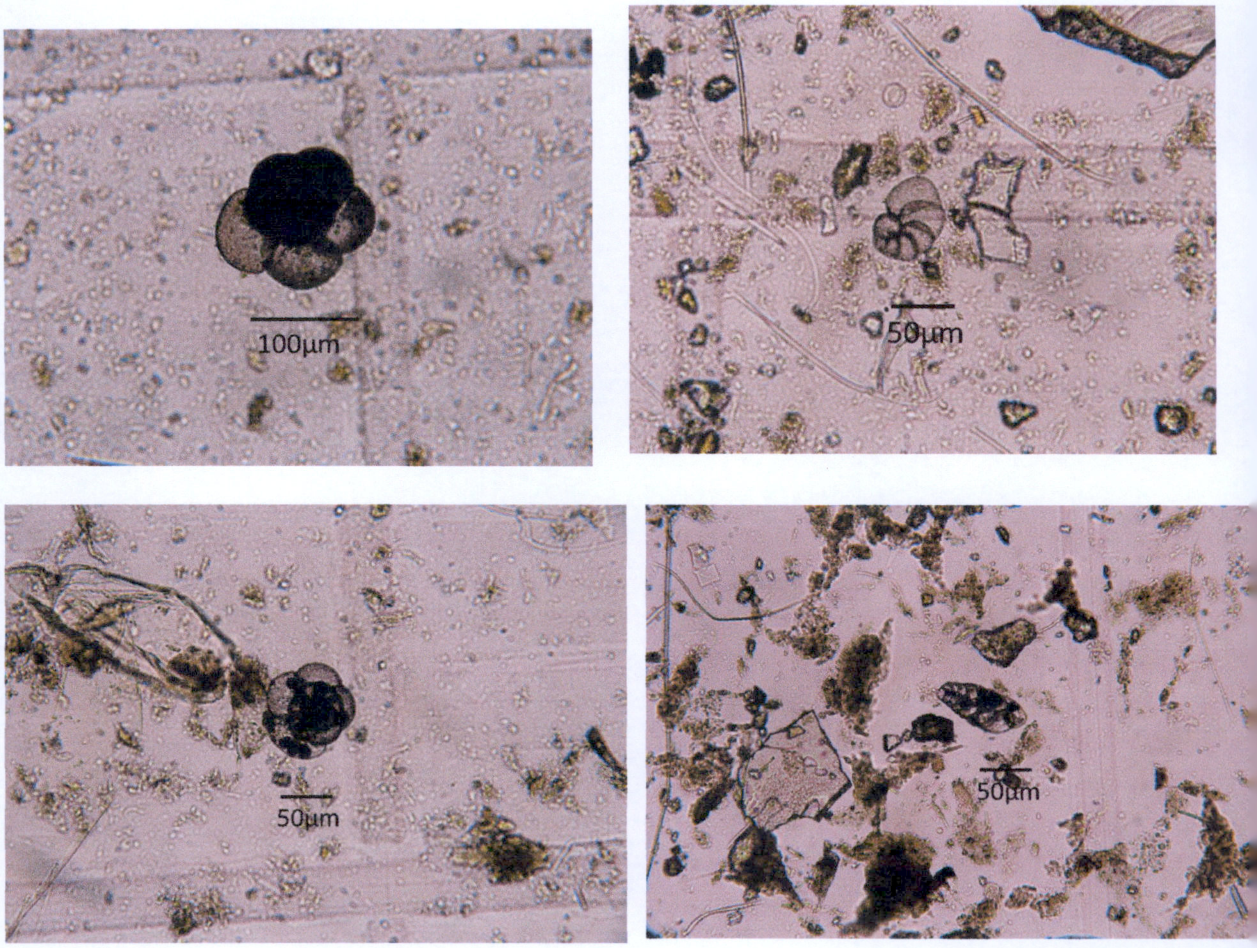
(ก)

Plurosigma spp.



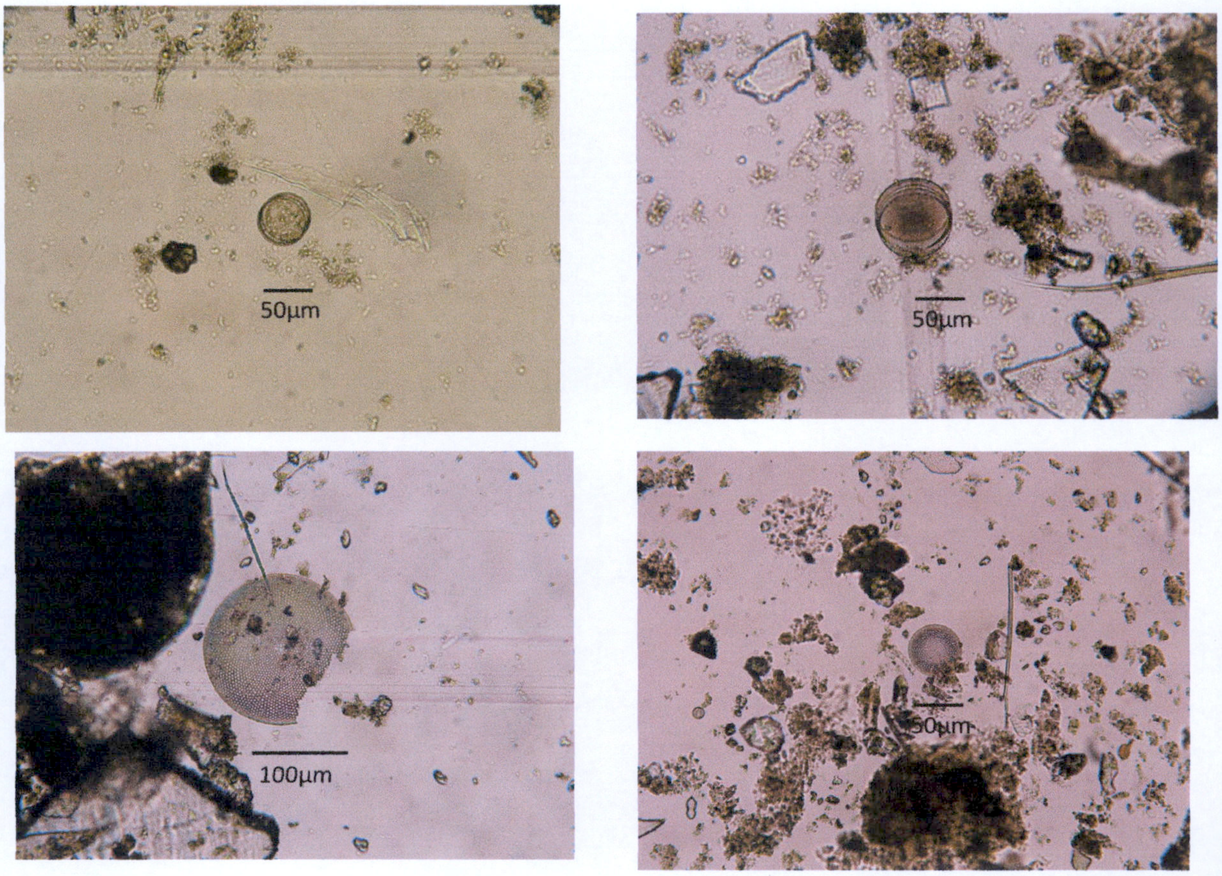
(ข)

Foraminifera



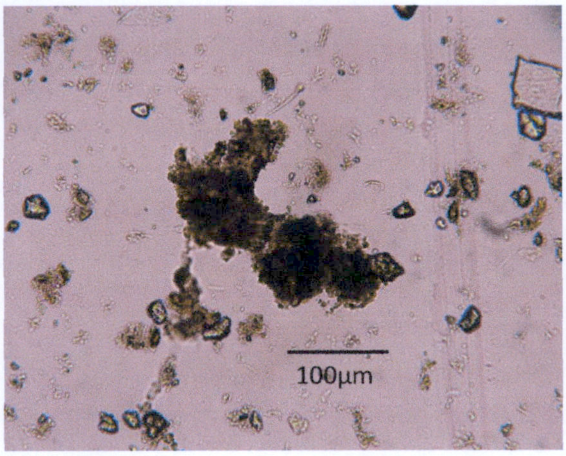
(ค)

Coscinodiscus, *Thalassiosira*, *Campyrodiscus*



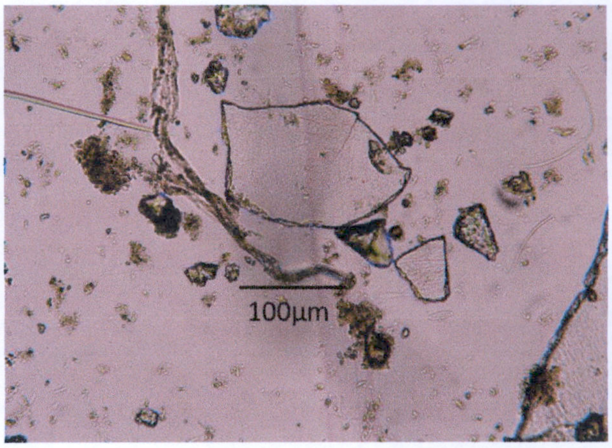
(ง)

เศษเนื้อ



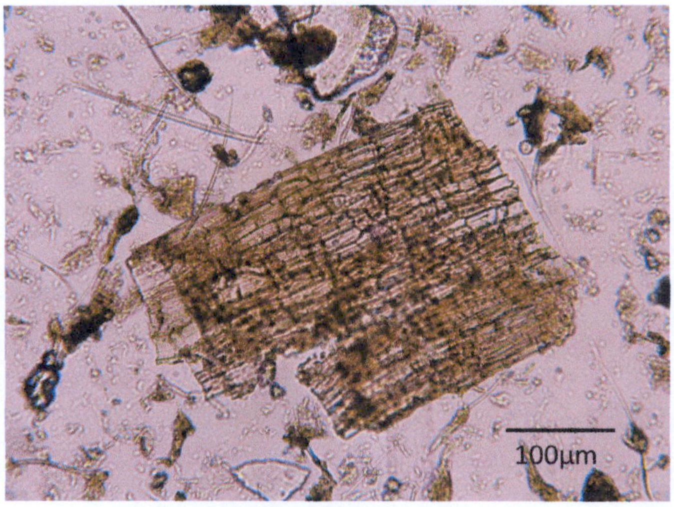
(จ)

เศษหิน



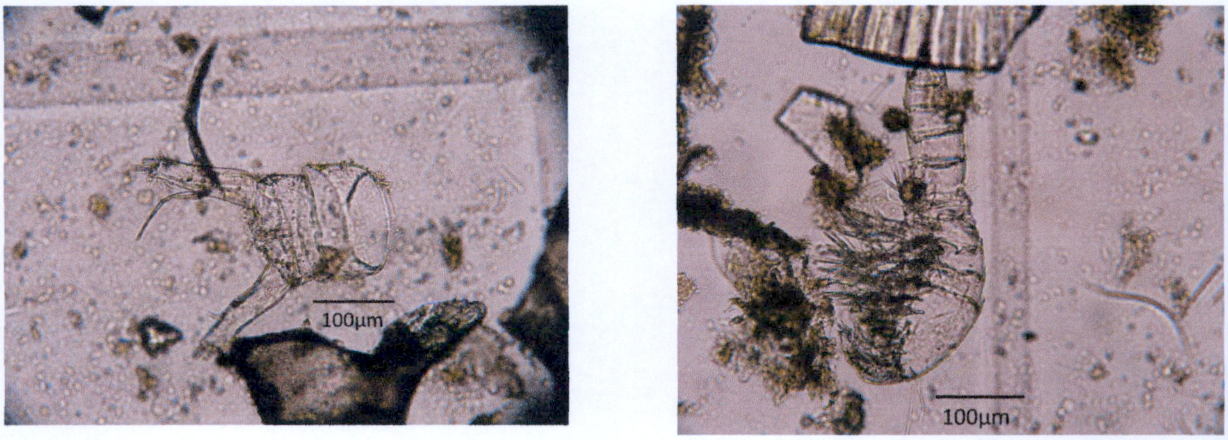
(ฉ)

เศษพืช



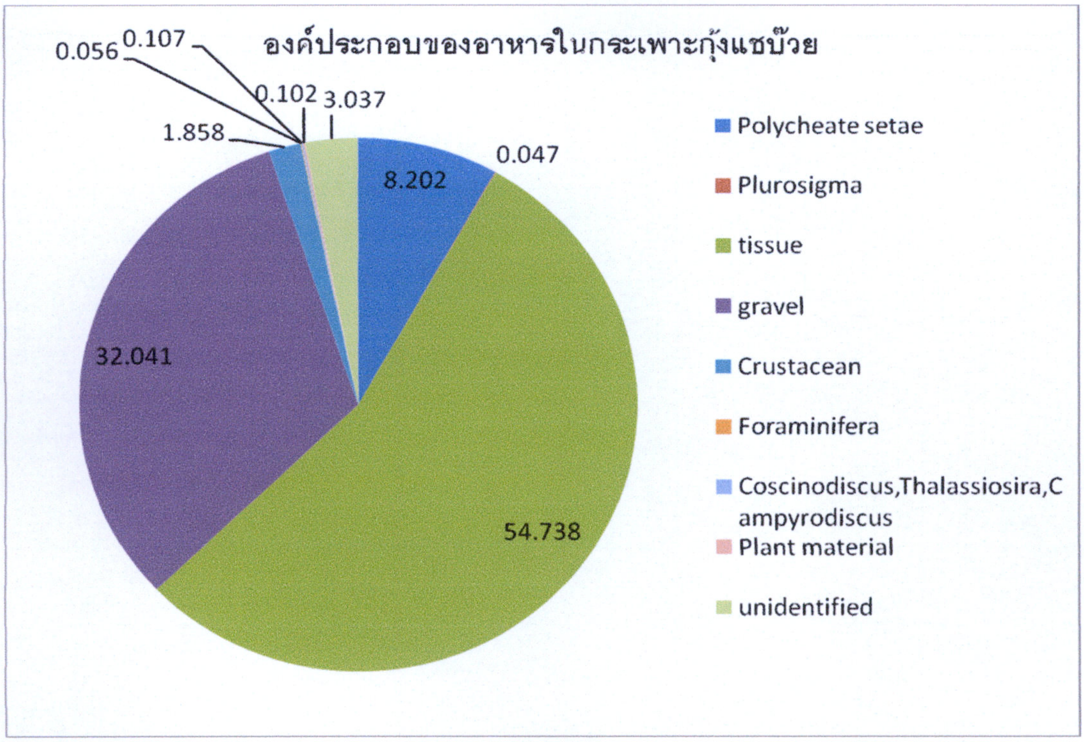
(ช)

Crustacean

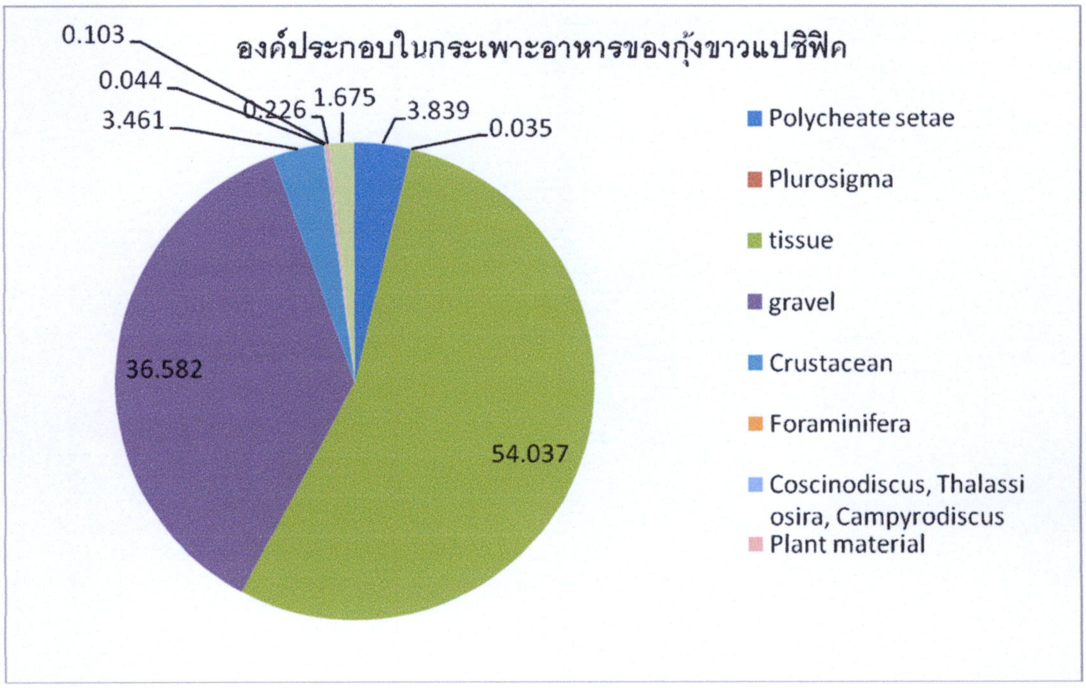


(ซ)

รูปที่ 4.19 ประเภทของกลุ่มอาหารที่พบในกระเพาะกุ้งแชบ๊วย และกุ้งขาวที่จับจากธรรมชาติ (ก) Setae ของไส้เดือนทะเล (ข)-(ง) สาหร่ายขนาดเล็ก (จ) เศษเนื้อ(ฉ) เศษหิน (ช) เศษพืช และ (ซ) ระยางค์ของครัสเตเชียขนาดเล็ก



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.20 องค์ประกอบอาหารที่พบในกระเพาะกุ้งแชบ๊วย (ก) และ กุ้งขาวแปซิฟิค (ข) ที่จับจากธรรมชาติ

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

การใช้พื้นที่ในมวลน้ำ และพฤติกรรมการว่ายน้ำในสภาวะปกติ

กุ้งขาวแปซิฟิค มีพฤติกรรมว่ายในมวลน้ำอยู่ตลอดเวลา คล้ายกับลักษณะการว่ายน้ำของกุ้งกุลาดำ (ได้มาจากการการเลี้ยง) และกุ้งแชบ๊วย (ได้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ) โดยลักษณะการว่ายน้ำดังกล่าวอาจสะท้อนความเป็นจริงในธรรมชาติสำหรับกุ้งแชบ๊วย เนื่องจากกุ้งขาวแปซิฟิคที่จับได้จากธรรมชาติ มักจับได้ร่วมกับกุ้งแชบ๊วย (สุวรรณา ภาณุตระกูล 2554, โครงการย่อยที่ 1 ในชุดโครงการนี้) อย่างไรก็ตามสำหรับกุ้งกุลาดำ กุ้งที่ใช้ในการทดลองได้มาจากการการเลี้ยง ซึ่งอาจทำให้มีกิจกรรมว่ายน้ำ เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพจริงในธรรมชาติ ดังนั้น กุ้งขาวแปซิฟิคจึงน่าจะเป็นคู่แข่งที่สำคัญ ของกุ้งแชบ๊วยในการใช้พื้นที่ และอาหาร และเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกกุ้งแชบ๊วยในการทดลองหลบเลี่ยงผู้ล่า ในถังขนาดใหญ่ขึ้นและการทดสอบการแข่งขันด้านอาหาร

ในสภาวะที่กุ้งขาวแปซิฟิคอยู่ร่วมกับกุ้งขาวท้องถิ่นชนิดอื่นในตู้กระจก กุ้งขาวแปซิฟิคจะมีการเคลื่อนที่ (เดิน+ว่ายน้ำ) เพิ่มขึ้น ในขณะที่กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ และกุ้งโอคัก มีการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งการว่ายน้ำ พฤติกรรมในส่วนนี้น่าจะแสดงถึงการรุกรานในเชิงพื้นที่ต่อกุ้งชนิดอื่น

ความสามารถในการหลีกเลี่ยงผู้ล่าของกุ้งขาว เทียบกับกุ้งท้องถิ่น

แม้ว่ากุ้งขาวแปซิฟิคจะมีการเคลื่อนที่ในมวลน้ำมากกว่ากุ้งท้องถิ่นชนิดอื่นๆ และน่าจะถูกล่าได้มากกว่ากุ้งท้องถิ่น แต่การทดลองในตู้กระจก และถังทดลอง กลับไม่พบความแตกต่างระหว่างอัตรารอดของกุ้งทุกชนิด ในการทดลองในตู้กระจก กุ้งขาวแปซิฟิคเป็นกุ้งที่มีการเคลื่อนไหวมากกว่ากุ้งชนิดอื่น และปลาจะจู่โจมกุ้งขาวแปซิฟิคมากกว่ากุ้งท้องถิ่นชนิดอื่นๆ ในระยะเวลาเท่ากัน (แม้ว่าอาจไม่ประสบความสำเร็จในการล่าก็ตาม) สำหรับการทดลองประเมินอัตรารอดของกุ้งขาวแวนาไมจากผู้ล่า เทียบกับกุ้งแชบ๊วยซึ่งเป็นกุ้งพื้นเมืองของไทย โดยผันแปรวัสดุพื้นท้องน้ำ ระดับความขุ่น และปริมาณแหล่งหลบภัยในถังพลาสติก ที่มีและไม่มีผู้ล่า พบว่าอัตราการรอดของกุ้งทั้งสองชนิดในถังที่มีปลา มีค่าน้อยกว่าถังที่ไม่มีปลา (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนในถังที่มีปลาและกุ้งอยู่ร่วมกันนั้น กุ้งแชบ๊วยไวต่อการถูกล่าโดยปลา มากกว่ากุ้งขาว ในสภาวะที่มีวัสดุพื้นต่างกัน แต่ไม่พบความแตกต่างของการล่าและอัตรารอดของกุ้งขาวและแชบ๊วย ในสภาวะที่มีความหนาแน่นของกุ้งต่างกัน มีระดับแหล่งหลบภัยต่างกัน และความขุ่นที่แตกต่างกัน ซึ่งน่าจะสะท้อนถึงความสามารถของกุ้งขาวแวนาไมที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่น่าจะแตกต่างจากกุ้งพื้นเมือง

การปรากฏของผู้ล่า สามารถเปลี่ยนแปลงปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อ และการเข้าถึงทรัพยากรของเหยื่อ ในการศึกษาของ Cross and Stiven (1999) ในระบบนิเวศจำลองที่เป็น field enclosure แสดงให้เห็นว่าการปรากฏของปลา killifish (*Fundulus heteroclitus*) ขนาดต่างๆ ทำให้ระดับการแข่งขันระหว่าง grass shrimp (*Palaemonetes pugio*) (ระยะ post larva) และระหว่างกุ้งและปลาเปลี่ยนไป โดยเมื่อมีการปรากฏของปลาขนาดเล็ก จะ

พบว่ากุ้ง จะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง (เกิดจากการแข่งขันภายในชนิด และระหว่างกุ้งกับปลา) ในขณะที่ เมื่อปลาตัวใหญ่ปรากฏขึ้นในประชากร พบว่าการแข่งขันระหว่างชนิดของกุ้งจะหมดไป ทั้งนี้อัตรารอดของการทดลองและชุดควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน ในกรณีของกุ้งในการทดลองในครั้งนี้ ไม่ได้วัดผลอัตราการเจริญเติบโต และอาจเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาต่อไป

นอกจากนี้ระดับการถูกล่าน่าจะขึ้นกับประเภทของผู้ล่า ซึ่งจะมีธรรมชาติการล่าเหยื่อที่แตกต่างกันไป ในกรณีของปลากระพงขาว ลักษณะการล่าเหยื่อจะเป็นแบบที่ระดับของการล่าจะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการเจอเหยื่อ และหลังจากนั้นระดับการล่าจะลดลง ซึ่งต่างจากปูที่มีการล่าเหยื่ออยู่ตลอดเวลา และสม่ำเสมอ (การสังเกตเบื้องต้นจากการทดลองตู้กระจก) แต่จะเป็นการล่าบริเวณพื้นท้องน้ำ ผลการศึกษาที่ได้ (อัตรารอดของกุ้งไม่ต่างกันระหว่างการทดลอง) อาจได้รับอิทธิพลจากชนิดของผู้ล่าที่ใช้ ดังนั้น จึงอาจจะน่าสนใจที่จะเพิ่มผลการทดลองการเหยื่อของสัตว์ประเภทปู และเราอาจได้เห็นความแตกต่างของอัตรารอดของกุ้งที่อาศัยบริเวณต่างๆ กันในมวลน้ำ

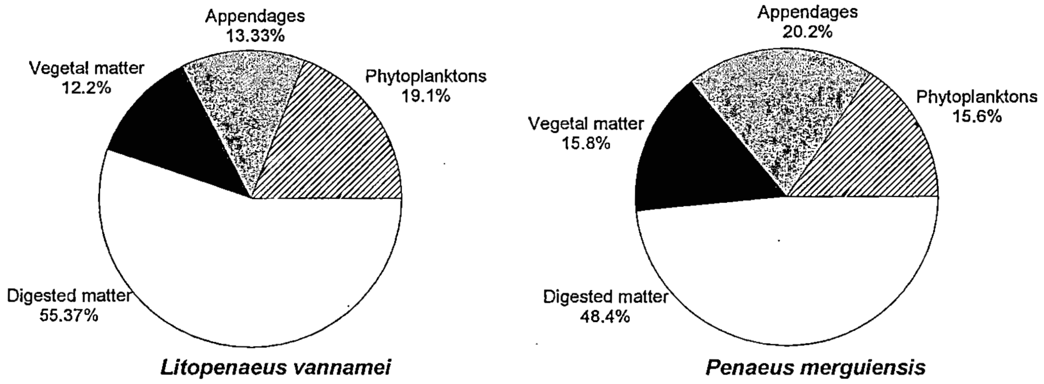
ผู้ล่าอาจมีการเลือกเหยื่อเป็นพิเศษ เช่นในกรณีของ ปู European green crab (*Carcinus maemas*) ซึ่งเป็นสัตว์ต่างถิ่นของ Bodega Habor รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ การศึกษาของ Grosholz (2005) ที่ทำการทดลองในระบบนิเวศจำลอง พบว่าปูชนิดนี้เลือกที่จะกินหอยท้องถิ่น *Nutricola* spp มากกว่าหอยต่างถิ่น *Gemma gemma* (หอยสองชนิดเป็นคู่แข่งด้านทรัพยากรอาหาร) ดังนั้น จึงทำให้ ทำให้ประชากรของหอย *G. gemma* ซึ่งเป็นสัตว์ต่างถิ่นอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ความสามารถในการกินอาหารธรรมชาติ ของกุ้งขาวแปซิฟิค และความคาบเกี่ยวของอาหารกับกุ้งพื้นเมือง

กุ้งขาวแปซิฟิคสามารถกินอาหารประเภทเดียวกับกุ้งแชบ๊วย และกินอาหารในสัดส่วนที่คล้ายกันมาก จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่ากุ้งขาวแปซิฟิค ใช้ทรัพยากรอาหารร่วมกับกุ้งแชบ๊วยที่อยู่ในธรรมชาติ การศึกษาในครั้งนี้ให้ผลในทิศทางเดียวกับ ข้อมูลที่รายงานใน สุชนา ชวนิชย์และคณะ (2551) และ Panutrakul et al. (2010) ที่พบว่ากุ้งขาวแปซิฟิคสามารถกินอาหารประเภทที่พบอยู่ในธรรมชาติของแม่น้ำบางปะกงได้ และกินอาหารได้ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับกุ้งธรรมชาติหลายชนิดรวมถึงกุ้งแชบ๊วยด้วย

อย่างไรก็ตามประเภทและสัดส่วนของอาหารที่พบในการศึกษาก่อนหน้านี้ ค่อนข้างจะแตกต่างกับ ประเภทและสัดส่วนของอาหารที่พบในการศึกษาในครั้งนี้ โดยการศึกษาของสุชนา ชวนิชย์และคณะ (2551) พบอาหารจากกระเพาะอาหาร 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ แพลงก์ตอนพืช รยางค์ของสัตว์ประเภทกุ้งหรือปู อาหารที่จำแนกประเภทไม่ได้และอื่นๆ (เช่น ใบหญ้า เปลือกหอยสองฝาขนาดเล็ก เป็นต้น) (รูปที่ 5.1) ทั้งนี้ อาหารส่วนใหญ่ที่ยังไม่สามารถจำแนกประเภทได้ เนื่องมาจากอาหารส่วนนั้นถูกย่อยจนมีขนาดเล็กมาก นอกจากนี้ยังพบแพลงก์ตอนพืช รยางค์ของครัสเตเซีย และเศษพืช ในสัดส่วนที่สูง คิดเป็น 12.2% ถึง 20.2% ในขณะที่การศึกษาในครั้งนี้พบว่าชิ้นเนื้อ (จากอาหารกลุ่มที่หลากหลาย รวมถึงไส้เดือนทะเล) เป็นอาหารกลุ่มหลัก (ซึ่งในกรณีของการศึกษาก่อนหน้านี้อาจรวมอยู่ใน digested matter) แต่พบแพลงก์

ตอนพืช เศษพืช และรยางค์ของครัสเตเซียในสัดส่วนที่ค่อนข้างน้อย (น้อยกว่า 5% สำหรับรยางค์ครัสเตเซีย และน้อยกว่า 1% สำหรับแพลงก์ตอนพืช) นอกจากนี้ยังพบเศษพืชในกระเพาะอาหารของกุ้งเพียงไม่กี่ตัว (คิดเป็นสัดส่วน 10-20% ของกระเพาะอาหารกุ้งที่ทำการวิเคราะห์)



รูปที่ 5.1 องค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะของกุ้งขาวแปซิฟิค และกุ้งแชบ๊วยที่จับได้จากแม่น้ำบางปะกง (สุชนา ชวนิชย์ และคณะ 2551)

ความแตกต่างของข้อมูลทั้งสองชุด น่าจะเป็นผลมาจากแหล่งการจับของกุ้ง (ปากแม่น้ำบางปะกง และทะเลเปิด) วัยของกุ้งที่ใช้ในการวิเคราะห์ (วัยรุ่น และตัวเต็มวัย) และวิธีการประเมินสัดส่วนอาหารในกระเพาะอาหารที่แตกต่างกัน

การแก่งแย่งทรัพยากรอาหารในตู้กระจก

ผลการทดลองบ่งชี้ว่า กุ้งขาวแปซิฟิคได้เปรียบกุ้งแชบ๊วย ในด้านการแก่งแย่งอาหารอย่างน้อยใน 2 ด้านคือ (1) กุ้งขาวแปซิฟิคมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งแชบ๊วยในทุกๆ การทดลอง แม้ว่าจะเป็นการทดลองที่อยู่ร่วมกับกุ้งแชบ๊วย หรือกรณีที่อยู่ในระดับความหนาแน่นที่สูงขึ้น (กุ้งขาวล้วน 4 ตัว หรือ กุ้งขาวร่วมกับแชบ๊วยทั้งหมด 6 ตัว) และ (2) กุ้งขาวแปซิฟิคอาจมีข้อได้เปรียบเมื่ออยู่กับกุ้งแชบ๊วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีกุ้งแชบ๊วยในสัดส่วนที่มากกว่าเนื่องจากลดการแก่งแย่งจากพวกเดียวกันเอง

ความได้เปรียบเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตน่าจะมีผลต่อการเข้าถึงอาหาร โดยสัตว์ที่ตัวใหญ่กว่า จะสามารถเข้าถึงอาหารได้ดีกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็ก (Moss and Moss 2006) Moss and Moss (2006) พบว่ากุ้งขาวแปซิฟิค ขนาดใหญ่ (57±4.9 กรัม และ 44.0±1.6 กรัม สำหรับตัวเมีย และตัวผู้ตามลำดับ) มีจำนวนครั้งของการกินอาหารมากกว่า และใช้เวลากินอาหารนานกว่า กุ้งที่มีขนาดเล็ก (40.3±4.1 และ 33.4±1.6 กรัมสำหรับตัวเมีย และตัวผู้ตามลำดับ)

นอกจากนี้กุ้งขาวแปซิฟิคที่โตกว่า อาจมีพฤติกรรมที่ขัดขวางการเข้าถึงอาหารได้ของสัตว์ตัวอื่น แม้ว่าจะมีอาหารเหลือเฟือ การแข่งขันลักษณะนี้เรียกว่า interference interaction ตัวอย่างการเกิดปฏิสัมพันธ์ลักษณะนี้ เกิดขึ้นได้ในสัตว์หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นปลา (Cooper 2009) หรือกุ้ง (เช่น Dennenmoser and Martin Thiel 2006) Cooper (2009) ศึกษา

ปฏิสัมพันธ์ของปลา 2 ชนิด (ปลานิล และปลากระดี่หม้อ) ในห้องปฏิบัติ และพบว่าปลากระดี่มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง เมื่อมีปลานิลขนาดใหญ่ (สายพันธุ์ที่พัฒนาเพื่อให้มีขนาดใหญ่) ในขณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตในกรณีที่อยู่ร่วมกับปลานิลสายพันธุ์ที่พบทั่วไปในธรรมชาติ ซึ่งกลไกที่ทำให้มีความแตกต่างนี้คือปลานิล มีพฤติกรรมการขัดขวางการเข้าถึงทรัพยากรอาหารของปลากระดี่ โดยปลานิลมีลักษณะเป็น dominant species คิดเป็น 67.7% ของการทดลองที่มีปลา 2 ชนิดอยู่ร่วมกัน ในกรณีของกุ้ง rock shrimp (*Rhynchocinetes typus)* ก็สามารถพบปฏิสัมพันธ์ที่กุ้งบางลักษณะ (กรณีนี้คือขนาดใหญ่ และมีลักษณะก้ามที่แตกต่าง) มีพฤติกรรมข่ม (dominance) กุ้งลักษณะอื่น ไม่ว่าจะเป็นการเข้าถึงอาหาร หรือคู่ผสมพันธุ์

สัตว์ประเภทกุ้งปูบางครั้งจะมีพฤติกรรมปกป้องทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นอาหาร (e.g., Panutrakul et al. 2007) หรือ เป็นแหล่งหลบซ่อน (Rossong et al. 2006) ผู้แก่งแย่งทรัพยากรได้ดีจะมีโอกาสอยู่รอดได้ดี การแก่งแย่งทรัพยากรอาจเป็นไปได้ในรูปของความสามารถในการใช้ทรัพยากรได้มากและเร็ว (exploitative competition; Byers, 2000) หรือ มีพฤติกรรมที่ขัดขวางการใช้ทรัพยกรของสัตว์ชนิดอื่น (interference competition)

ผลการศึกษาที่ได้ในการศึกษาในครั้งนี้ สามารถยืนยันผลกระทบจากพฤติกรรมที่สังเกตได้จากการศึกษาของสุชนา ชวนิชย์ และคณะ (2551) ที่พบว่ากุ้งขาวแปซิฟิคสามารถเข้าถึงอาหาร และกินอาหารได้เร็วกว่ากุ้งท้องถิ่นหลายชนิด รวมถึงกุ้งแชบ๊วย (กุ้งขาวแปซิฟิค ใช้เวลาเข้าถึงอาหารประมาณ 70 วินาที ซึ่งเร็วกว่ากุ้งชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ) นอกจากนี้กุ้งขาวแปซิฟิคยังมีลักษณะนิสัยที่กินอาหารโดยไม่เลือกชนิด และจะกินเนื้อของกุ้งที่พบก่อนเป็นอาหาร นอกจากนี้กุ้งขาวแปซิฟิคยังใช้เวลาในการกินอาหารน้อยที่สุดคือประมาณ 50 นาที ต่ออาหาร 0.1 กรัม ในขณะที่กุ้งชนิดอื่นใช้เวลาประมาณ 80 – 140 นาที

นอกจากข้อได้เปรียบอันเกิดจากธรรมชาติของกุ้งขาวแปซิฟิคเองแล้ว กุ้งแชบ๊วยก็อาจมีธรรมชาติที่ลดความได้เปรียบของการแข่งขัน นั่นคือความหนาแน่นของกุ้ง น่าจะมีผลต่อกุ้งแชบ๊วย มากกว่ากุ้งขาวแปซิฟิค ข้อมูลจากการศึกษานี้ แสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยมีแนวโน้มลดลง ในการทดลองที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกุ้งชนิดเดียวกัน หรือเมื่อมีกุ้งขาวอยู่ร่วมด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดลองที่มีการอยู่ร่วมกับกุ้งขาวในอัตราส่วน 3 ต่อ 3

สัดส่วนของกุ้งขาวแปซิฟิค ต่อกุ้งแชบ๊วยที่ดูเหมือนจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยมากที่สุด คือ เมื่ออยู่ร่วมกับกุ้งขาวแปซิฟิคในอัตราส่วนที่สูงของกุ้งทั้งสองชนิด (3 ต่อ 3) และในอัตราส่วน กุ้งแชบ๊วย 3 ตัว ต่อ กุ้งขาวแปซิฟิค 1 ตัว ซึ่งสัดส่วนหลังน่าจะเป็นอัตราส่วนที่ใกล้กับสถานการณ์ทีเป็นอยู่ในธรรมชาติในปัจจุบัน (ผลการศึกษาของสุวรรณา ภาณุตระกูลและคณะ โครงการชุดนี้ พบอัตราส่วนในเครื่องมือประมง ประมาณ 95 ต่อ 5 หรือน้อยกว่านั้น)

ข้อสรุปสำหรับการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศน์ของกุ้งขาวแปซิฟิค

กุ้งขาวแปซิฟิค มีโอกาสที่จะตั้งประชากรได้สูง และอาจส่งผลกระทบในเชิงลบ ถ้าพิจารณาจากการปรากฏของกุ้งแปซิฟิคในธรรมชาติ (สุวรรณา ภาณุตระกูล 2554) ปัจจัยการล่า

ของผู้ล่า และความสามารถในการแข่งขันด้านทรัพยากรอาหารกับกุ้งท้องถิ่น โดยการถูกล่าไม่น่าจะเป็นอุปสรรคหลักในอยู่รอด และเพิ่มจำนวนของประชากรของกุ้งขาวแปซิฟิคที่จะตั้งประชากรในธรรมชาติ เนื่องจากกุ้งชนิดนี้มีความสามารถในการหลบเลี่ยงการล่า ในระดับที่ใกล้เคียงกับกุ้งท้องถิ่นที่มีลักษณะการดำรงชีวิตคล้ายกับกุ้งขาวแปซิฟิค

นอกจากนี้ กุ้งชนิดนี้ยังมีความสามารถในการกินอาหารธรรมชาติได้คล้ายกับกุ้งแชบ๊วย และอาจมีข้อได้เปรียบในการแข่งขันด้านอาหาร เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากุ้งแชบ๊วย และได้รับผลกระทบจากการอยู่อย่างหนาแน่น (ไม่ว่าจะเป็นชนิดเดียวกันเองหรือกับชนิดอื่น) น้อยกว่ากุ้งแชบ๊วย ซึ่งข้อมูลในโครงการนี้ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้านการเพิ่มขึ้นของปริมาณกุ้งขาวแปซิฟิคในแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง และ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย. 2545. เอกสารประกอบการสัมมนา A National Workshop on Exotic Species Use in Aquaculture. กรมประมง และ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย. 24 กันยายน 2545.

จุฬ สินชัยพานิช. 2539. ไปฟังเขาประชุม เรื่องเอเลี่ยนสปีชีส์ (Alien Species) ในประเทศไทย (What did they talk about in the conference on Alien Species in Thailand). วารสารการประมง 49(5) : 436-449.

สุชนา ชวนิชย์ วรณพ วิยกาญจน์ วันศุกร์ เสนานาญ และสุวรรณา ภาณุตระกูล. 2551. ผลกระทบเชิงนิเวศของการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ต่อสัตว์ประเภทกุ้งและปู บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง. หน้า 139-153,ใน สุวรรณา ภาณุตระกูล และ วันศุกร์ เสนานาญ (บรรณาธิการ). แนวทางการจัดการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในระบบนิเวศลุ่มน้ำบางปะกง และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

Coen, LD, Keck Jr, KL, Abell, LG. 1981. Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. Ecology 62: 1484 – 1493.

Cooper A. 2009. The ones that got away: Resource overlap and competition between a non-native fish (Oreochromis niloticus) and Thai native species, and implications for ecological risk assessment. Ph.D. Dissertation, University of Minnesota, St. Paul, MN, USA. http://conservancy.umn.edu/handle/49165. Accessed 16 November 2010.

Cross, R.E. and A.E. Stiven. 1999. Size-dependent interactions in salt marsh fish (Fundulus heteroclitus Linnaeus) and shrimp (Palaemonetes pugio Holthuis). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 242: 179–199

Davis, JLD, Metcalfe, WJ, Hines, AH. 2003. Implications of a fluctuating fish predator guild on behavior, distribution, and the abundance of a shared prey species: the grass shrimp Palaemonetes pugio. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 293: 23 – 40.

De Silva SS. 1989. Exotics – global perspective with special reference to finfish introduction to Asia. Pages 1-6, in S.S. De Silva (ed.) Exotic Aquatic Organisms in Asia. Proceedings of the Workshop on Introduction of Exotic Aquatic Organisms in Asia. Asian Fisheries Society Special Publication 3, 154 pp. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

Grosholz, E.D. 2005. Recent biological invasion may hasten invasional meltdown by accelerating historical introductions. PNAS 102: 1088 –1091.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of freshwater stickleback (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology, 19*, 36-58.

Marte, C.I. 1980. The food and feeding habitats of Penaeus monodon Fabricius collected from Mekato River, Aklan, Philippines (Decapoda: Natantia). Crustaceana 38: 225-236.

McMahon, R.F. 2002. Evolutionary and physiological adaptations of aquatic invasive animals: r selection versus resistance. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59: 1235-1244

Miller LM, Kapuscinski AR, Senanan W. 2004. A Biosafety approach risks posed by aquaculture escapees. In: MV Gupta, DM Bartley and BO Acosta. Use of Genetically Improved and Alien Species for Aquacultlure and Conservation of Aquatic Biodiversity in Africa. Penang, Malaysia: WorldFish Center. Pages 56-65.

Moss, D.R. and Moss, S.M. 2006. Effects of gender and size on feed acquisition in the Pacific White Shrimp Litopenaeus vannamei. Journal of the World Aquaculture Society 37: 161-167.

Moyle, P.B. and Theo Light. 1996. Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. Biological Conservation 78: 149-161.

Naylor RL, Williams SL, Strong DR. 2001. Aquaculture – A gateway for exotic species. Science 294: 1655-1656.

O'Neill, Jr., C.R., 1997. Economic Impact of Zebra Mussels -- Results of the 1995 National Zebra Mussel Information Clearinghouse Study, New York Sea Grant Institute.

Panutrakul, S. Senanan, W., Chavanich, S., Tangkrock-Olan, N., Viyakran, V. 2010. Potential Survival of Pacific Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Their Ability to Compete for Food with Local Marine Shrimp Species in the Bangpakong River, Thailand. Paper present at International Conference on Managing the Coastal Land –Water Interface in Tropical Delta Systems. DELTA 2007. 07-09 November 2007. Bang Sean, Thailand.

Rossong MA, Williams PJ, Comeau M, Mitchell SC, Apaloo J. 2006. Agonistic interactions between the invasive green crab, *Carcinus maenas* (Linnaeus) and juvenile American lobster, *Homarus americanus* (Milne Edwards). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 329: 281-288.

Senanan, W., Panutrakul, S.; Barnette, P.; Mantachitr, V.; Chavanich, S.; Kapuscinski, A.R.; Tangkrock-olan, N.; Intacharoen, P.; Viyakarn, V.; Wongwiwatanawute, C.; Padetpai, K. 2010. Methodology for Ecological Risk Assessment of Aquatic Alien Species: a Case Study of Pacific Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus*

vannamei) Aquaculture in the Bangpakong Estuary, Thailand. Paper presented at Delta2007, November 7-9, 2007.

Senanan, W., Tangkrock-Olan N, Panutrakul S, Barnette P, Wongwiwatanawute C, Niphonkit N, Anderson DJ. 2007. The presence of the Pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) in the wild in Thailand. Journal of Shellfish Research 26: 1187-1192

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2002. 2001 Annual report from the Gulf of Mexico Regional Panel.

Williams, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (crustacea: decapoda: portunidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 52, 103-113.

With, K.A. 2002. The landscape ecology of invasive spread. Conservation Biology 16: 1192-1203.