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

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของอาหารต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และการเจริญพันธุ์ของกุ้งการ์ตูน(*Hymenocera picta*)

ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง

Effect of foods on growth, survival and maturation of the captive bred harlequin shrimp

(Hymenocera picta)

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ปีที่1

การยอมรับอาหารทดแทนดาวแดงของกุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta,* Dana, 1852) ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง

The acceptability of alternative foods to *Linckia multiflora* of the captive bred

harlequin shrimp, *Hymenocera picta,* Dana, 1852

ภายใต้แผนงานวิจัยเรื่อง

การพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลสวยงาม (กุ้งการ์ตูน, *Hymenocera picta*) เพื่อการอนุรักษ์

และการผลิตเชิงพาณิชย์

Development of propagation and culture techniques of the Harlequin shrimp

(*Hymenocera picta*) for conservation and commercial production

เริ่มบริการ
23 พ.ค. 2555

นางสาวจารุนันท์ ประทุมยศ

นายวรเทพ มุธุวรรณ

BU 0143194
25 มี.ค. 2555
301460

นายณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน

นางสาววิรชา เจริญดี

นางสาววิไลวรรณ พวงสันเทียะ

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

อภินันทนาการ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผ่านงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยบูรพาประจำปี 2554 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างมาก ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรของสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

การยอมรับอาหารทดแทนดาวแดงของกุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta,* Dana, 1852) ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง

จารุนันท์ ประทุมยศ* วรเทพ มุธุวรรณ* ณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน* วิรชา เจริญดี และ วิไลวรรณ พวงสันเทียะ*

บทคัดย่อ

กุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*, Dana 1852) เป็นกุ้งทะเลที่มีสีสันสวยงามขนาดเล็ก มีมูลค่าในการซื้อขายสูง อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งการ์ตูนโดยทั่วไปคือดาวแดงซึ่งเป็นข้อจำกัดของการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนด้วยดาวแดงอย่างเดียวเพราะดาวแดงมีราคาแพง ต้องหามาได้ในปริมาณมากตลอดปี ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาอาหารชนิดอื่นเพื่อใช้ทดแทนดาวแดงและศึกษาพฤติกรรมของกุ้งการ์ตูนในการยอมรับอาหารแต่ละชนิด

ชนิดอาหารที่ทดลองคือ ดาวแดง (*Linkia multiflora*) ดาวทราย (*Astropecten* sp.) ดาวแสงอาทิตย์ (*Luidia maculate*) ดาวหมอนปักเข็มหมุด (*Culcita novaeguineae*) และ ปลิงทะเล (*Holothuria leucospilota*) ทำการอดอาหารกุ้งการ์ตูนอายุ 2 เดือน จำนวน 15 ตัว เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการทดลองในตู้ทดลองขนาด 25 × 30 × 25 ซม หลังจากกุ้งการ์ตูนปรับตัวครึ่งชั่วโมงในตู้ทดลองแล้วจึงใส่อาหารแต่ละชนิดลงตู้ในอัตราส่วนกุ้งการ์ตูน:อาหาร 1:1 ทำการบันทึกเวลาและพฤติกรรมกุ้งการ์ตูนด้วยกล้องดิจิตอลและกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว ผลการทดลองพบว่ากุ้งการ์ตูนยอมรับเฉพาะดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงเป็นอาหาร กุ้งการ์ตูนยอมรับดาวทรายเป็นอาหารเร็วที่สุดและแตกต่างจากการยอมรับดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) พฤติกรรมการยอมรับดาวทรายเป็นอาหารของกุ้งการ์ตูนคือกุ้งการ์ตูนล่าดาวทรายอย่างรวดเร็วในครั้งแรกที่เจอดาวทรายและเกาะบนตัวดาวทรายตลอดเวลาก่อนที่จะพลิกให้หงายท้อง พฤติกรรมการยอมรับดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงของกุ้งการ์ตูนคือการเดินสำรวจบนขาของดาวทั้งสองชนิดก่อนที่จะกินเป็นอาหาร แสดงว่าพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนเกี่ยวข้องกับการมองเห็นเหยื่อและการได้รับสัมผัสสารเคมีที่มีในน้ำจากดาวทะเล

จากการศึกษาสรุปได้ว่าดาวทรายและดาวแสงอาทิตย์สามารถนำมาเป็นอาหารทดแทนดาวแดงได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในระยะยาวถึงผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนด้วยอาหารทดแทนเหล่านี้ต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการรอดตายของกุ้งการ์ตูน

---

* สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

The acceptability of alternative foods to *Linckia multiflora* of the captive bred harlequin shrimp, *Hymenocera picta*, Dana 1852

Jarunan Pratoomyot*, Vorathep Muthuwan*, Nattawut Luangoon*, Wiracha Charoendee
Wilaiwan Phuangsanthia*

Abstract

The colourful harlequin shrimp, *Hymenocera picta*, Dana 1852 is an attractive marine ornamental species that is popular with fish hobbyists. These are commonly fed on a diet of Linckia starfish, *Linckia multiflora.* The high price of starfish and difficulties in sourcing a ready supply throughout the year, however, represent limitations to their use as the sole diet within commercial scale production. There is, therefore, a need to identify alternative foods and to observe the feeding behaviour of shrimp as they are presented with alternative feed items.

A feed trial was set-up whereby the feeding responses of *H. picta* to *Linkia multiflora*, *Astropecten* sp., *Luidia maculata*, *Culcita novaeguineae* and *Holothuria leucospilota* as experimental feeds, were evaluated. A total of 15, two-month old harlequin shrimp were starved for one week prior to starting the feeding trial. All the harlequin shrimps had been placed individually in a 25 × 30 × 25 cm tank and acclimatised for 30 min prior to place the experimental diet in the tank, at a ratio of 1:1. The time taken by individual shrimp to attack each feed item and their interactive behaviour was determined and recorded using a digital camera set-up. The shrimp were observed to prey upon the *Astropecten* sp., *Luidia maculata* and *L. multiflora* species only. The shrimp readily attacked the species of *Astropecten* sp. and in manner that was significantly different ($P<0.05$) from the way in which they preyed upon *L. multiflora* and *L. maculata.* The observed feeding behaviours included, shrimp quickly searching after the *Astropecten* sp, standing on the back of it and flipping it over prior to eating the starfish. Another commonly observed feeding behavior on the other two starfish included careful assessment on the starfish before the shrimp selected a particular leg to feed. These indicated that food searching behavior of the harlequin shrimp was involved both visual and chemical cues.

In conclusion, *Astropecten* and *L. maculata* appear to represent favourable alternative *H. picta* feed items to the use of *L. multiflora.* Long term investigation on the effect of feeding these alternative food items on the growth, reproduction and survival of *H. picta*, however, should be considered.

* Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi, THAILAND 20131

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ชื่อเรื่องการวิจัย	i
	กิตติกรรมประกาศ	ii
	บทคัดย่อภาษาไทย	iii
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iv
	สารบัญ	v
	สารบัญภาพ	vi
	สารบัญตาราง	vii
	สารบัญภาคผนวก	viii
1	บทนำ	1
2	การทบทวนเอกสาร	3
3	วิธีการดำเนินการทดลอง	9
4	ผลการทดลอง	14
5	สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	24
	ข้อเสนอแนะ	28
	เอกสารอ้างอิง	29
	ภาคผนวก	35

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	กุ้งการ์ตูน *Hymenocera picta*	4
ภาพที่ 3.1	ดาวแดง, *Linkia multiflora*	9
ภาพที่ 3.2	ดาวทราย, *Astropecten* sp.	9
ภาพที่ 3.3	ดาวแสงอาทิตย์, *L. maculata*	9
ภาพที่ 3.4	ดาวหมอนปักเข็มหมุด, *C. novaeguineae*	10
ภาพที่ 3.5	ปลิงดำ, *H. leucospilota*	10
ภาพที่ 3.6	ทดลองที่ต่อเชื่อมกับระบบกรองภายนอกที่มีการหมุนเวียนน้ำ24 ชั่วโมง	11
ภาพที่ 3.7	กุ้งการ์ตูนที่ใช้ในการทดลอง	11
ภาพที่ 3.8	กุ้งการ์ตูนที่ถูกกักบริเวณด้วยแผ่นอคริลิคเพื่อปรับตัวก่อนการทดลอง	13
ภาพที่ 4.1	แสดงระยะเวลาที่กุ้งการ์ตูนเริ่มกินอาหารทดลองชนิดต่างๆ	15
ภาพที่ 4.2	กุ้งการ์ตูนที่กินอาหารทดลอง	16
ภาพที่ 4.3	กุ้งการ์ตูนกินขาของดาวแดง	17
ภาพที่ 4.4	กุ้งการ์ตูนกินส่วนขาของดาวแดงที่ถูกตัดออกจากส่วนลำตัว	17
ภาพที่ 4.5	กุ้งการ์ตูนและดาวทรายเมื่อเริ่มทดลอง	18
ภาพที่ 4.6	กุ้งการ์ตูนพลิกดาวทรายให้หงายท้อง	19
ภาพที่ 4.7	ดาวทรายที่ถูกกุ้งการ์ตูนกินในลักษณะต่างๆ	20
ภาพที่ 4.8	พฤติกรรมการกินดาวแสงอาทิตย์ของกุ้งการ์ตูน	21
ภาพที่ 4.9	กุ้งการ์ตูนเดินบริเวณส่วนปลายขาดาวแสงอาทิตย์	21
ภาพที่ 4.10	กุ้งการ์ตูนกินส่วนขาของดาวแสงอาทิตย์	22
ภาพที่ 4.11	กุ้งการ์ตูนกินขาดาวแสงอาทิตย์ส่วนที่ขาด	22
ภาพที่ 4.12	พฤติกรรมกุ้งการ์ตูนที่เดินผ่านดาวหมอนปักเข็มหมุดและปลิงทะเล	23

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนกุ้งการ์ตูนเริ่มกินอาหารทดลองชนิดต่างๆภายในระยะเวลาต่างกัน 15

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1	36
ตารางภาคผนวกที่ 2	37

บทที่ 1 บทนำ

ธุรกิจการค้าสัตว์ทะเลสวยงาม มีมูลค่าการซื้อขายทั่วโลกสูงมาก กลุ่มประเทศยุโรป (European Union) เป็นแหล่งตลาดปลาสวยงามแหล่งใหญ่ของโลก ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการนำเข้าปลาสวยงามมากที่สุดในโลก มูลค่าการซื้อขายปลาสวยงามและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประมาณ 278 ล้านเหรียญสหรัฐ (Livengood and Chapman, 2011อ้างอิงข้อมูล FAO ปี 1996-2005) ซึ่งมูลค่าการซื้อขายสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มกุ้ง กั้ง ปู (Decapods) ซึ่งส่วนใหญ่จับมาจากธรรมชาติที่มีการค้ากันทั่วโลกมีจำนวนมากถึง 128 ชนิด (Calado *et. al.*, 2003) และมูลค่าการซื้อขายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ในปี ค.ศ. 2005 มีรายงานการจับกุ้งทะเลสวยงามเพื่อการค้ามากกว่า 500,000 ตัวในรัฐฟลอริดา (Rhyne *et. al.*, 2007) กุ้งการ์ตูนที่ซื้อขายกันในตลาดสัตว์ทะเลสวยงามราคาคู่ละ 800-1500 บาท (Thailux 2551, อุราณี 2552) จากความนิยมในการเลี้ยงสัตว์ทะเลสวยงามที่เพิ่มขึ้นทำให้ประชากรกุ้งการ์ตูนในธรรมชาติลดลงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาทางทะเล ดังนั้นนักวิจัยได้พยายามศึกษาวิธีการเพาะขยายพันธุ์กุ้งการ์ตูนด้วยวิธีการต่างๆให้ประสพผลสำเร็จเพื่อส่งเสริมให้เป็นการเพาะเลี้ยงในระดับเชิงพาณิชย์

จากการพยามยามเพาะพันธุ์กุ้งการ์ตูนกันแพร่หลาย เช่น โครงการ CTSA (Sean, 2010) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานการประสพผลำเร็จในการเพาะพันธุ์กุ้งการ์ตูนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 แต่ยังมีอัตราการรอดตายต่ำ (อุราณี 2552) การเลี้ยงกุ้งการ์ตูนมีข้อจำกัดในเรื่องของชนิดอาหารที่กุ้งการ์ตูนกิน กุ้งการ์ตูนกินดาวทะเลมีชีวิตโดยเฉพาะดาวแดง *Linckia* spp. (Calfo and Fenner, 2003) ในการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนในที่กักขัง การจัดหาซื้อดาวทะเลชนิดนี้เพื่อนำมาเลี้ยงกุ้งการ์ตูนในปริมาณมากตลอดปีและต้องมีคุณค่าทางอาหารเพียงพอกับความต้องการของกุ้งการ์ตูนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเพาะขยายพันธุ์ซึ่งอาจเป็นปัจจัยจำกัดในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงได้ นอกจากนี้การจับดาวทะเลเหล่านี้จากธรรมชาติอย่างต่อเนื่องเป็นเรื่องที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาอย่างมาก ถึงแม้มีรายงานว่ากุ้งการ์ตูนกินสัตว์ในกลุ่ม Echinoderms ชนิดอื่นเป็นอาหารด้วยบ้าง (Sean, 2010) แต่ยังไม่มีรายงานการทดลองการให้กุ้งการ์ตูนกินอาหารชนิดอื่นๆที่หาได้ง่ายในประเทศไทยทดแทนดาวแดง ดังนั้น การทดลองหาอาหารชนิดอื่นเพื่อให้กุ้งการ์ตูนกินในปริมาณต่างกันอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งการ์ตูนไปสู่ระดับเชิงพาณิชย์ได้

ในรายงานการวิจัยครั้งนี้เป็นรายงานการวิจัยปีแรกของโครงการวิจัยต่อเนื่อง 2 ปี เป็นการศึกษาพฤติกรรมกุ้งการ์ตูนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในการยอมรับอาหาร 4 ชนิดเพื่อใช้ทดแทนดาวแดง ผลจากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลนำไปใช้ในการวิจัยปีที่ 2 ศึกษาถึงผลกระทบของการให้กุ้งการ์ตูนกินอาหาร

ทดแทนเหล่านี้ต่อการเจริญเติบโต ความสมบูรณ์เพศ และการขยายพันธุ์ ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้สาด้ามารถนำไปพัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนทั้งในด้านการเลี้ยงและการผลิตพ่อ-แม่พันธุ์ในที่กักขังได้

วัตถุประสงค์ของการทดลอง (ปีที่1)

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยหลักคือเพื่อศึกษาถึงชนิดของอาหารทดแทนที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเพื่อใช้ทดแทนดาวแดงซึ่งเป็นอาหารที่ใช้ทั่วไปในการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนและมีวัตถุประสงค์ย่อยในการศึกษาคือการศึกษาพฤติกรรมการยอมรับอาหารแต่ละชนิดของกุ้งการ์ตูน

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาวิจัยการยอมรับอาหารของกุ้งการ์ตูนต่ออาหาร 4 ชนิด ได้แก่ ดาวทราย (*Astropecten* sp.) ดาวแสงอาทิตย์ (*Luidia maculata*) ดาวหมอนปักเข็มหมุด (*Culcita novaeguineae*) และปลิงทะเล (*Holothuria leucospilota*) เปรียบเทียบกับดาวแดง (*Linkia multiflora*) ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติของกุ้งการ์ตูน โดยให้กุ้งกินอาหารมีชีวิตทั้งตัวและสัดส่วนของกุ้งการ์ตูนต่อชนิดอาหารคือ 1:1 ทดลองในกุ้งการ์ตูนหลังลงเกาะวัสดุมีลักษณะเหมือนพ่อแม่ อายุประมาณ 2 เดือน บันทึกระยะเวลาและพฤติกรรมของกุ้งการ์ตูนด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว กล้องถ่ายภาพนิ่งด้วยกล้องระบบดิจิตอล รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมด้วยตาเปล่า

สมมติฐานการวิจัย

กุ้งการ์ตูนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีพฤติกรรมยอมรับอาหารทดลองไม่แตกต่างจากการยอมรับดาวแดงเป็นอาหาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงกุ้งการ์ตูน นำไปสู่การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งการ์ตูน
2. เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ บทความทางวิชาการ สื่ออิเลกทรอนิกส์ (website)

บทที่ 2 การทบทวนเอกสาร

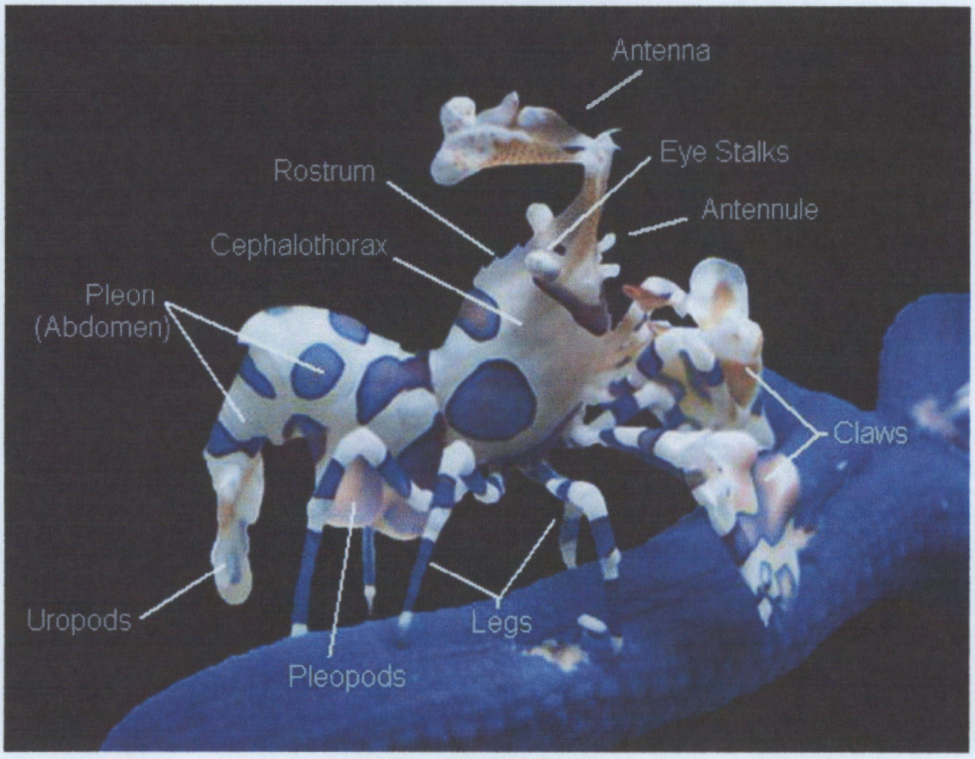
อนุกรมวิธานกุ้งการ์ตูน (ชื่อสามัญ Harlequin shrimp (USA) หรือ Painted harlequin shrimp (UK))

Kingdom: Animalia
Phylum: Arthrophoda
Subphylum: Crustacea
Class: Malacostraca
Order: Decapoda
Infraorder: Caridea
Family: Hymenoceridae, (Gnathophyllidae)
Genus: *Hymenocera*
Species: *picta* (Dana, 1852)

แหล่งที่มา Sewell (2007); Sealifebase, http://www.sealifebase.org)

กุ้งการ์ตูน (*Hymenocera picta*, Dana, 1852) เป็นกุ้งทะเลที่มีสีสันสวยงามขนาดเล็ก เป็นที่นิยมของนักเลี้ยงปลาตู้เป็นงานอดิเรก ลำตัวสีขาว มีลวดลายสวยงามแตกต่างกันในแต่ละถิ่นอาศัย พบได้ในบริเวณที่มีระดับน้ำลึก 1-30 เมตร (Fielder, 2002) กุ้งการ์ตูนอาศัยในมหาสมุทร Indo-West Pacific มีพื้นลำตัวสีขาว มีลายจุดแต้มโทนสีฟ้าหรือสีน้ำเงินบริเวณขอบด้านนอก และกุ้งการ์ตูนที่อาศัยในมหาสมุทร Central-Eastern Pacific มีพื้นลำตัวสีขาว มีลายจุดแต้มโทนสีม่วงหรือสีม่วงอมแดง ทั้งสองชนิดจะมีสีเหลือง สีเหลืองอมส้มหรือสีน้ำตาลอยู่ภายในลายจุด บริเวณส่วนหัวและก้ามมีลวดลายสีน้ำเงิน สีขาว สีเหลือง และสีน้ำตาล กุ้งการ์ตูนมีลำตัวสั้นและกว้าง ส่วนหัวประกอบด้วย carapace มีกรีเล็กและยื่นไปไม่ยาวกว่าตา มี antennules antennae maxilliped ซึ่งเป็นอวัยวะช่วยในการรับรู้สัมผัสสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีขาเดินทั้งหมด 5 คู่ (Pereiopod) ขาเดิน 2 คู่แรกเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เป็นอวัยวะสำหรับคุ้ยจับกินอาหารหรือตะล่อมอาหาร โดยกุ้งการ์ตูนใช้ขาเดินคู่ที่ 1 เจาะผิวหนังชั้นนอกของดาวทะเลโดยการแกะทีละน้อยจนกระทั่งเป็นรอยแผลเปิดขนาดใหญ่ จากนั้นกุ้งการ์ตูนจะเปลี่ยนมาใช้ขาเดินคู่ที่2 ที่ปลายขามีลักษณะคล้ายก้ามปู (claws) ตัดหรือคีบอาหาร นอกจากนี้ ขาเดินคู่ที่ 2 ยังสามารถใช้เป็นอาวุธสำหรับต่อสู้ป้องกันตัวเองด้วย ส่วนขาเดินที่เหลือจำนวน 3 คู่ มีความยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ใช้ในการเคลื่อนที่ ในกุ้งเพศเมียยังมีอวัยวะสำหรับให้ไข่ที่วางบริเวณหน้าท้องมาเกาะติดเพื่อฟักตัวด้วย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง กรมประมง 2552; www.chucksaddiction.com/harlequinshrimp.htmlว Calado,2008)

ในธรรมชาติพบกุ้งการ์ตูนอาศัยอยู่ตามโพรงหิน โพรงปะการัง หรือซอกหินที่ค่อนข้างมืดในแนวปะการัง กุ้งการ์ตูนมีพฤติกรรมหวงถิ่นที่อยู่อาศัย ในประเทศไทยพบได้ในทะเลอันดามัน แถบจังหวัดกระบี่ พังงา และ ภูเก็ต เป็นต้น (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง 2552, อุราณี 2552)



ภาพที่ 2.1 กุ้งการ์ตูน *Hymenocera picta* ที่มา www.chucksaddiction.com/harlequinshrimp.html

ในธรรมชาติพบทั้งกุ้งการ์ตูนที่อาศัยแยกอยู่ตัวเดียวหรืออยู่กันเป็นคู่ กุ้งการ์ตูนทั้งสองเพศมีพฤติกรรมก้าวร้าวกับกุ้งการ์ตูนเพศเดียวกัน และเมื่อต่อสู้กันกุ้งการ์ตูนเพศผู้จะสู้จนตาย (Fielder, 2002) พฤติกรรมกุ้งการ์ตูนในธรรมชาติ เมื่อจับคู่แล้วจะอยู่กับคู่ตัวเดิม แต่อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมนี้ของกุ้งการ์ตูนสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่อนำมาเลี้ยงในที่กักขังและถูกสลับเปลี่ยนคู่ โดยกุ้งการ์ตูนจับคู่กับกุ้งตัวใหม่และมีพฤติกรรมในการสืบพันธุ์ตามปกติ โดยไม่มีผลต่อความดกของไข่ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่และจำนวนของลูกกุ้งแรกฟัก (Sean, 2010) หลังการลอกคราบและผสมพันธุ์ กุ้งการ์ตูนเพศเมียวางไข่ครั้งละ 100-5,000 ฟอง ทุกๆ 18-26 วัน ลูกกุ้งการ์ตูนมีพัฒนาการในการเจริญเติบโตทั้งหมด 12 ระยะก่อนลงเกาะวัสดุ (Fielder, 1994) และลูกกุ้งการ์ตูนใช้เวลาในการพัฒนาการจนกระทั่งลงเกาะประมาณ 5-6 สัปดาห์ (Fielder, 1994) หรือ 34-57 วัน (Sean, 2010) จำนวนลูกกุ้งการ์ตูนลงเกาะมากที่สุดเมื่ออายุประมาณ 40-44 วัน ลูกกุ้งการ์ตูนที่เพิ่งลงเกาะ มีลำตัวใส สีเหลืองถึงสีชมพู และยังไม่กินอาหารหลังจากลงเกาะประมาณ 3-4 วัน หลังจากลูกกุ้งลอกคราบประมาณ 1-2 ครั้ง สีบนลำตัวของลูกกุ้งเริ่มปรากฏให้เห็น

เหมือนกุ้งการ์ตูนตัวเต็มวัย และพร้อมที่จะกินดาวทะเลหลังจากลงเกาะ 5 วัน (Fiedler, 1994; Sean, 2010)

อาหารมีชีวิตหลักของกุ้งการ์ตูนคือ Asteroid echinoderms (Class Asteroidea) (Sean, 2010) ใน Phylum Echinodermata ประกอบไปด้วย 5 classes: Crinoids (กลุ่มดาวขนนก); Asteroids (กลุ่มดาวทะเล); Ophiuroids (กลุ่มดาวเปราะ); Echinoids (กลุ่มเม่นทะเล) และ Holothuroids (กลุ่มปลิงทะเล) (The Canadian encyclopedia http://www.thecanadianencyclopedia.com/articles/echinodermata) ดาวทะเลเป็นสัตว์ที่พบเจอได้ง่ายบริเวณทะเลใกล้ชายฝั่ง ดาวทะเลเป็นสัตว์กินเนื้อ เช่น หอย และบางชนิดพบว่ากินดาวทะเล (Wikipedia.org) ชนิดของดาวทะเลที่มีรายงานว่าเป็นอาหารของกุ้งการ์ตูนคือ ดาวทะเล Linckia spp. ดาวมงกุฎหนาม *Acanthaster* spp. ดาวเปราะ (bristle stars) ดาวทะเล *Nardoa* sp. ดาวทะเล *Archaster typicus* ดาวทะเล *Fromia imdica* และดาวทะเลขนาดเล็ก *Asterinai* spp. (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง กรมประมง 2552; Calfo and Fenner, 2003) กุ้งการ์ตูนสามารถกินดาวทะเลที่มีขนาดเล็กและใหญ่กว่าตัวกุ้งการ์ตูนเองได้ โดยกินเนื้อเยื่อของ tube feet (Sewell, 2007) หรือเนื้อเยื่อขาของดาวทะเล (Sprung, 2001) นอกจากนี้ มีรายงานว่ากุ้งการ์ตูนนี้อาจจะกินเม่นทะเลด้วย (sea urchin) โดยกินขาเดินของเม่นขนาดเล็ก (Raabe and Raabe, 2007) โดยสรุปกุ้งการ์ตูนจะเลือกกินอาหารจำเพาะบางชนิดที่มีอยู่ในแนวปะการังโดยเฉพาะดาวทะเลในกลุ่ม Linckia และ Acanthaster (Sean, 2010)

มีรายงานการศึกษากันมาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลามากกว่า 30 ปีจนกระทั่งปัจจุบันถึงพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ เช่น ในปลาเรนโบว์เทร้า (Valentincic and Caprio, 1997; Ari and Correia, 2008) ในปู (Weissburg and Zimmer-faust, 1993; Zimmer-faust *et al*, 1996) หมึก (Archdale and Anraku, 2005) และ กุ้ง (Derby and Atema, 1982; Johnson and Atema, 1986; Lee and Meyers, 1996) เป็นต้น ซึ่งวิธีการกินอาหารของสัตว์แต่ละชนิดแตกต่างกันไป เช่น ในหมึก Japanese pygmy cuttlefish (*Idiosepius paradoxus*) ที่อาศัยในแหล่งหญ้าทะเลกินครัสตาเชียนเป็นอาหาร วิธีการกินอาหารของหมึกแบ่งเป็น 2 ระยะ คือระยะการจู่โจมและระยะการกินอาหาร ซึ่งหมึกตั้งใจในการหาตำแหน่งอาหารก่อนที่จะคว้าจับมากินเป็นอาหาร (Kasugai, 2001) ปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) อาศัยทั้งการมองเห็นและการสื่อสารทางเคมีในการหาอาหาร เมื่อปลาได้รับสื่อทางเคมี ปลามีพฤติกรรมว่ายน้ำกลับตัวและกัดกินอาหาร (Valentincic and Caprio, 1997)

กุ้งทะเลมีพัฒนาการทางสายตาไม่ดี จึงต้องพัฒนากลไกด้านวิธีการรับสัมผัสสารเคมีจากสิ่งแวดล้อม (chemoreceptors) เพื่อชดเชยการใช้สายตาในการดำรงชีพ อย่างไรก็ตาม วิธีการในการหาอาหารของครัสตาเชียนมีวิธีการแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด มีรายงานว่ากุ้งบางชนิดอาศัยทั้งการสื่อสารทางเคมีและการมองเห็นในการกินอาหาร เช่น กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergll*) ระยะ postlarvae อาศัยทั้งการมองเห็นและการรับรู้สารเคมีในการหาตำแหน่งอาหารและการจับอาหาร (Moller,1978) บางชนิดอาศัยเฉพาะการมองเห็นในการรับรู้ถึงแหล่งอาหาร (visual cues) เช่น กุ้ง horned shrimp, *Paracrangon echinata* ใช้วิธีการมองเห็นตัวและการเคลื่อนที่ของเหยื่อในการหาอาหาร (Jensen, 2011) และบางชนิดอาศัยเฉพาะการสื่อสารทางเคมีในสิ่งแวดล้อม (chemical cues) อย่างเดียว (Weissburg and Zimmer-Faust, 1993) ตัวอย่างเช่น juvenile banana prawns (*Penaeus merguiensis*) อาศัยเฉพาะการรับรู้ทางเคมีในการตรวจหาอาหารและแยกแยะว่าสิ่งใดใช่หรือไม่ใช่อาหารโดยไม่ได้อาศัยการมองเห็นช่วยในกระบวนการนี้เลย (Hindley,1975)

การสื่อสารโดยการดมกลิ่นหรือการสูดดม (olfactory) เริ่มต้นจากสารกระตุ้นถูกปล่อยออกมาและสารนั้นละลายอยู่ในแหล่งน้ำจนกระทั่งสัตว์น้ำได้รับรู้ถึงสารเคมีนั้นโดยใช้ chemoreceptors (Weissburg and Zimmer-Faust, 1993) Chemoreceptors เป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตตอบสนองต่อสารเคมี มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการกินอาหาร การผสมพันธุ์ และการป้องกันตัวจากศัตรู (Glynn, 1980) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรับสัมผัสสารเคมีในสิ่งแวดล้อมของสัตว์น้ำทำให้เข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อกระบวนการกินอาหารในสัตว์น้ำ (Archdale and Anraku, 2005) กุ้งสามารถจดจำสิ่งแวดล้อมต่างๆโดยการใช้ประสาทในการรับสัมผัส การรับรู้รสชาดและการได้กลิ่น (Nunes, 2006) ในกุ้งทะเล พบ chemoreceptors ตามส่วนต่างๆของร่างกาย (Hindley, 1975) เช่น ใน antennules, antennae, อวัยวะส่วนปาก (mouthparts) ขาเดิน (pereiopods) และ เหงือก (grills) ซึ่ง chemoreceptors แต่ละเซลทำหน้าที่แตกต่างกัน (Derby and Atema, 1982) chemoreceptors ตอบสนองต่อสารเคมีในอาหารและสารอื่นๆ 2 แบบ คือ distance chemoreceptors และ contact chemoreceptors สำหรับ distance chemoreceptors พบได้ใน antennas และ antennules ช่วยในการรับสารดึงดูดในอาหารและช่วยจำแนกความแตกต่างชนิดสารเคมี คุณสมบัตินี้ทำให้กุ้งสามารถตรวจพบอาหารได้แม้อาหารถูกฝังไว้ในตะกอนดิน นอกจากนี้ distance chemoreceptors ยังช่วยในกระบวนการผสมพันธุ์และการตรวจพบอันตรายที่เกิดจากการถูกผู้ล่าจู่โจมได้ด้วย ส่วน contact chemoreceptors พบที่อวัยวะส่วนขาเดิน (periopods) และ อวัยวะส่วนปาก (buccal parts) ซึ่งทำหน้าที่ในกระบวนการกินอาหาร (Carr and Gurin, 1975) ครัสตาเชียนอาศัยสื่อสารเคมีที่ละลายในน้ำเป็นสัญญานในการจำแนกและหาทิศทาง

ตำแหน่งของเหยื่อ และกุ้งก็จำสัญญานสารเคมีเหล่านี้ถึงแม้ว่ามีสารเคมีอื่นๆหลายชนิดเป็นองค์ประกอบในน้ำที่กุ้งอาศัยอยู่ ลำดับขั้นตอนพฤติกรรมการตอบสนองต่อสารเคมีของกุ้งแบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือระยะการตรวจพบ (detection) การหาทิศทาง (orientation)การเคลื่อนไหว (locomotion or displacement) การเริ่มกินอาหาร (initiation of feeding) และการกินอาหารอย่างต่อเนื่องหรือการหยุดกินอาหาร (continuation or termination of feeding) ซึ่งพฤติกรรมของกุ้งในการตอบสนองต่อสารเคมีในแต่ละระยะดังกล่าวคือการกระตุกหรือสะบัดหนวด การขยับตัว การทดลองหาอาหาร และการเคลื่อนที่เข้าหาอาหารเป็นแสดงถึงการที่สารเคมีดึงดูดให้กุ้งกินหรือปฏิเสธที่จะกินอาหาร (Daniel and Derby, 1991; Lee, and Meyers, 1996; Archdale and Anraku, 2005) ตัวอย่างเช่นการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้ง lobster (*Homarus americanus*) ปกติ (ที่ไม่ได้ตัดอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายออก) พบว่ามีขั้นตอน 2 ระยะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการกินอาหาร คือระยะกุ้งตื่นตัวรับรู้ว่ามีอาหารและระยะการหาอาหาร ในระยะแรก เมื่อกุ้งถูกกระตุ้นด้วยหอยแมลงภู่ กุ้งจะสะบัด ขยับ atennules antennae ไปมา กระพือ maxillipeds และ อาจมีการขัดถู maxillipeds ทั้งสองข้างด้วยกัน ในระยะที่สอง การหาอาหาร กุ้งจะเหยียดขาออกไปยังแหล่งอาหารและรับสัมผัสว่ามีอาหาร ในบางครั้งกุ้งจะหยุดเดินและใช้ antennae สำรวจอาหารไปบนพื้นรอบตัว หลังจากที่กุ้งสัมผัสอาหารแล้วด้วยการใช้ antennae จากนั้น กุ้งใช้ขาเดินสองคู่แรกหรือ maxillipied ped คู่ที่ 3 จับและบดหอยแมลงภู่ให้แตกและส่งเข้าปาก (Derby and Atema, 1982)

นอกจากนี้ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปัจจัยเกี่ยวกับตัวกุ้งเองก็มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้ง การอดอาหารกุ้ง Costero and Meyers (1993) รายงานว่าระดับของการให้กุ้งอดอาหารมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการตอบสนองต่อสารเคมีในอาหารของกุ้ง *Penaeus vannamei* สภาวะของกุ้ง กุ้งที่ตื่นตัวมีการเคลื่อนไหวตลอด มีการตอบสนองต่ออาหารดีกว่ากุ้งชนิดเดียวกันที่เกาะวัสดุโดยไม่เคลื่อนไหว (Zimmer-Faust *et al*, 1996) ปริมาณความเข้มข้นและชนิดสารอินทรีย์ในน้ำ เช่น กรดอมิโน (Hindley, 1975; Caprio and Valentincic, 1997) คาร์โบไฮเดรต กลุ่มแซคคาไรด์ (Anraku *et al*, 2001 อ้างโดย Archdale and Anraku, 2005) ก็มีผลต่อการกระตุ้นให้สัตว์น้ำตองสนองต่อสารเคมีอาหารในระดับแตกต่างกัน จากการทดลองการทดลองใช้ทั้งกรดอมิโนร่วมกันกับแซคคาไรด์มีผลให้ปูกินอาหารได้มากขึ้น (Archdale and Anraku, 2005)

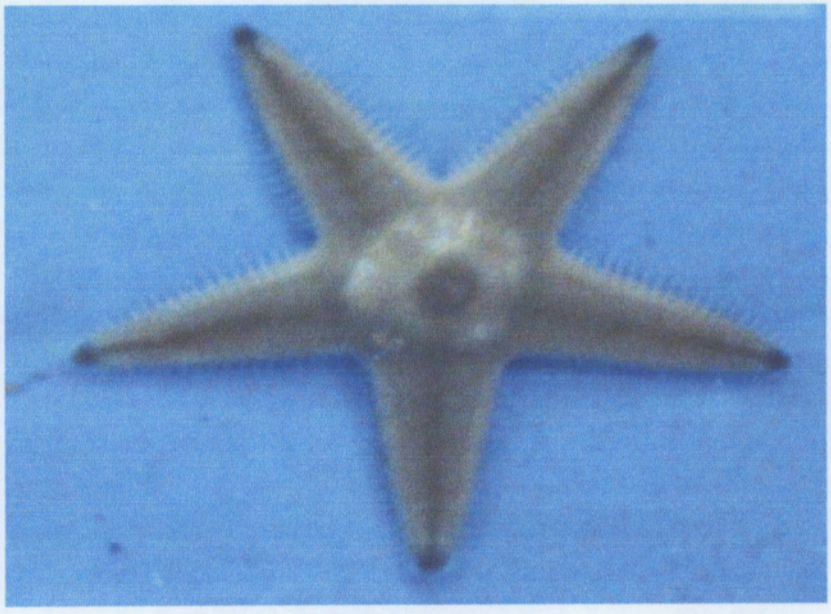
ชนิดอาหารของกุ้งการ์ตูนเป็นข้อจำกัดของการเลี้ยงในระดับการค้าเพราะว่าต้องใช้อาหารในการเลี้ยงปริมาณมาก นอกจากนี้ การที่ต้องจับดาวทะเลจากธรรมชาติมาเป็นอาหารตลอดเวลาเป็นเรื่องที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาอย่างมาก เนื่องจากข้อจำกัดเหล่านี้ จึงมีการพยายามศึกษาทดลองเลี้ยงกุ้ง

การ์ตูนด้วยเทคนิคการให้อาหารในวิธีการต่างๆหรือการหาอาอาหารทดแทนชนิดอื่นที่หาได้ง่ายหรือไม่เป็นที่ไม่ต้องการในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังรายงานของ Sean (2010) ทดลองเลี้ยงกุ้งการ์ตูนวัยรุ่นที่ได้มาจากการเพาะเลี้ยงด้วยวิธีการต่างๆคือ ให้กิน *Linckia sp.* มีชีวิต *Linckia sp.* แช่แข็ง และ *Asteria sp.* มีชีวิต (*Asteria sp.* เป็นดาวทะเลที่ผู้ทำฟาร์มเลี้ยงหอยต้องกำจัดออกจากฟาร์มใน North America) พบว่ากุ้งการ์ตูนกิน *Linckia sp.*แช่แข็งมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายใกล้เคียงกับกุ้งการ์ตูนที่กิน *Linckia sp.* มีชีวิต อย่างไรก็ตาม กุ้งการ์ตูนที่กิน *Linckia sp.* แช่แข็ง มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงและการเกิดสีบนลำตัวช้ากว่ากุ้งการ์ตูนที่กิน *Linckia sp.* มีชีวิต นอกจากนี้ กุ้งการ์ตูนที่เพิ่งลงเกาะใหม่นั้น หลังจากให้กิน *Linckia sp.* มีชีวิต และเปลี่ยนมาให้กิน *Linckia sp.* หรือ *Asteria sp.* แช่แข็ง กุ้งการ์ตูนที่ให้กิน *Linckia sp.* แช่แข็งมีอัตราการรอดตายน้อยกว่ากุ้งการ์ตูนที่ให้กิน *Asteria sp.* แช่แข็ง กุ้งการ์ตูนที่กิน *Linckia sp.* มีชีวิตทั้งตัวมีการเจริญเติบโตดีแตกต่างอย่างมากจากกุ้งที่กินเฉพาะขา ขาของ *Linckia sp.* มีชีวิต และ *Linckia sp.* แช่แข็ง

3. วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 จัดหาชนิดอาหารที่นำมาใช้ทดลอง ได้แก่ ดาวแดง, *L. multiflora* (ภาพที่ 3.1) ดาวทราย, *Astropecten* sp. (ภาพที่ 3.2) ดาวแสงอาทิตย์, *L. maculata* (ภาพที่ 3.3) ดาวหมอนปักเข็มหมุด, *C. novaeguineae* (ภาพที่ 3.4) และปลิงดำ, *H. leucospilota* (ภาพที่ 3.5) มาพักในถังที่มีการหมุนเวียนน้ำตลอด 24 ชั่วโมง ในโรงเรือนเพาะเลี้ยงของสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล

ภาพที่ 3.1 ดาวแดง, *Linkia multiflora*



ภาพที่ 3.2 ดาวทราย, *Astropecten* sp.

ภาพที่ 3.3 ดาวแสงอาทิตย์, *L. maculata*

ภาพที่ 3.4 ดาวหมอนปักเข็มหมุด, *C. novaeguineae*

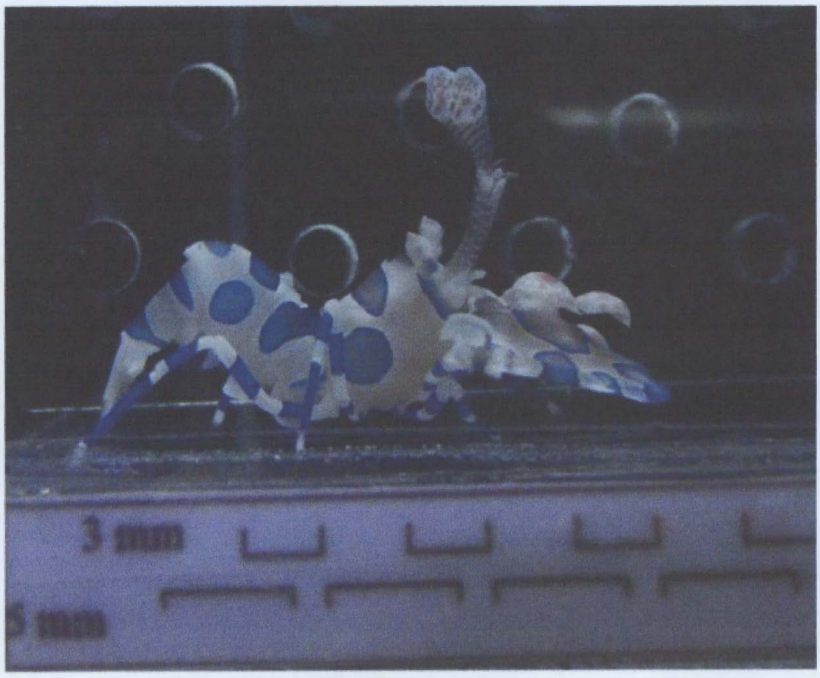
ภาพที่ 3.5 ปลิงดำ, *H. leucospilota*

3.2 เตรียมตู้ทดลองขนาด 30 × 35 × 30 ซม ความสูงของน้ำ 10 นิ้ว จำนวน 5 ตู้ ที่ต่อเชื่อมกับระบบกรองภายนอกของโรงเรืองเพาะเลี้ยงที่มีการหมุนเวียนน้ำภายในตู้เลี้ยงและระบบกรองตลอด 24 ชั่วโมง และกั้นตู้ทดลองด้วยแผ่นอคริลิคใสให้มีตู้ทดลองมีขนาด 25 × 30 × 25 ซม (ภาพที่ 3.6)

ภาพที่ 3.6 ตู้ทดลองที่ต่อเชื่อมกับระบบกรองภายนอกที่มีการหมุนเวียนน้ำ24 ชั่วโมง

3.3 ทำการอดอาหารกุ้งกา ร์ตูนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงอายุ 2 เดือน (juvenile) ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 0.23 ± 0.04 กรัม ความยาวเฉลี่ย 2.07 ± 0.15 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.7; ตารางภาคผนวกที่ 1) จำนวน 15 ตัว เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการทดลอง

3.4 ทำการทดลองการยอมรับอาหาร 5 ชนิดของกุ้งการ์ตูน โดยทำการทดลองครั้งละ 1 ซ้ำการทดลองและทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ เป็นระยะเวลา 3 วัน (ตารางภาคผนวกที่ 2) วิธีการคือย้ายกุ้งการ์ตูนที่อดอาหารจำนวน 5 ตัว มาใส่ตู้ทดลองจำนวน 1 ตัวต่อตู้ กักบริเวณกุ้งการ์ตูนให้กุ้งการ์ตูนอยู่มุมตู้ด้านหน้าของตู้ทดลองด้วยแผ่นอคริลิค (ภาพที่ 3.8) เพื่อให้กุ้งการ์ตูนปรับตัวในตู้ครึ่งชั่วโมงก่อนใส่อาหาร



ภาพที่ 3.7 กุ้งการ์ตูนที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 3.8 กุ้งการ์ตูนที่ถูกกักบริเวณด้วยแผ่นอคริลิคเพื่อปรับตัวก่อนการทดลอง

3.5 นำอาหารทดลองแต่ละชนิดมาใส่ตู้บริเวณกลางตู้ จากนั้นนำแผ่นอคริลิคที่กักกุ้งการ์ตูนไว้มุมตู้ออก บันทึกพฤติกรรมการตอบสนองต่อชนิดอาหารแต่ละชนิดของกุ้งการ์ตูนด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว (VDO, Cannon HD Legria HF 20) เป็นระยะเวลา 20 นาที จากนั้นสังเกตพฤติกรรมของกุ้งการ์ตูนต่อไปด้วยการสังเกตและถ่ายภาพนิ่งด้วยกล้องระบบดิจิตอล (Olympus) จนกระทั่งครบ 3 ชั่วโมง และบันทึกผลการทดลองอีกครั้งเมื่อครบ 24 ชั่วโมง

3.6 วิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ One Way ANOVA ($P \leq 0.05$) และเปรียบเทียบผลความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0

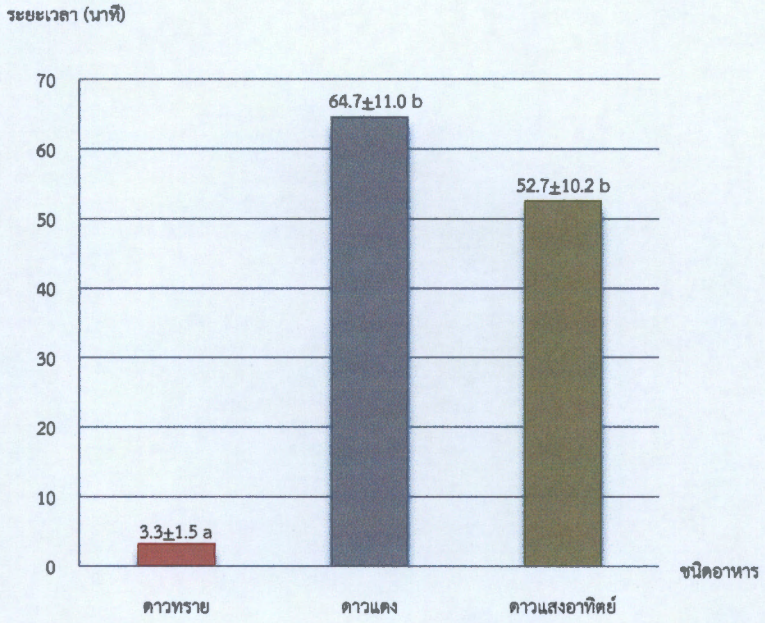
บทที่ 4 ผลการทดลอง

พฤติกรรมการยอมรับอาหารทดแทนดาวแดง

กุ้งการ์ตูนทุกตัวตอบสนองชนิดอาหารที่ใช้ทดลองซึ่งได้แก่ ดาวแดง ดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์ ดาวหมอนปักเข็มหมุด และปลิงทะเลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กุ้งการ์ตูนทุกตัวที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกันมีพฤติกรรมเหมือนกันในการยอมรับและไม่ยอมรับอาหารชนิดนั้นๆ แต่กุ้งการ์ตูนที่ได้รับอาหารต่างชนิดกัน มีพฤติกรรมในการยอมรับชนิดอาหารทดลองในระยะเวลาแตกต่างกัน ($p<0.05$) (ภาพที่ 4.1)

กุ้งการ์ตูนกินอาหารทดลองเพียง 3 ชนิด คือ ดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์ และ ดาวแดงซึ่งเป็นอาหารชุดควบคุม จำนวนกุ้งการ์ตูนทั้ง 3 ตัวในแต่ละทรีตเมนท์ยอมรับ ดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์ และดาวแดงเป็นอาหารในระยะเวลาแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.1) กุ้งการ์ตูนใช้เวลาในการยอมรับดาวทรายเป็นอาหารโดยการเจาะกินเนื้อเยื่อน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการกินดาวแดงและดาวแสงอาทิตย์เป็นอาหารและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการยอมรับดาวแดงและดาวแสงอาทิตย์เป็นอาหารของกุ้งการ์ตูนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากการทดลองพบว่ากุ้งการ์ตูนใช้เวลาในการล่าและเริ่มกินดาวทรายเฉลี่ยประมาณ 3.3 ± 1.5 นาที เริ่มกินดาวแสงอาทิตย์ใช้เวลาประมาณ 52.7 ±10.2 นาที และเริ่มกินดาวแดงเป็นอาหารใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 64.7 ± 11.0 (ภาพที่ 4.1) แต่อย่างไรก็ตามกุ้งไม่ยอมรับดาวหมอนปักเข็มหมุดและปลิงเป็นอาหารจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.1)

ในกรณีที่กุ้งการ์ตูนกินอาหารทดลอง คือ ดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงเป็นอาหาร พบว่าบริเวณส่วนหัวด้านบนของกุ้งการ์ตูนมีสีเข้มขึ้น (ภาพที่ 4.2, a,b) เปรียบเทียบกับกุ้งการ์ตูนที่ไม่กินอาหารทดลอง เช่น ดาวหมอนปักเข็มหมุด และปลิงทะเลเป็นอาหาร (ภาพที่ 4.2, c,d)



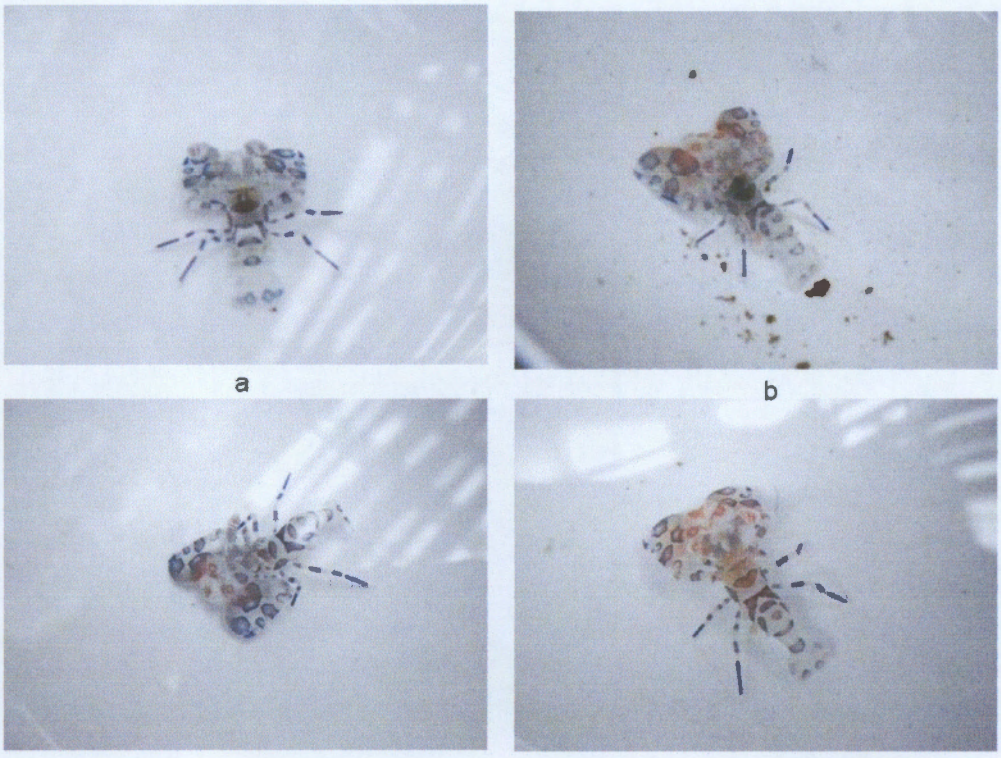
ภาพที่4.1 แสดงระยะเวลาที่กุ้งการ์ตูนเริ่มกินอาหารทดลองชนิดต่างๆ (ค่าที่แสดงคือค่าเฉลี่ย ± SD)

ตารางที่ 4. 1 แสดงจำนวนกุ้งการ์ตูนเริ่มกินอาหารทดลองชนิดต่างๆภายในระยะเวลาต่างกัน (อัตราส่วนกุ้งการ์ตูน:ชนิดอาหารคือ1:1)

ชนิดอาหาร/ ระยะเวลา	ดาวแดง	ดาวทราย	ดาวแสงอาทิตย์	ดาวหมอน ปักเข็มหมุด	ปลิงทะเล
<20 นาที	*	3	*	-	**
<60 นาที	1		2	-	-
<120 นาที	2		1	-	-
24 ชั่วโมง				-	-

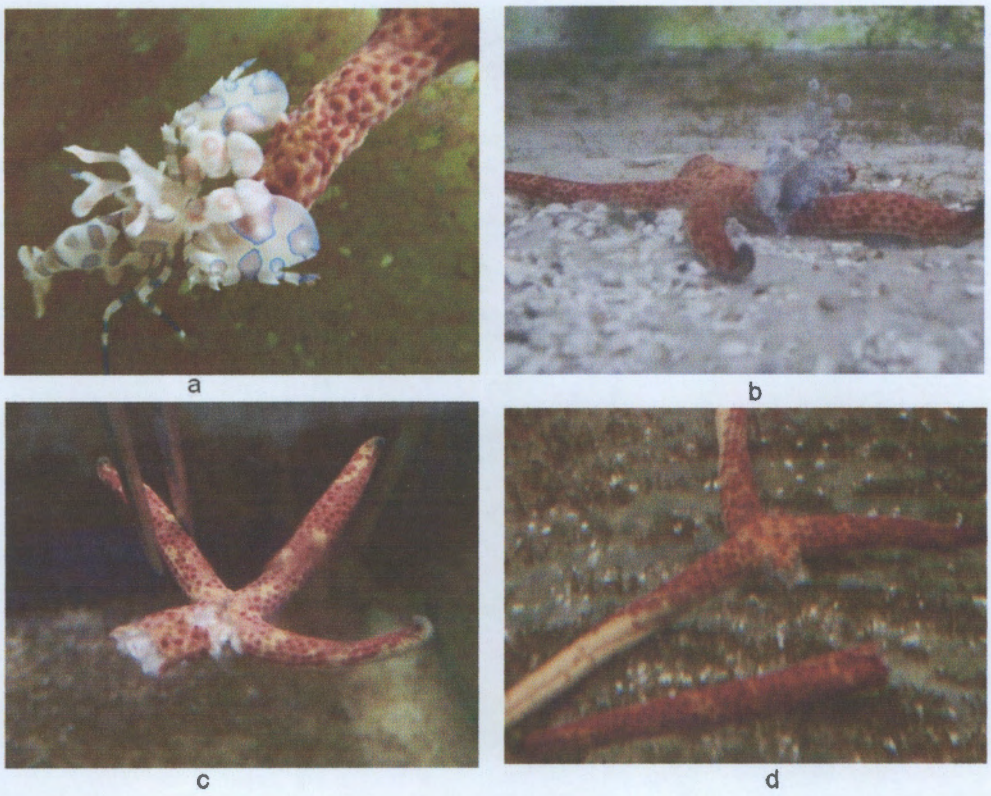
* กุ้งการ์ตูนเดินสำรวจบนขาดาวแดง และดาวแสงอาทิตย์ในระยะเวลาสั้นๆประมาณ 3-4 ครั้งสลับกับการเดินออกไปก่อนที่จะกินเป็นอาหาร

** กุ้งการ์ตูนเกาะบนปลิงระยะเวลาสั้นๆและเดินออกจากปลิงโดยไม่กลับเข้ามาอีก

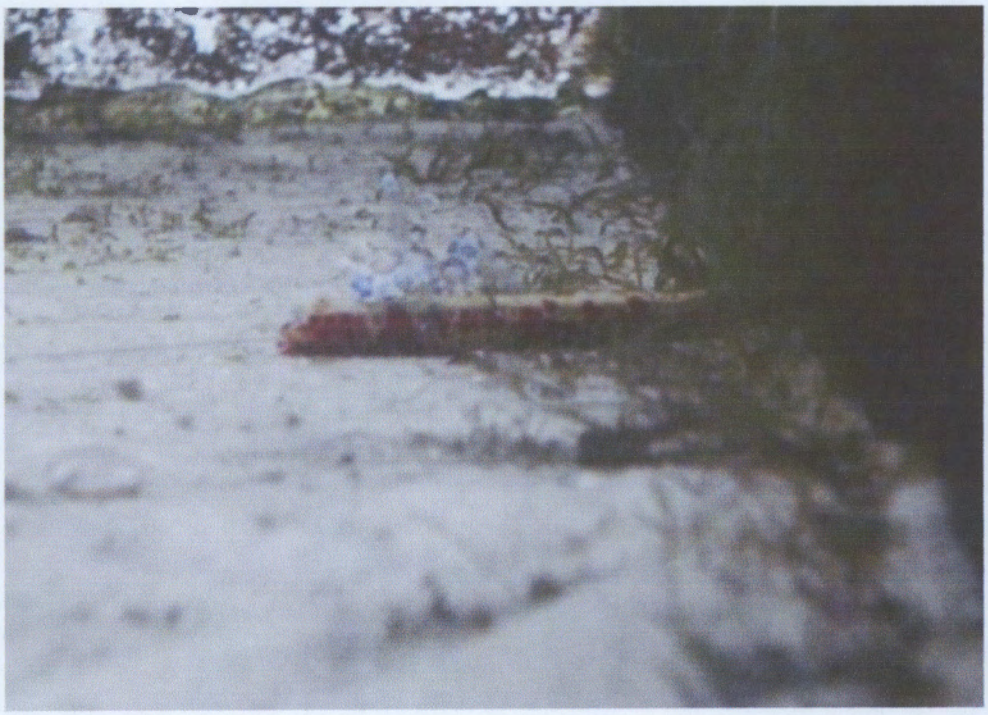


ภาพที่ 4.2 กุ้งการ์ตูนที่กินอาหารทดลองพบว่าบริเวณส่วนหัวด้านบนมีสีเข้มขึ้นอย่างชัดเจน (a,b) กุ้งที่ไม่กินอาหารทดลองไม่มีสีเข้มขึ้นที่บริเวณส่วนหัวด้านบน(c,d)

พฤติกรรมการกินดาวแดงเป็นอาหารของกุ้งการ์ตูน หลังจากที่กุ้งการ์ตูนและดาวแดงเคลื่อนตัวไปตามพื้นตู้โดยไม่ทิศทาง กุ้งการ์ตูนไม่มีพฤติกรรมที่จะเจาะกินเนื้อเยื่อดาวแดงเมื่อเจอดาวแดงครั้งแรก แต่กุ้งการ์ตูนมีพฤติกรรมขึ้นไปเดินสำรวจบริเวณขาของดาวแดงและเดินออกจากดาวแดงไปประมาณ 3-4 ครั้ง ก่อนที่ก็จะเกาะอยู่บนขาดาวแดงข้างใดข้างหนึ่งบริเวณกลางขาหรือส่วนปลายขาของดาวแดง (ภาพที่ 4.3,a-b) กุ้งการ์ตูนเจาะกินเนื้อเยื่อขาดาวแดงบริเวณปลายขาหรือบริเวณกลางขาจนเป็นรอยแหว่ง (ถ้าให้กุ้งการ์ตูนกินดาวแดงในเวลานาน เนื้อเยื่อบริเวณขานี้จะขาดออกจากส่วนของลำตัว) (ภาพที่ 4.3,c-d) จากนั้นกุ้งการ์ตูนเลือกกินเนื้อเยื่อจากชิ้นส่วนของขาดาวแดงที่ขาดออกจากลำตัว (ภาพที่ 4.4)

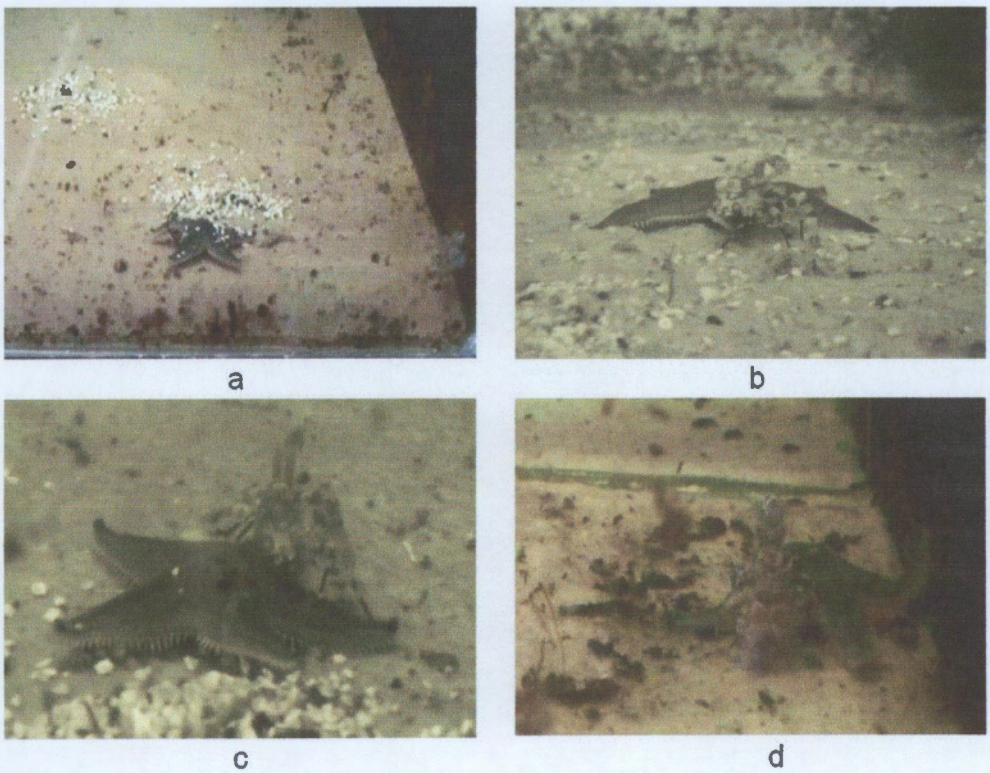


ภาพที่ 4.3 กุ้งการ์ตูนกินขาของดาวแดง (a,b) และรอยแผลที่เกิดจากการถูกกิน (c,d) หลังจากที่กุ้งการ์ตูนกินดาวแดงเป็นเวลานาน

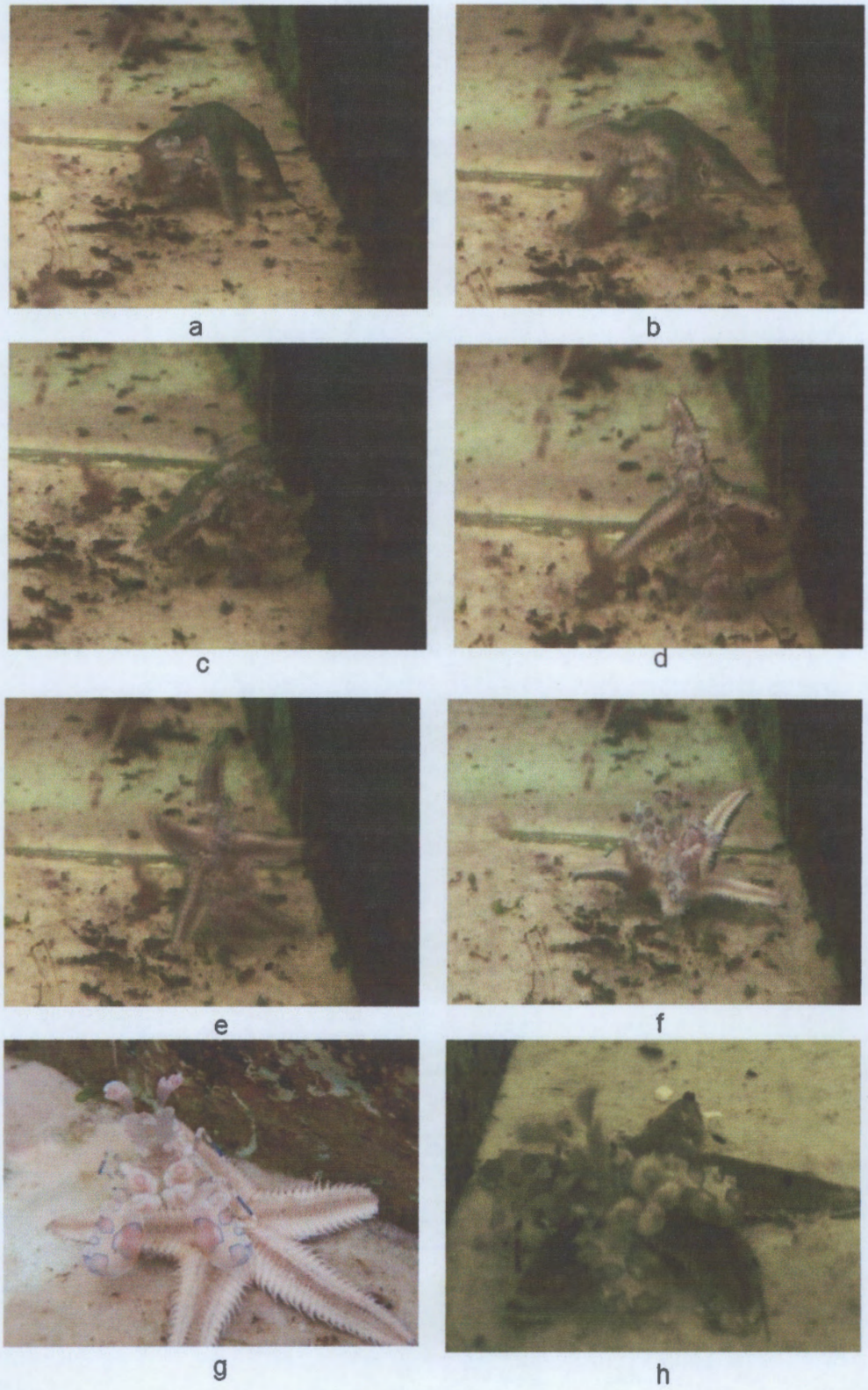


ภาพที่ 4. 4 กุ้งการ์ตูนกินส่วนขาของดาวแดงที่ถูกตัดออกจากส่วนลำตัว

พฤติกรรมการกินดาวทรายของกุ้งการ์ตูน เริ่มการทดลองดาวทรายอยู่กลางตู้ในขณะที่กุ้งการ์ตูนเกาะนิ่งอยู่มุมตู้ (ภาพที่ 4.5,a) หลังจากที่ดาวทรายและกุ้งการ์ตูนเคลื่อนที่ไปทั่วพื้นตู้ เมื่อดาวทรายเข้ามาใกล้กุ้งการ์ตูนในระยะประมาณ 4-5 นิ้ว กุ้งการ์ตูนหมุนตัวไปทางดาวทรายและและเดินไล่ล่าดาวทรายอย่างรวดเร็วในครั้งแรกที่เจอ (ภาพที่ 4.5,b) และขึ้นเกาะบนดาวทรายตลอดเวลาในขณะที่ดาวทรายเดินไปตามพื้นตู้ (ภาพที่ 4.5,c) กุ้งการ์ตูนที่อยู่บนตัวดาวทรายพยายามแทรกตัวลงใต้ท้องของดาวทรายเพื่อที่จะพลิกให้ดาวทรายหงายท้อง (ภาพที่ 4.5,d) และกุ้งการ์ตูนพลิกตัวดาวทรายได้สำเร็จหลังจากพยายามพลิกตัวดาวทรายประมาณ 3-4 ครั้ง (ภาพที่ 4.6, a-f) ในที่สุดดาวทรายไม่พลิกตัวคว่ำอีก กุ้งการ์ตูนก็เกาะบนดาวทรายที่หงายท้องเพื่อแกะกินเนื้อเยื่อดาวทราย (ภาพที่ 4.6,g) ในกรณีที่ดาวทรายมีขนาดใหญ่กว่ากุ้งการ์ตูนและหลังจากที่กุ้งการ์ตูนพยายามพลิกตัวดาวทรายให้หงายท้องไม่ประสบผลสำเร็จ กุ้งการ์ตูนจึงเกาะอยู่บนหลังดาวทรายและเจาะกินเนื้อเยื่อากด้านบนหลังของดาวทราย(ภาพที่ 4.6,h) และเมื่อดาวทรายไม่พยายามพลิกตัวคว่ำอีก กุ้งการ์ตูนจะพลิกตัวดาวทรายให้หงายท้องและกินเนื้อเยื่อดาวทรายเหมือนพฤติกรรมกินดาวทรายตัวเล็ก กุ้งการ์ตูนกินดาวทรายเริ่มจากบริเวณปลายขาเข้ามากลางลำตัว (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.5 กุ้งการ์ตูนและดาวทรายเมื่อเริ่มทดลอง (a) ไล่ล่าดาวทราย (b-c) กุ้งการ์ตูนเกาะบนดาวทราย แทรกตัวใต้ท้องของดาวทรายเพื่อพลิกให้ดาวทรายหงายท้อง (d-h)



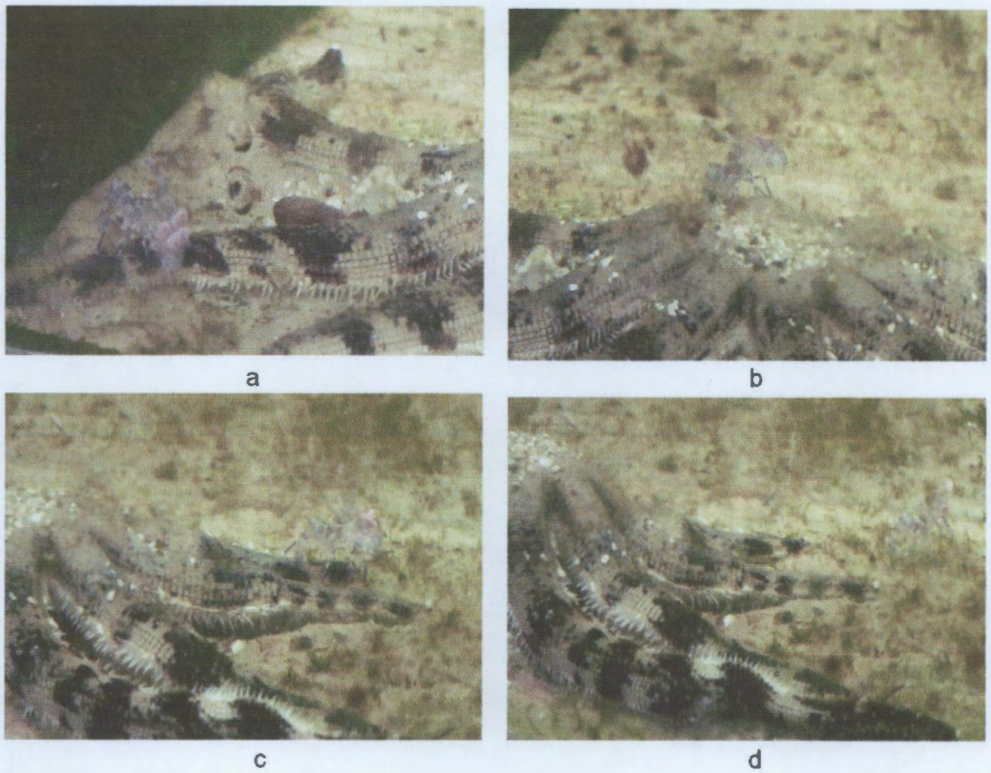
ภาพที่ 4.6 กุ้งการ์ตูนพลิกดาวทรายให้หงายท้องได้สำเร็จ (a-f) กุ้งการ์ตูนกินดาวทราย (g-h)

a b

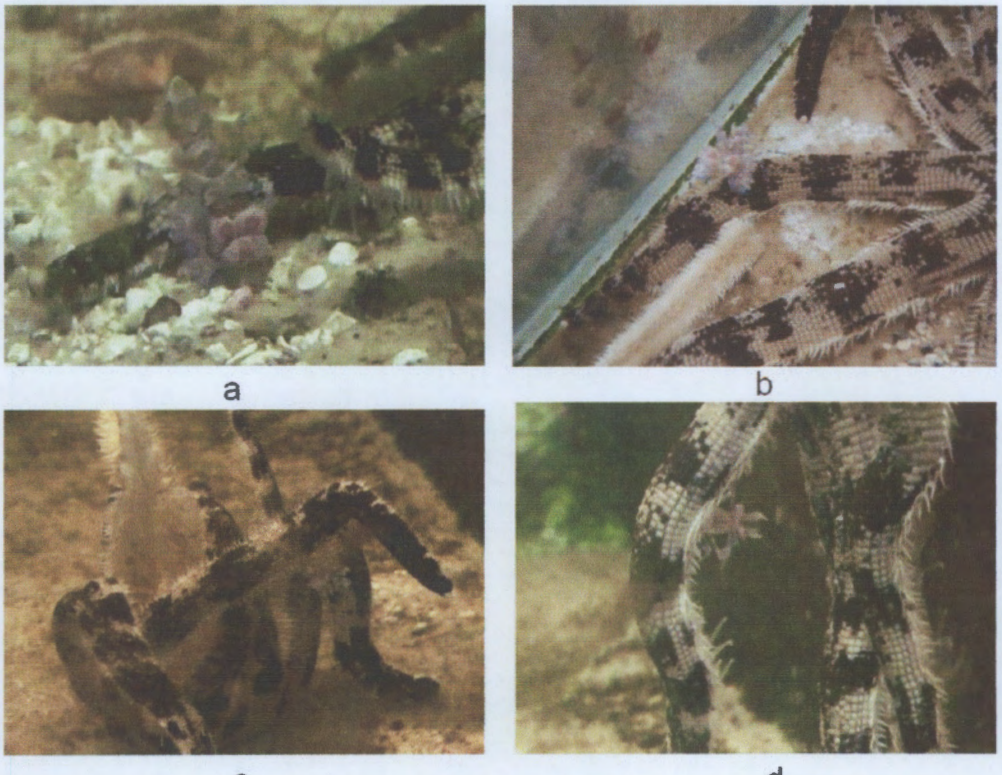
c

ภาพที่ 4.7 ดาวทรายที่ถูกกุ้งการ์ตูนกินในลักษณะต่างๆ ดาวทรายถูกกินบริเวณปลายขา(a) รอยแผลถลอกจากกุ้งการ์ตูนกิน(b) และดาวทรายขาขาดจากการถูกกุ้งการ์ตูนกินในระยะเวลานาน (c)

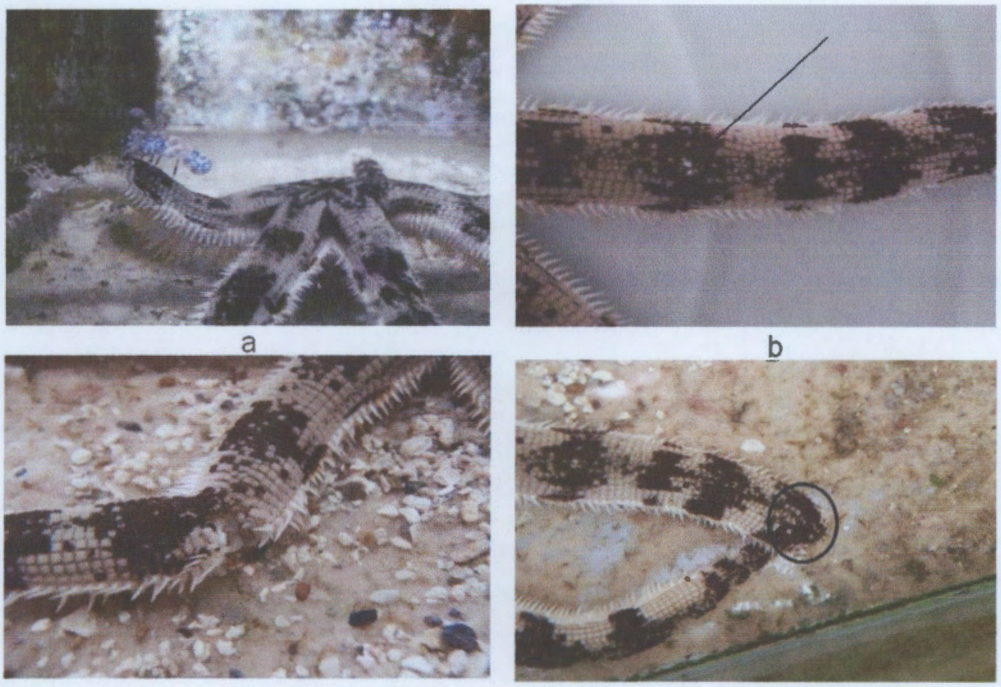
พฤติกรรมการกินดาวแสงอาทิตย์เป็นอาหารของกุ้งการ์ตูนมีลักษณะคล้ายกับการรวมพฤติกรรมการกินดาวแดงและดาวทรายเป็นอาหาร โดยกุ้งการ์ตูนขึ้นสำรวจบนขาของดาวแสงอาทิตย์และเดินจากไป ประมาณ 3-4 ครั้ง (ภาพที่ 4.8) ก่อนที่กุ้งการ์ตูนเกาะและเดินไปมาบนขาดาวแสงอาทิตย์จากบริเวณกลางขาถึงปลายขา (ภาพที่ 4.9,a-b) ในขณะเดียวกันกุ้งการ์ตูนพยายามแทรกตัวลงไปภายใต้ส่วนขาของดาวแสงอาทิตย์เพื่อกินเนื้อเยื่ออยู่ด้านล่างของขาดาวแสงอาทิตย์ (ภาพที่ 4.9, c-d) เมื่อกุ้งการ์ตูนเจาะกินเนื้อเยื่อบนขาดาวแสงอาทิตย์มากขึ้น บริเวณเนื้อเยื่อที่กุ้งกินเริ่มเป็นแผลเปิด เมื่อแผลมีขนาดใหญ่ขึ้นขาของดาวแสงอาทิตย์เริ่มขาดแยกออกจากกัน (ภาพที่ 4.10,a-c) และในที่สุดขาดาวแสงอาทิตย์ข้างนี้ก็จะหลุดออกจากส่วนขาส่วนที่ติดกับลำตัว ขาของดาวแสงอาทิตย์ที่ขาดติดกับส่วนลำตัวเนื้อเยื่อจะหุบเข้าหากันสนิทจนมีลักษณะคล้ายกับส่วนปลายของขาดาวที่เพิ่งงอกใหม่ (ภาพที่ 4.10,d) กุ้งการ์ตูนเลือกกินส่วนขาดาวแสงอาทิตย์ที่แยกหลุดออกจากลำตัว ปล่อยให้ดาวแสงอาทิตย์เดินจากไป (ภาพที่ 4.11,a-b)



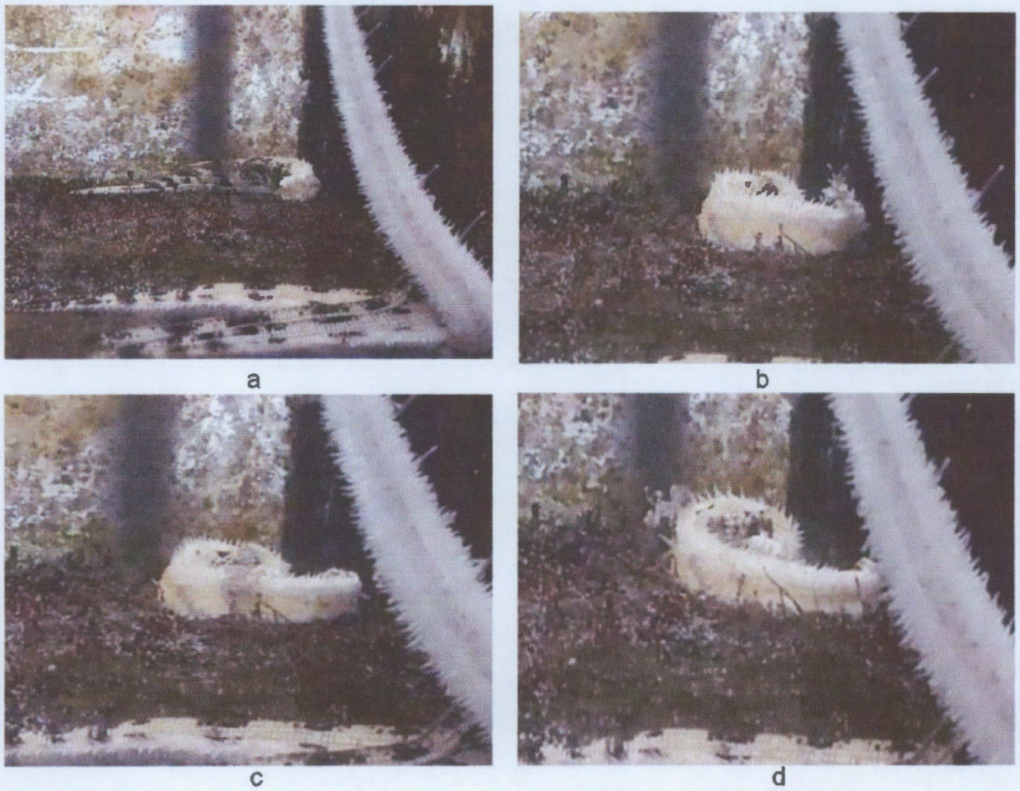
ภาพที่ 4.8 พฤติกรรมการกินดาวแสงอาทิตย์ของกุ้งการ์ตูน กุ้งการ์ตูนเดินสำรวจบนขาดาวแสงอาทิตย์ (a-c) และเดินจากไปโดยยังไม่กินดาวแสงอาทิตย์(d)



ภาพที่ 4.9 กุ้งการ์ตูนเดินบริเวณส่วนปลายขา (a) และส่วนกลางขาของดาวแสงอาทิตย์ (b) พยายามแทรกตัวลงเพื่อกินเนื้อเยื่อด้านใต้ขาดาว (c-d)



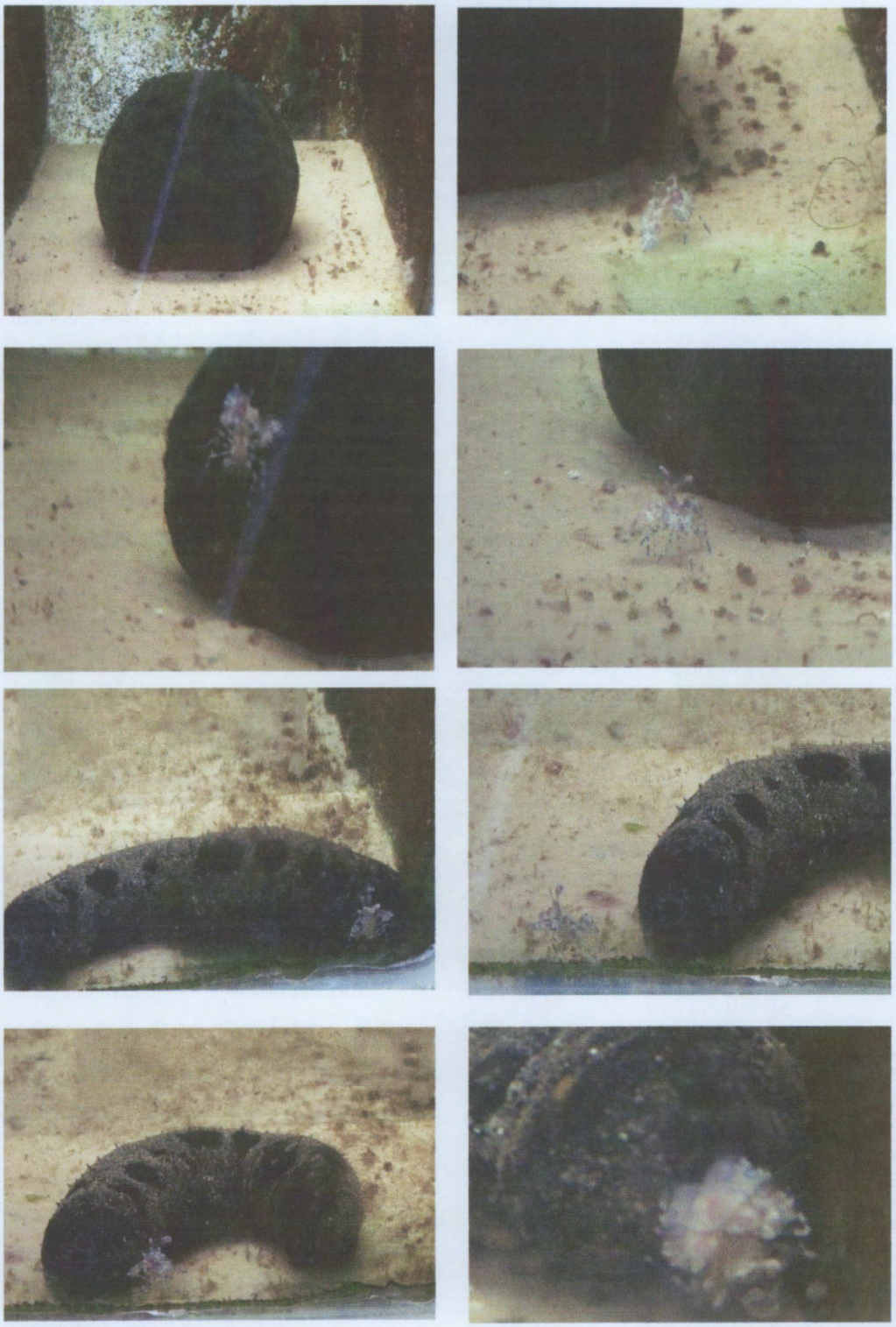
ภาพที่ 4.10 กุ้งการ์ตูนกินส่วนขาของดาว (a) รอยแผลที่เกิดจากการถูกกิน (b) รอยแผลขยายมาก ขึ้นจนในที่สุดขาดออกจากกัน (c) เนื้อเยื่อขาดาวที่ขาดจากกันปิดเข้าหากันสนิท (d)



ภาพที่ 4.11 กุ้งการ์ตูนกินขาดาวแสงอาทิตย์ส่วนที่ขาด ดาวแสงอาทิตย์เคลื่อนที่ (a) กุ้งการ์ตูนเกาะบนขาดาว (b) เลือกกินเนื้อเยื่อบนขาของดาวบริเวณต่างๆ (c-d)

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

กุ้งการ์ตูนไม่กินดาวหมอนปักเข็มหมุดหรือปลิงทะเลเป็นอาหาร ถึงแม้ว่าในระหว่างการทดลองพบว่ากุ้งการ์ตูนจำนวน 1 ตัวเกาะบนตัวปลิงทะเลในระยะเวลาสั้นๆ แต่ลักษณะการเกาะเป็นการเกาะนิ่งและเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่พบรอยแผลจากการถูกกินบนลำตัวของสัตว์ทั้งสองชนิดนี้ (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 พฤติกรรมกุ้งการ์ตูนที่เดินผ่านดาวหมอนปักเข็มหมุดและปลิงทะเลและเกาะบนปลิงทะเลในระยะเวลาสั้นๆ

301460
639.68
ผ4191
ด.3

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

พฤติกรรมการยอมรับชนิดอาหารทดแทนดาวแดง

ดาวทะเลที่อยู่ใน class asteroids เป็นดาวทะเลที่มีรายงานว่าเป็นอาหารของกุ้งการ์ตูนในธรรมชาติ (Sean,2010) เช่น ดาวทะเลกลุ่ม Linckia และ Acanthaster (ดาวมงกุฎหนาม) ดาวเปราะ (brittle sea stars) ดาวทะเล *Nardoa* sp. ดาวทะเล *Archaster typicus* ดาวทะเล *Fromia imdica* และดาวทะเลขนาดเล็กสกุล *Asterinai* spp. (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง กรมประมง 2552; Calfo and Fenner, 2003) ในการทดลองครั้งนี้อาหารที่ใช้ทดลองเพื่อเป็นอาหารทดแทนดาวแดงได้แก่ ดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์ ดาวหมอนปักเข็มหมุด ซึ่งเป็น asteroids echinoderm และปลิงทะเลเป็น holothuroids echinoderm ที่หาได้ในทะเลฝั่งอ่าวไทยและยังไม่มีรายงานการศึกษาการนำมาใช้เป็นอาหารทดแทนดาวแดง จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่ากุ้งการ์ตูนยอมรับดาวทรายเป็นอาหารในระยะเวลาสั้นกว่าเวลาในการยอมรับดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงเป็นอาหาร อย่างไรก็ตาม กุ้งการ์ตูนไม่กินดาวหมอนปักเข็มและปลิงทะเลเป็นอาหาร เนื้อเยื่ออวัยวะที่อ่อนนุ่มของดาวทะเล เช่น เนื้อเยื่อ tube feet เนื้อเยื่อขาของดาวทะเลเป็นส่วนเนื้อเยื่อที่กุ้งการ์ตูนกินเป็นอาหาร (Sprung, 2001; Wickler and Seibt, 2005; Sewell, 2007) ดังนั้นรูปร่างลักษณะโครงสร้างของร่างกายดาวทะเลแต่ละชนิดอาจเป็นสิ่งที่ดึงดูดให้กุ้งการ์ตูนยอมรับเป็นอาหาร ดาวทรายเป็นดาวทะเลขนาดเล็ก มีโครงสร้างลำตัวนิ่มซึ่งอาจเป็นไปได้ที่กุ้งการ์ตูนยอมรับดาวทรายเป็นอาหารทันทีต่างจากดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงที่มีโครงสร้างภายนอกแข็งทำให้กุ้งการ์ตูนเดินสำรวจหาบริเวณและวิธีการที่จะกินเนื้อเยื่อของดาวทะเลทั้งสอง ดาวทรายเคลื่อนไหวเร็ว ดังนั้นพฤติกรรมการพลิกดาวทรายให้หงายท้องเป็นการทำให้ดาวทรายไม่สามารถเดินหนีไปได้กุ้งการ์ตูนจึงกินเนื้อเยื่อได้สะดวก แต่ในกรณีที่กุ้งการ์ตูนไม่สามารถพลิกตัวดาวทะเลให้หงายท้องเพื่อกินเนื้อเยื่อได้ จึงแกะกินจากเนื้อเยื่อด้านบน เช่น ดาวทรายชนาดใหญ่ ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดง และถ้าหากขาของดาวหลุดขาดจากลำตัว กุ้งการ์ตูนกินขาส่วนที่ขาดนั้น กุ้งการ์ตูนสามารถกินเนื้อเยื่อส่วนที่นุ่มต่างๆของดาวได้สะดวกขึ้น กุ้งการ์ตูนในธรรมชาติที่อยู่กันเป็นคู่มีพฤติกรรมช่วยกันล่าและกินอาหาร เมื่อกุ้งการ์ตูนตัวหนึ่งคีบเนื้อเยื่อส่วนที่นิ่มของดาวทะเลไว้ กุ้งการ์ตูนอีกตัวหนึ่งดึงดาวทะเลให้หงายท้อง และกินเนื้อเยื่อทางด้านใต้ท้อง (http://aquaviews.net/explore-the-blue/harlequin-shrimp-clown) กุ้งการ์ตูนใช้ขาเดินคู่ที่ 1 หยิบกินเนื้อเยื่อหรือแกะผิวหนังชั้นนอกของดาวทะเลทีละน้อยจนกระทั่งเป็นรอยแผลเปิดขนาดใหญ่ และเปลี่ยนมาใช้ขาเดินคู่ที่2 ที่ปลายขามีลักษณะคล้ายก้ามปู (claws) ตัดหรือคีบอาหาร ซึ่งวิธีการกินนี้คล้ายคลึงกับวิธีการกินของกุ้ง horned shrimp ที่ใช้ขาเดินคู่ที่ 1 ในการจับอาหารส่งเข้าปาก (Jensen,

2011) แต่วิธีการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนนี้แตกต่างไปจากพฤติกรรมกุ้งทะเลที่ใช้ maxilliped คู่ที่3 ในการจับอาหารส่งเข้าปาก (ประจวบ, 2537)

จากการทดลองนี้สรุปได้กุ้งการ์ตูนมีพฤติกรรมการยอมรับดาวทะเลเป็นอาหาร 2 แบบ แบบที่ 1 การกินดาวทะเลเป็นอาหารทันทีที่เจอเหยื่อครั้งแรก (ดาวทราย) และแบบที่ 2 คือการสำรวจบนดาวทะเลระยะหนึ่งก่อนกินเป็นอาหาร (ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดง) โดยทั่วไปพฤติกรรมการหาอาหารของสัตว์น้ำแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน กุ้งบางชนิดอาศัยทั้งการมองเห็น (visible cues) และกลไกการรับรู้สารเคมี (chemical cues) ในการหาอาหาร (Glynn, 1980) กุ้งบางชนิดอาศัยกลไกเฉพาะการรับรู้สารเคมี (Jensen, 2011) หรือเฉพาะการมองเห็น (Hindley,1975) อย่างใดอย่างหนึ่ง สำหรับกุ้งการ์ตูนมีรายงานว่ากุ้งการ์ตูนมีวิธีการหาอาหารกินโดยอาศัยการรับสัมผัสกลิ่นสารเคมีจากดาวทะเลเช่นกัน (http://www.bbc.co.uk/nature/blueplanet /factfiles/crustaceans/harlequin_shrimp) ซึ่งการรับสัมผัสสารเคมีนี้อาจเป็นได้ทั้งการรับสัมผัสระยะไกลและระยะใกล้ดังเช่นในการทดลองครั้งนี้ การรับสัมผัสสารระยะไกลคือก่อนที่กุ้งการ์ตูนจะเจอดาวทะเลและการรับสัมผัสสารระยะใกล้คือการที่กุ้งเกาะบนดาวทะเลหรือเดินสำรวจบนขาดาวทะเล การรับสัมผัสสารในระยะก่อนที่กุ้งการ์ตูนจะเจอดาวทะเล กุ้งการ์ตูนใช้เวลาในการหาดาวทะเลโดยการเดินไปทั่วตู้ทดลองหลังจากใส่อาหารในตู้ทดลองระยะหนึ่ง พฤติกรรมที่กุ้งการ์ตูนเดินไปทั่วตู้โดยไม่มีทิศทางอาจเป็นเพราะว่ากุ้งการ์ตูนรับรู้ผ่านการสื่อสารทางเคมีว่ามีอาหารในตู้แต่ระดับสารเคมีที่ได้รับมีความเข้าข้นต่ำจึงยังไม่สามารถหาตำแหน่งของเหยื่อได้ ปริมาณสารเคมีในน้ำระดับต่ำจะช่วยให้ผู้ล่ารับรู้เกี่ยวกับเหยื่อโดยการการหมุนตัวเดินมองหาเหยื่อหรืออย่างน้อยที่สุดช่วยให้ผู้ล่าเข้าไปอยู่ใกล้เหยื่อมากที่สุด (Zimmer-Faust และคณะ, 1996) ระยะห่างระหว่างกุ้งการ์ตูนและเหยื่อก็มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนในด้านการมองเห็นและการรับสัมผัสสารเคมีในระดับที่เข้มข้นมากขึ้น เมื่อกุ้งการ์ตูนเข้าใกล้ดาวทะเลมากขึ้นกุ้งการ์ตูนได้รับสัมผัสสารเคมีได้เพิ่มขึ้นและสามารถมองเห็นเหยื่อเคลื่อนไหวชัดเจนมากขึ้น พฤติกรรมกุ้งการ์ตูนที่หมุนตัวไปยังทิศทางที่ดาวทรายอยู่ได้อย่างถูกต้องและออกไล่ล่าดาวทรายอย่างรวดเร็วเมื่อกุ้งการ์ตูนอยู่ใกล้ดาวทรายประมาณ 2-3 นิ้วอาจเป็นเพราะว่ากุ้งการ์ตูนรับสารเคมีที่มีในน้ำและจำแนกได้ว่าดาวทะเลทรายคืออาหารชนิดหนึ่งประกอบกับการมองเห็นตัวดาวทรายจึงออกล่าเป็นอาหาร ลักษณะเดียวกันกับพฤติกรรมที่กุ้งการ์ตูนเดินหรือหมุนตัวไปในทิศทางที่ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงอยู่ได้ถูกต้องเมื่อเข้าใกล้ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงมากขึ้นและพฤติกรรมการเดินสำรวจบนดาวทะเลทั้งสองชนิดแสดงถึงพฤติกรรมกุ้งการ์ตูนอาศัยทั้งการรับสัมผัสสารเคมีและการมองเห็นในการหาอาหารและกินอาหาร พฤติกรรมการขยับตัวของกุ้งทะเลหลังจากรับสัมผัสสารเคมีในน้ำแสดงถึงการที่สารเคมีดึงดูดให้กุ้งขยับตัวเพื่อที่จะเดินเข้าหาอาหารหรือ

ปฏิเสธการเดินเข้าหาอาหารและเมื่อกุ้งมีการขยับของอวัยวะส่วนปากแสดงถึงการที่สารเคมีกระตุ้นให้กุ้งกินอาหาร (Lee, and Meyers, 1996; Archdale and Anraku, 2005) ระดับสารเคมีและชนิดสารเคมีแต่ละชนิดในอาหารมีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งทะเล เช่น สารอินทรย์ต่าง ๆ ประเภท น้ำตาล นิวคลีโอไทด์ และ กรดอมิโน (Hindley, 1975; Lee and Meyers, 1996) ซึ่งในการผลิตอาหารสัตว์น้ำมีการศึกษาทดลองใช้กรดอมิโนหลายๆตัว (alanine, valine, glycine, proline, serine, histidine, glutamic acid, tyrosine and betaine) หรือใช้สารสกัดจากสัตว์เช่น น้ำมันปลาหมึก น้ำมันปลา สารสกัดจากเคย (krill hydrolysate) เป็นการกระตุ้นความน่ากินของอาหารเพื่อดึงดูดให้สัตว์น้ำเข้ามากินอาหารและกินอาหารมากขึ้น (Kolkovoski, *et al*, 2000; Nunes, 2006; 2010) โดยสารอินทรีย์ที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกระตุ้นให้กุ้งตรวจพบและแยกแยะอาหารได้ ส่วนสารอินทรย์ที่มีระดับความเข้มข้นสูงขึ้นกระตุ้นกุ้งให้กุ้งกินอาหารดีขึ้น (Hindley, 1975) วิธีการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนนี้แตกต่างจากพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งทะเลขนาดเล็ก, horned shrimp, เป็นกุ้งที่เกาะนิ่งอยู่กับที่ อาศัยเฉพาะการมองเห็นเหยื่ออย่างเดียวในการหาอาหารกิน (Jensen, 2011) อย่างไรก็ตามวิธีการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนในการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งก้ามกรามระยะ postlarvae ที่อาศัยทั้งการมองเห็นและการรับรู้สารเคมีในการหาตำแหน่งอาหารและการกินอาหาร (Moller,1978)

นอกจากนี้ ทิศทางและความเร็วของการไหลของน้ำมีผลต่อการสื่อสารของสารเคมีในน้ำ(Weissburg and Zimmer-Faust, 1993; Lee and Mayer, 1996) ในการทดลองครั้งนี้ ทิศทางในการไหลของน้ำมีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งการ์ตูนเช่นกัน ระบบน้ำในตู้ทดลองทดลองมีทางน้ำไหลเข้าที่อยู่ด้านบนซ้ายของตู้และทางน้ำออกจากตู้ทดลองอยู่ด้านบนขวาของตู้ การมุนเวียนของน้ำในตู้เป็นลักษณะของการกระจายไปทั่วตู้สังเกตุได้จากตะกอนสาหร่ายในตู้ทดลองที่กระจายตัวไปทั่วตู้อย่างไม่มีทิศทางซึ่งการกระจายตัวของตะกอนสาหร่ายในตู้อาจจะเป็นลักษณะเดียวกันกับการกระจายของสารเคมีในน้ำไปทั่วตู้มีผลให้กุ้งการ์ตูนรับรู้ตำแหน่งของเหยื่อได้ไม่ดี พฤติกรรมของกุ้งการ์ตูนที่เคลื่อนที่ไปตามพื้นตู้พร้อมกับขยับหนวดไปมาสลับกับการหยุดเดินบ้างอาจเนื่องมาจากกุ้งการ์ตูนได้รับสารเคมีและกำลังตรวจหาตำแหน่งของเหยื่อ ซึ่งพฤติกรรมการขยับโบก attenules attenae ไปมาเป็นพฤติกรรมของกุ้งทะเลเมื่อตรวจพบและรับสัมผัสสารเคมี (Lee and Meyers, 1996; Archdale and Anraku, 2005) ทิศทางและความเร็วของการไหลของน้ำมีผลกระทบต่อการประสพผลสำเร็จและประสิทธิภาพในการรับรู้สารเคมีของปู blue crab เช่นกันทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบทางตรงคือทิศทางการไหลของน้ำมีผลต่อการกระจายของสารที่มีในน้ำ และทางอ้อมคือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสัตว์น้ำในการเคลื่อนที่ การล่าเหยื่อจะประสบผลสำเร็จขึ้นกับโอกาสที่จะสัมผัสสารเคมีและการเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำให้เร็วที่สุด ปู

blue crab ประสบผลสำเร็จในการล่าเหยื่อและมีประสิทธิภาพมากที่สุดในน้ำที่มีการไหลช้า ในขณะประสิทธิภาพในการล่าเหยื่อลดลงเมื่อปูอยู่ในน้ำที่มีการไหลของน้ำเร็วและแทบไม่มีประสิทธิภาพเลยในการล่าอาหาร (Weissburg and Zimmer-Faust, 1993)

ในการทดลองครั้งนี้ พอสรุปได้ว่าดาวทรายเป็นอาหารที่กุ้งการ์ตูนยอมรับเป็นอาหารเร็วที่สุด ส่วนดาวแสงอาทิตย์ก็สามารถใช้เป็นตัวเลือกในการนำมาใช้เป็นอาหารทดแทนได้เช่นกัน กุ้งการ์ตูนใช้การรับสัมผัสสารเคมีในการหาหาทิศทางและตำแหน่งของดาวทะเลประกอบกับการมองเห็นตัวดาวทะเลในการกินเป็นอาหาร อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองในปีที่ 1 เป็นการทดลองในระยะสั้นยังไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าดาวทะเลทั้งสองชนิดนี้จะเป็นตัวแทนอาหารทดแทนดาวแดงที่ดีได้ ดังนั้น จึงควรทำการทดลองในระยะยาวถึงผลกระทบของชนิดอาหารต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการรอดตายของกุ้งการ์ตูนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งการ์ตูนด้วยดาวทราย ดาวแสงอาทิตย์และดาวแดงในระยะยาว เพราะชนิดอาหารเหล่านี้อาจจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ความสมบูรณ์เพศ การสืบพันธุ์ และการขยายพันธุ์ของลูกกุ้งการ์ตูน
2. การทดลองเลี้ยงกุ้งการ์ตูนด้วยดาวทะเลแช่แข็งหลายชนิดเปรียบเทียบกับการให้ลูกกุ้งกินอาหารมีชีวิตเพราะการแช่แข็งสามารถเก็บดาวทะเลเป็นอาหารไว้ใช้ในระยะยาวหรือในยามที่ขาดแคลนอาหารได้
3. การทดลองผลิตอาหารจากวัตถุดิบอาหารและเพิ่มสารสกัดจากดาวทะเลหรือจากสารแต่งกลิ่นเพื่อเป็นการดึงดูดให้กุ้งการ์ตูนยอมรับอาหารนั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

ประจวบ หลำอุบล 2537 สรีรวิทยาของกุ้ง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 312 หน้า

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง กรมประมง 2552 การเพาะเลี้ยงกุ้งการ์ตูน ค้นหาเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2555 เข้าถึงได้จาก http://www.fisheries.go.th/cf-rayong

อุราณี ทับทอง 2552 เทคโนโลยีชาวบ้าน พฤษภาคม ปีที่ 21 ฉบับที่ 454 หน้าที่ 88-89

Archdale, M. V. and Anraku. K. 2005. Feeding behavior in scyphozoa, crustacean and cephalopoda. *Chemical Senses*, 30 (suppl1):1303-1304.

Anraku, K., Archdale, M. V., Mendez, B. C. and Espinosa, R. A. 2001. Crab trap fisheries: capture process and an attempt on bait improvement. *Journal of Natural Science,* 6:121-129.

Ari, C. And Correia, J. P. 2008. Role of sensory cues on food searching behavior of a captive *Manta birostris* (Chondrichtyes, Mobulidae). *Zoo Biology*, 27:294-304.

Calado, R., Lin, J., Rhyne, A.L., Araujo, R., Narciso, L., 2003. Marine Ornamental Decapods-Popular, Pricey, and Poorly Studied. *Journal of Crustacean Biology* 23(4): 963-973.

Calado, R. 2008. Marine Ornamental Shrimp. Biology, Aquaculture and Conservation. Wiley-Blackwell,UK. 263 pp.

Calfo A. and Fener, A., 2003. Reef Invertebrates. PA, USA. 400 pp.

Carr, W. E. and S. Gurin 1975. Chemoreception in the Shrimp, Palaemonetes pugio: Comparative study of stimulatory substances in Human Serum. The Biological Bullentin, 148:380-392.

Costero, M. and Meyers, S.P. 1993. Evaluation of chemoreception by *Penaeus vannamei* under experimental conditions. *The Progressive Fish-Culturist*, 55 (3), 157-162

Derby, C. D. and Atema, J. 1982. The function of chemo- and mechanoreceptors in lobster (*Homarus americanus*) feeding behavior. *The journal of experimental biology*, 98:317-327.

Diaz, E. R. and Thiel, M. 2004. Chemical and visual communication during mate searching in rock shrimp. *The biological bullentin*, 206: 134-143.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1996-2005. The numbers represent the average unit value of imports for 1994-2003. FAO Yearbooks 1996 to 2005, Fishery Statistics, Commodities Volumes 83-97. FAO:Rome, Italy.

Fiedler, D.G. 1994. *Larval stages of the harlequin shrimp, Hymenocera picta* (Dana). M.S. thesis. University of Hawaii at Monoa. 101 pp.

Glynn, P.W. 1980. Defense by symbiotic crustacea of host corals elicited by chemical cues from predator. *Oecologia*, 47 (3): 287-290

Hindley, J. P. R. 1975. The detection, location and recognition of food by juvenile banana prawns, *Penaeus merguiensis* de man. *Marine Behaviour and Physiology*. 3 (3):193-210.

Jensen, G. C. 2011. Feeding behavior of the horned shrimp, *Paracrangon echinata* (caridea:crangonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 3(2):246-248

Johnson, B. R. and Atema, J. 1986. Chemical stimulants for a component of feeding behavior I the common gulf-weed shrimp *Leander tenuicornis* (say), The Biological Bullentin, 170: 1-10.

Kasugai, T. 2001. Feeding behaviour of the Japanese pygmy cuttlefish *Idiosepius paradoxus* (Cephalopoda: Idiosepiidae) in captivity: evidence for external digestion?. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 81(6) 979-981.

Kolkovoski, S., Czesny, S. and Dabrowski, K. 2000. Use of krill hydrolysate as a feed attractant for fish larvae and juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31 (1):81-88

Lee, P. G. and Mayers, S. P. 1996. Chemoattraction and feeding stimulation in crustaceans. *Aquaculture Nutrition*, 2: 157-164.

Lin, J. Zhang, D. and Rhyne, A.L. 2002. Broodstock and larval nutrition of marine Orname ntal shrimp. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. 27-280.

Lin, J. 2005. Marine ornamental shrimp: aquaculture, biology and conservation (ABC). 56th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 649-659.

Livengood, E. J. and Chapman, F. A. 2011. The Ornamental Fish Trade: An introduction with Pprspectives for responsible aquarium fish ownership. FA124. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 1-8 pp. Retrieved on the 20th January 2012. From http://edis.ifas.ufl.edu.

Moller, T.M. 1978. Feeding behaviour of larvae and postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Crustacea: palaemonidae). *Journal of experimental marine biology and ecology*, 35(3): 251-258

Nunes, A. J. P. and Parsonsc, G. J. , 1998. Food handling efficiency and particle size selectivity by the southern brown shrimp *Penaeus subtilis* fed a dry pelleted feed. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 31(4): 193-213

Nunes, A. J. P., Sáa, M. V.C., Andriola-Netoa, F. F. and Lemos, D. 2006. Behavioral response to selected feed attractants and stimulants in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, *Aquaculture*, 20:244-254

Nunesa, A. J. P., Sáa, M. V.C., and Lemos, D. 2010. Production white shrimp study compare commercial feeds attractants. *Global Aquaculture Advocate*, July/August 44-46.

Raabe, C. and Raabe, L., 2007. The Care and Breeding of the Harlequin Shrimp. Retrieved on the 20th January 2012. From WWW.home2.pacific.net.ph/~sweetyummy42/harlequinshrimp.html

Rhyne, A.L., Calado, R. and Lin, J., 2007. Marine Ornamental Invertebrate Cleaning Crews, Popular, Pricey and Quickly Disappearing:From Wild Harvest to Aquaculture. *Aquaculture Abstract* 2007:207.

Schmitt, B.C. and Ache, B.W. 1979. Olfaction: response enhancement by flicking in a decapods crustacean. *Science*, 205:204-206.

Sean, M. M. 2010. Culturing the harlequin shrimp *Hymenocera picta*. *Center for tropical and subtropical aquaculture*. December, 2(12) (retrieved on the 20th January 2012. From http://www.ctsa.org.

Sewell, A., 2007. Ornamental crustaceans. Reef keeping online magazine. Retrieved on the 20th January 2012. From http://www.reefkeeping.com/issues/2007-05/as/index.php

Sprung, J., 2001. Invertebrates: A Quick Reference Guide. Miami, FL: Ricordea Publishing

Thailux, 2551.กุ้งการ์ตูน ตลกทะเลหลวง พระเอกใหม่ของนักเลี้ยงปลาตู้ ฉบับที่2 หน้าที่ 6 เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2555 เข้าถึงได้จาก http://www.Thailuxe.com.

Valentincic, T. and Caprio, J. 1997. Visual and chemical release of feeding behavior in adult rainbow trout. *Chemical Senses*, 22: 375-382.

Weissburg, M. J. and Zimmer-faust, R. K. 1993. Life death in moving fluids: hydrodynamic effects on chemosensory-mediated predation. *Ecology*, 74(5): 1428-1443.

Wickler, W. and Seibt, U., 2005. Feeding, Reproduction and Pairbond in a Shrimp http://www.orn.mpg.de/~knauer/seibt/shrimp.html

Zimmer-faust, R. K., O'neill, P. B. and Schar, D. W. 1996. The relationship between predator activity state and sensitivity to prey odor. *The biological bullentin*, 190: 82-87.

เอกสารอ้างอิงจากเว็บไซต์ที่ไม่ระบุปี

Sealifebase, ค้นหาเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2555 เข้าถึงได้จาก http://www.sealifebase.org

The Canadian encyclopedia. สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธุ์ 2555 เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.thecanadianencyclopedia.com/articles/echinodermata)

http://aquaviews.net/explore-the-blue/harlequin-shrimp-clown. ค้นหาเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2555

http://www.bbc.co.uk/nature/blueplanet/factfiles/crustaceans/harlequin_shrimp. ค้นหาเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2555

ภาคผนวก

ตารางภาคผนากที่ 1 ขนาดกุ้งการ์ตูนอายุประมาณ 2 เดือนที่ใช้ในการ ทดลอง

จำนวนลลูกกุ้งการ์ตูน	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม)
1	0.25	2.16
2	0.17	1.74
3	0.26	2.18
4	0.24	2.00
5	0.23	2.11
6	0.26	2.28
7	0.16	1.83
8	0.19	1.94
9	0.2	2.14
10	0.2	2.03
11	0.22	2.10
12	0.26	2.17
13	0.23	2.13
14	0.29	2.24
15	0.22	1.94

หมายเหตุ วิธีการวัดขนาดกุ้งการ์ตูน ใช้วิธีการแทนที่น้ำ วิธีการวัดความยาวใช้วิธีการถ่ายรูปในกล่องที่มีสเกลวัดความยาว วัดขนาดความยาวลูกกุ้งการ์ตูนทั้งหมด (total length) จากปลาหาง ถึงปลายกรีด้วยโปรแกรม Image tool version 3 (IT3)

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงแผนผังการทดลองการยอมรับอาหารของลูกกุ้งการ์ตูนในการทดลอง

ซ้ำที่ 1

ทรีตเมนท์ที่ 1	ทรีตเมนท์ที่ 2	ทรีตเมนท์ที่ 3	ทรีตเมนท์ที่ 4	ทรีตเมนท์ที่ 5
ดาวแดง	ดาวทราย	ดาวแสงอาทิตย์	ดาวหมอนปักเข็มหมุด	ปลิงทะเล
เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว

ซ้ำที่ 2

ทรีตเมนท์ที่ 4	ทรีตเมนท์ที่ 5	ทรีตเมนท์ที่ 1	ทรีตเมนท์ที่ 2	ทรีตเมนท์ที่ 3
ดาวหมอนปักเข็มหมุด	ปลิงทะเล	ดาวแดง	ดาวทราย	ดาวแสงอาทิตย์
เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว

ซ้ำที่ 3

ทรีตเมนท์ที่ 3	ทรีตเมนท์ที่ 4	ทรีตเมนท์ที่ 2	ทรีตเมนท์ที่ 5	ทรีตเมนท์ที่ 1
ดาวแสงอาทิตย์	ดาวหมอนปักเข็มหมุด	ดาวทราย	ปลิงทะเล	ดาวแดง
เพศเมีย 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว	เพศผู้ 1 ตัว