

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

การศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการลงเกาะของหอยหวาน

*Babylonia areolata*

Study of increasing settlement rate techniques in  
babylon snail *Babylonia areolata*

โดย

ชลิ ไพบุลย์กิจกุล

เบ็ญจมาศ ไพบุลย์กิจกุล

บัญชา นิลเกิด

มลฤดี สหธิ

17 ม.ค. 2554

281142

๒๕๕๓

เริ่มบริการ

๒4 ก.พ. 2554

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา  
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2552

หนังสือบริจาค

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลืออย่างดีจากคณะเทคโนโลยีทางทะเล ทำให้การวิจัยดำเนินไปได้อย่างราบรื่น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณธีรศักดิ์ สโมสร เจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีทางทะเล ที่อำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์ เครื่องมือสำหรับการวิจัย และสถานที่จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณดำรงค์ จงมีเดช และคุณวรเวช กัณฑ์โย นิสิตคณะเทคโนโลยีทางทะเล ที่ช่วยให้โครงการวิจัยดำเนินการจนสำเร็จ

สุดท้ายขอขอบคุณ ด.ญ. กมลพัฒน์ และ ด.ญ. แววปราชญ์ ไพบุลย์กิจกุล ที่เป็นแรงใจสำคัญ ทำให้มีกำลังใจต่อสู้กับอุปสรรค

ชลิ ไพบุลย์กิจกุล

หัวหน้าโครงการวิจัย ฯ

กรกฎาคม 2553

# การศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการลงเกาะ ของหอยหวาน *Babylonia areolata*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดอาหาร วัสดุรองพื้น และ ปริมาณสารอินทรีย์ต่อการลงเกาะของหอยหวาน *Babylonia areolata* Link, 1807

ผลการศึกษาชนิดอาหารต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานพบว่าตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับกุ้งเป็นอาหารจะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นสูงสุดและแตกต่างกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับหอยแมลงภู่เป็นอาหารมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นรองลงมาแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) กับตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับปลาข้างเหลืองและปลาหมึกเป็นอาหาร

ผลการศึกษาวัสดุรองพื้นต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานพบว่าชุดทดลองที่รองพื้นด้วยทรายหยาบจะทำให้อัตราการลงเกาะของลูกหอยหวานสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) กับชุดทดลองที่รองพื้นด้วยเชือกพลาสติก ทรายละเอียด และ เปลือกหอยนางรมชิ้นเล็ก

ผลการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ต่อการลงเกาะของหอยหวานพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในวัสดุรองพื้นมีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานแตกต่างกัน ปริมาณสารอินทรีย์ 20-25 เปอร์เซ็นต์ในวัสดุรองพื้นช่วยให้ตัวอ่อนมีพัฒนาการลงเกาะพื้นได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรีย์วัตถุในวัสดุรองพื้นมากจะมีผลยับยั้งการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานด้วย ผลการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุบาลลูกหอยหวานเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: หอยหวาน, วัสดุรองพื้น, การลงเกาะ, ระยะตัวอ่อน, ชนิดอาหาร

# Study of increasing settlement rate techniques in babylon snail *Babylonia areolata*

## Abstract

The purposes of this study were evaluated effect of feeding type, substrate and organic content on settlement of *Babylonia areolata* Link, 1807 larvae.

Result of the study of effect of feeding type on larval settlement of babylon snail showed that larvae fed shrimp had the highest settlement rate and had significantly difference ( $P < 0.05$ ) with other. Larvae fed mussel was the next of settlement rate but the settlement rate were not significantly difference ( $P > 0.05$ ) with larvae that fed fish and squid.

The sequent of effect of substrate on settlement rate of babylon snail larvae demonstrated that the experimental unit covered with gravid had the greatest of settlement rate and had significantly difference ( $P < 0.05$ ) with the other substrate materials, plastic rope, sand and small pieces of oyster shell.

Consequence of the last experiment, the effect of organic content on settlement rate of babylon snail larvae illustrated that organic content in substrate had effect on settlement rate of babylon snail larvae. Twenty to twenty five percentage of organic content in substrate could activate the larvae to more developed to adult form. Nevertheless, a lot of organic content in substrate had suppress the settlement rate of the larvae. The outcome of this study can apply to culture of babylon snail larvae in commercial.

**KEYWORD:** *Babylonia areolata*, substrate, settlement, larval stage, feeding type

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร	6
บทที่ 3 การดำเนินการทดลอง	15
การทดลองที่ 1 ผลของชนิดอาหารต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	15
การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	16
การทดลองที่ 3 ผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	17
บทที่ 4 ผลการศึกษา	18
การทดลองที่ 1 ผลของชนิดอาหารต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	18
การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	22
การทดลองที่ 3 ผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	27
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง	34
บรรณานุกรม	39

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	วงจรรชีวิตหอยหวาน	9
4-1	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้ปลาข้างเหลืองเป็นแหล่งอาหาร	18
4-2	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้กุ้งเป็นแหล่งอาหาร	19
4-3	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้ปลาหมึกเป็นแหล่งอาหาร	20
4-4	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้หอยแมลงภู่เป็นแหล่งอาหาร	20
4-5	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้อาหารสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหาร	21
4-6	เปอร์เซ็นต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอาหาร แตกต่างกันิด	22
4-7	คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุต่อการลงเกาะ ของตัวอ่อนหอยหวาน	23
4-8	คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุต่อการลงเกาะของ ตัวอ่อนหอยหวาน	24
4-9	คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้เปลือกหอยนางรมชั้นเล็กเป็นวัสดุต่อ การลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน	25
4-10	คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้เชือกฟางเป็นวัสดุต่อการลงเกาะของตัว อ่อนหอยหวาน	26
4-11	เปอร์เซ็นต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวัสดุ ล่อแตกต่างกันิด	27
4-12	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ เท่ากับ 100 ต่อ 0 (w/w)	28
4-13	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ เท่ากับ 90 ต่อ 10 (w/w)	29

ภาพที่		หน้า
4-14	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ เท่ากับ 80 ต่อ 20 (w/w)	30
4-15	คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ เท่ากับ 75 ต่อ 25 (w/w)	31
4-16	4-16 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสาร อินทรีย์เท่ากับ 50 ต่อ 50 (w/w)	31
4-17	เปอร์เซ็นต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวัสดุ รองพื้นที่มีปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกัน	33

## บทที่ 1

### บทนำ

หอยหวานเป็นสัตว์น้ำที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสัตว์เศรษฐกิจเป็นหอยฝาเดียว มีเปลือกค่อนข้างหนาเป็นรูปไข่ ผิวเรียบ เปลือกวงสุดท้ายพองกลม ส่วนกันหอยสูงปานกลางมีแถวสีเหลี่ยมผืนผ้าสีน้ำตาลเข้ม บริเวณหัวมีหนวด 1 คู่ มีงวง (proboscis) ยาว ช่วยในการกินอาหาร อาศัยตามพื้นทะเลในระดับค่อนข้างตื้น มีการผสมเป็นแบบภายใน ก่อนการผสมพันธุ์จะมีการจับคู่ ไข่จะได้รับการผสมในท่อนำไข่ และถูกหุ้มด้วยเปลือกก่อน ถูกปล่อยออกสู่ภายนอก เพศเมียมี pedal gland ที่บริเวณท้ายหน้าทีผลิตเมือกสำหรับใช้ยึดไข่กับวัตถุ (วันทนา, 2528) แหล่งที่อยู่อาศัยจะอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล เขตที่มีการขึ้นลงของน้ำ พื้นที่ท้องทะเลเป็นทราย และทรายปนโคลน ที่ระดับความลึกของน้ำประมาณ 5-15 เมตร (Poomtong and Nhongmeesub, 1996)

หอยหวานอาศัยอยู่บริเวณพื้นทะเลที่เป็นทรายหรือทรายปนโคลนที่ระดับความลึก 5-20 เมตร หอยหวานแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตทะเลจีนตอนใต้ ตั้งแต่ใต้หวันมาจนถึงอ่าวไทยและทะเลอันดามันหอยหวานที่แพร่กระจายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทย ได้แก่จังหวัดตราด จันทบุรีระยอง เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ระนอง และสตูล สำหรับหอยหมากพบแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งทะเล ของจังหวัดสตูลและระนอง (ลือชัย, 2548)

หอยหวานจัดเป็นสัตว์ที่มีเพศแยก (dioecious) คือเพศผู้และเพศเมียไม่ได้อยู่ในตัวเดียวกันและไม่สามารถจำแนกเพศของหอยหวานได้จากลักษณะเปลือกภายนอก แต่การจำแนกเพศของหอยหวานสามารถทำได้เมื่อหอยยึดตัวออกมาจากเปลือก กล่าวคือ ในเพศผู้สามารถเห็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่เรียกว่า penis ซึ่งมีรูปร่างคล้ายดิ่งรูปใบไม้ (leaflet shape) มีสีเหลืองอ่อนอยู่บริเวณโคนหนวดด้านขวาสำหรับเพศเมียจะไม่พบอวัยวะใด ๆ ในตำแหน่งเดียวกัน

ระบบสืบพันธุ์ของหอยหวานเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ (ovary) อยู่บริเวณปลายสุดของส่วนเปลือก ต่อมสร้างไข่ขาว (albumin gland) และต่อมสร้างเปลือก (capsule gland) ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) อยู่บริเวณปลายสุดของเปลือกเช่นกัน ต่อมสร้างฮอว์โมนเพศ (prostrate gland) ท่อส่งสเปิร์ม (sperm duct) และช่อง

เปิดทางออก (นิลนาจ และ ศิริษา, 2545)

พ่อแม่พันธุ์หอยหวานสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปีในโรงเพาะฟัก ช่วงที่หอยหวานมีการวางไข่มากที่สุดคือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม โดยแม่พันธุ์หอยหวานความยาวเปลือก 5.0-6.5 เซนติเมตร และสามารถวางไข่เฉลี่ยได้ 54 ฟักต่อตัวต่อครั้ง หอยหวานจะวางไข่เป็นฝัก (egg capsule) บนพื้นทราย โดยที่ฝักไข่แต่ละใบจะยึดติดกับพื้นทรายด้วยก้านฝักไข่ (peduncle) แยกกันเป็นตุ่มๆในแนวตั้งฉาก ฝักไข่หอยหวานมีลักษณะรูปร่างค่อนข้างแบน ปลายด้านหนึ่งเรียวยาวคล้ายกระสวย (vasiform) โปร่งใสและสามารถมองเห็นไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว (fertilized egg) หรือลูกหอยระยะพัฒนา (trochophore larvae) ภายในฝักไข่ได้ชัดเจนโดยส่วนใหญ่แล้วฝักไข่มีขนาดใกล้เคียงกัน คือมีความยาวเฉลี่ย 2.1 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 0.9 เซนติเมตร ช่องเปิดกว้างเฉลี่ย 1.0 เซนติเมตร ฝักไข่จะมีไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วเฉลี่ย 870 ฟองต่อฝัก โดยไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วมีลักษณะกลม เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 430 ไมครอนและแขวนอยู่ในของเหลวใสภายในฝักไข่ (ลือชัย, 2548)

วงจรชีวิตของหอยหวานเริ่มจากไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized egg) พัฒนาเป็นหอยหวานระยะพัฒนาที่เรียกว่า trochophore ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากการวางไข่ หอยหวานระยะนี้จะเจริญอยู่ในฝักไข่เป็นเวลาประมาณ 4-5 วัน เมื่อลูกหอยในระยะวัยอ่อน (veliger larvae) พักออกจากฝักไข่ จะได้รับอาหารซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว ได้แก่ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp., *Chlorella* sp. และ *Tetraselmis* sp. (นิลนาจ และ ศิริษา, 2545) ปริมาณการให้อาหารต้องพอเหมาะกับความต้องการของลูกหอย เลี้ยงประมาณ 14-16 วัน ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะพื้น จากนั้นผู้เลี้ยงทำการรวบรวมลูกหอยนำไปเลี้ยงในถังเลี้ยงลูกหอยต่อไป โดยอัตราการรอดของลูกหอยระยะวัยอ่อนถึงลูกหอยระยะลงเกาะพื้นมีอัตราการรอดเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ นิลนาจ และ ศิริษา (2545) ได้ศึกษาการให้อาหารตัวอ่อนหอยหวานที่เป็นแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis* sp. ซึ่งอาหารที่ให้ต้องมีปริมาณพอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะถ้าปริมาณอาหารน้อยเกินไป ก็จะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานวัยอ่อน แต่ถ้าปริมาณอาหารมากจนเกินไปจะมีผลต่อคุณภาพน้ำและทำให้หอยเกิดการชะงักการเจริญเติบโตได้

การเลือกลงเกาะของลูกหอยชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันขึ้นกับพฤติกรรมของสัตว์ทะเลแต่ละชนิด (Hadfield, 1984; Pawlik, 1992) และจากรายงานของ Hadfield

and Scheuer (1985), Rice (1986) และ Laing (1995) พบว่าการลงเกาะและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเลจะตอบสนองตามสถานที่ที่มีอาหารที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ชนิดนั้น ๆ จากการศึกษากการลงเกาะของตัวอ่อนหอย queen conch *Strombus gigas* Linnaeus พบว่าผิวสัมผัสของวัตถุมีผลต่อการลงเกาะของลูกหอย (Stoner et al., 1996) โดยผิวของวัตถุที่มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือสาหร่ายเกาะจะกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยได้มากที่สุด ซึ่งการเลือกการลงเกาะของลูกหอยจะสัมพันธ์กับคุณภาพอาหารที่อยู่ในบริเวณนั้น ในขณะที่ตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิดตอบสนองต่อการลงเกาะบนพื้นที่มีฟิล์มเคลือบ (Keough and Raimondi, 1996)

การเพาะเลี้ยงหอยหวาน จะทำการเลี้ยงหอยหวานตั้งแต่ขนาด 15.0-15.4 มิลลิเมตร โดยบ่อที่ทำการเลี้ยงจะปูพื้นบ่อด้วยทราย และใช้ระบบน้ำทะเลไหลตลอดเวลา อาหารที่ใช้โดยทั่วไปได้แก่ ปลาข้างเหลือง หอยจะมีอัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวเปลือกและน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.14 มิลลิเมตร/เดือน และ 1.03 กรัม/เดือน อัตราการรอดประมาณ 24.5 เปอร์เซ็นต์ (ชานินทร, 2539; นิลนาจ และอนุตร, 2540).

จากความต้องการในการบริโภคหอยหวาน, *Babylonia areolata* ที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน และปริมาณหอยในธรรมชาติที่ลดลง (นิลนาจ และศิรุษา, 2545) จึงทำให้มีการเพาะเลี้ยงหอยหวานกันมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการตัวอ่อนหอยหวานเพื่อการเพาะเลี้ยงมากขึ้นด้วย แต่ในการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานเพื่อการเพาะเลี้ยง ผู้ผลิตพบปัญหาใหญ่คือ อัตราการรอดของการพัฒนาการเติบโตของลูกหอยจากระยะตัวอ่อนระยะ veliger เป็นระยะเกาะพื้นมีอัตราการรอดต่ำ โดยมีอัตราการรอดในระยะลงเกาะเฉลี่ยประมาณ 1.8 เปอร์เซ็นต์ (นิลนาจ และศิรุษา, 2545) ทำให้จำนวนลูกพันธุ์ที่ผลิตได้มีจำนวนน้อยในขณะที่ความต้องการลูกพันธุ์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปัญหาอัตราการรอดของลูกหอยในระยะลงเกาะพื้นต่ำยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดว่าเกิดจากอะไร จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าอาจเกิดขึ้นจาก 3 สาเหตุ สาเหตุแรกคือความผิดปกติที่ตัวอ่อนหอยหวานระยะวัยอ่อน ทำให้ไม่สามารถพัฒนาการเติบโตให้เข้าสู่ระยะลงเกาะพื้นได้ ซึ่งการเติบโตในระยะนี้เป็นระยะสำคัญในการเติบโตของหอยหวาน เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทั้งพฤติกรรมกรรมการกินอาหาร ลักษณะการดำรงชีพ ชนิดของอาหาร และตัวตัวอ่อนหอยหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ไปอย่างมาก สาเหตุที่สองอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมบางประการของระบบการเพาะเลี้ยงอาจไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนหอย

หวาน และสาเหตุสุดท้ายอาจเกิดจากวัสดุหล่อให้ลูกหอยลงเกาะ ซึ่งวัสดุหล่อจะมีส่วนกระตุ้นให้ลูกหอยระยะวัยอ่อนมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้าวัสดุหล่อไม่เหมาะสมอาจไม่กระตุ้นลูกหอยให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทำให้อัตราการลงเกาะและอัตราการรอดในระยะนี้ต่ำ การศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับผลของวัสดุหล่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานชนิดต่าง ๆ ว่ามีผลต่อการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานหรือไม่ ผลของการศึกษาที่ได้จะแก้ปัญหาคาการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานเพื่อการเพาะเลี้ยงได้

อัตราการรอดต่ำของตัวอ่อนหอยหวานที่พัฒนาจากระยะวัยอ่อนจนถึงระยะลงเกาะ อาจเกิดขึ้นจากลูกหอยเองคือลูกหอยไม่สามารถพัฒนาจากระยะ veliger จนกลายเป็นลูกหอยระยะลงเกาะได้ หรืออาจเกิดจากสภาพสิ่งแวดล้อมในระบบเพาะเลี้ยงไม่เหมาะสม ทำให้เป็นปัญหาในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงเศรษฐกิจ จากการตรวจสอบเอกสารพบว่านักวิจัยสามารถกระตุ้นการลงเกาะของลูกสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังระยะ veliger ได้มากขึ้น จากการปรับปรุงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเลือกลงเกาะของลูกสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ลักษณะของผิววัตถุที่ลูกหอยจะลงเกาะ สภาพแสง อุณหภูมิ ตลอดจนจนปริมาณอาหารที่มีอยู่ในระบบเพื่อให้ลูกหอยมีชีวิตรอดและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (Keough and Raimondi, 1996; Stoner et al., 1996) ซึ่งในตัวอ่อนหอยหวานก็เช่นกัน การปรับปรุงสภาพแวดล้อม และการกระตุ้นให้ลูกหอยลงเกาะมากขึ้น จะช่วยทำให้อัตราการรอดของหอยหวานดียิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของชนิดอาหารต่ออัตราการลงเกาะและอัตราการรอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะลงเกาะ
2. เพื่อศึกษาผลของวัสดุหล่อและวัสดุปูพื้นการลงเกาะต่ออัตราการลงเกาะและอัตราการรอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะลงเกาะ
3. เพื่อศึกษาผลของขนาดอนุภาคทรายและปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ออัตราการลงเกาะและอัตราการรอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะลงเกาะ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบผลของชนิดอาหาร วัสดุปูพื้น และปริมาณสารอินทรีย์ต่อการกระตุ้นการลง

เกาะของตัวอ่อนหอยหวาน *Babylonia areolata*

## บทที่ 2

### การสำรวจเอกสาร

#### อนุกรมวิธานของหอยหวาน

หอยหวานหรือบางครั้งเรียก “หอยตุ๊กแก” อาจจะเนื่องมาจากมีลายสีดำ-ขาว หรือน้ำตาล-ขาว อยู่บนเปลือก หอยหวานมีชื่อสามัญว่า Babylon (บพิท และ นันทพร, 2546) จัดตามอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Gastropoda

Order Neogastropoda

Family Buccinidae

Genus *Babylonia*

Species *areolata*

#### หอยหวานที่พบในประเทศไทย

หอยหวานที่พบในประเทศไทย มีอยู่ 2 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. หอยหวานที่มีชื่อสามัญว่า Spotted babylon มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata*, Link 1807 มีแหล่งแพร่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ตรวด ระยอง จันทบุรี ชลบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช เป็นต้น ลักษณะเด่นที่บ่งชี้ คือรอยต่อของช่วงวงเปลือก (Whorl) จะเป็นปกติไม่ตัดตรงและไม่เว้าเข้าด้านใน

2. หอยหวานที่มีชื่อสามัญว่า Spiral babylon มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia spirata*, Linnaeus, 1758 มีแหล่งแพร่กระจายตัวทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากที่จังหวัดระนอง ลักษณะจะแตกต่างจากชนิดแรกคือ จะตัดตรงและเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย บางคนเรียกหอยชนิดนี้ว่า “หอยหมาก”

## ชีววิทยาของหอยหวาน

หอยหวานจัดอยู่ในพวกหอยฝาเดียวที่มีเปลือกค่อนข้างหนา รูปร่างเปลือกเป็นรูปไข่ ผิวเรียบมีลวดลายดำหรือสีน้ำตาลเข้ม มีหนวด 1 คู่ มีเทนตาเคิล (tentacle) และตา 1 คู่ มีโพรบอสซิส (proboscis) ซึ่งส่วนปลายมีปากและแผงฟันในการกินอาหาร ตัวเต็มวัย (Adult) ปกติจะฝังตัวอยู่ในทรายหรือโคลนปนทรายบริเวณพื้นทะเล ออกหากินในเวลากลางคืนโดยโผล่ขึ้นมาจากพื้นทะเล มีท่อ (siphon) มีเท้าขนาดใหญ่ยื่นออกมาใช้ในการเคลื่อนที่ ตัวอ่อนของหอยหวานใช้สำหรับรับรู้เกี่ยวกับแสงสว่างเท่านั้น เมื่อเวลาหอยหวานจะกินอาหารซึ่งได้แก่ ซากสัตว์ (ปลา, หอย, กุ้ง ฯลฯ) ที่ตายแล้ว (detritus) หอยหวานก็จะยื่นงวงยาว (proboscis) ออกมาจากช่องปาก (mouth) ซึ่งอยู่ระหว่างคู่หนวดไปดูดอาหาร เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารเพื่อย่อยและดูดซึมไปใช้ต่อไป

หอยหวานจะมีส่วนที่เป็นลักษณะคล้ายท่อชูขึ้นมาเป็นท่อสำหรับการดูดน้ำทะเลเข้าสู่ภายในตัว เรียกว่า "ไซฟอน" เพื่อให้น้ำทะเลผ่านเหงือก เพื่อรับออกซิเจนเข้าไป เผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงาน นำไปใช้ในขบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย เพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตต่อไป

## แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

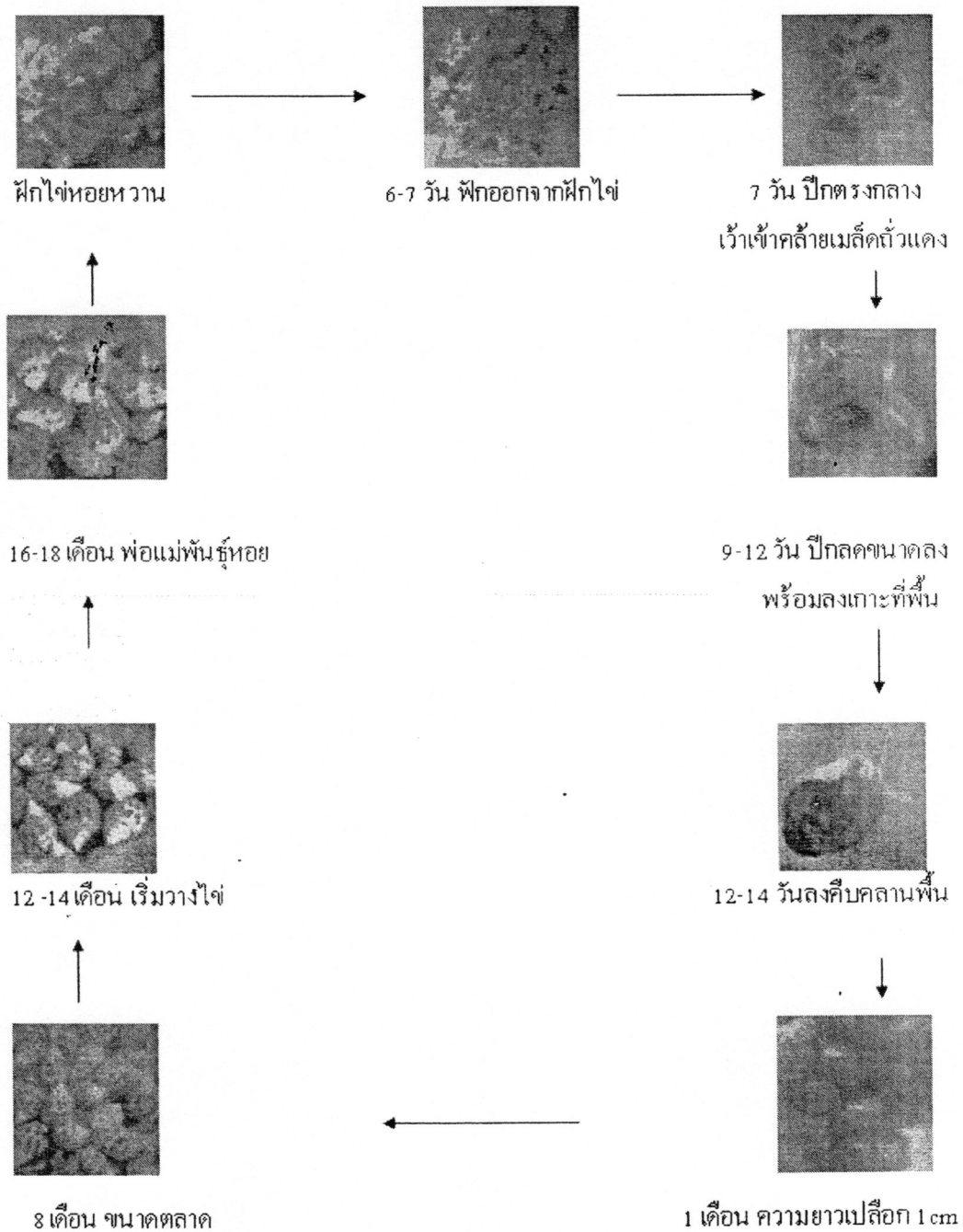
หอยชนิดนี้ในธรรมชาติจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำใกล้ชายฝั่ง ที่มีพื้นทะเลเป็นทรายหรือทรายนโคลนที่ระดับความลึก 10-20 เมตร ความเค็มประมาณ 28-30 ppt และพบว่าสามารถวางไข่ได้ในบ่อซีเมนต์ พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน นอกจากนั้นบริเวณชายฝั่งทะเลเขมร, เวียดนาม และบริเวณทะเลจีนใต้ก็ยังมี หอยหวานแพร่กระจายอยู่เช่นกัน รวมทั้งแพร่กระจายจากมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันออกถึงอินโดนีเซีย ด้านเหนือถึงไต้หวัน ด้านใต้แพร่ไปถึงตอนใต้ของอินโดนีเซีย

## วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์

หอยหวานเป็นสัตว์แยกเพศ สำหรับหอยหวานทั้ง 2 ชนิดที่พบในประเทศไทย ได้แก่ *Babylonia areolata* และ *Babylonia spirata* สามารถจำแนกเพศได้ชัดเจนโดยหอยเพศผู้ จะปรากฏอวัยวะเพศ (penis) เป็นดิ่งแบน ยื่นออกมาจากบริเวณใต้โคลนหนวดด้านขวา ส่วนหอยเพศเมียจะไม่ปรากฏดิ่งแบนแต่จะพบรูเปิดด้านใต้ของเท้าเพื่อปล่อยฝักไข่ หอยหวานที่สมบูรณ์เพศจะมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะสามารถผสมพันธุ์ได้ (mature) ทั้ง

เพศผู้และเพศเมียจะมีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตรขึ้นไป โดยมีอายุประมาณ 9-12 เดือน ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารที่หอยหวานกินและสภาพแวดล้อมของดินและน้ำ หอยหวานเพศผู้และเพศเมียบอก่อนจะผสมพันธุ์กันจะมีการจับคู่กัน (copuration) โดยเคลื่อนตัวไปด้วยกัน ในเพศเมียจะสร้างฝักไข่ขึ้นมาห่อหุ้มไข่ดังกล่าว เรียกว่า ฝักไข่ (egg capsule) แล้วตัวเมียจะปล่อยฝักไข่ออกมาทางรูเปิด ซึ่งอยู่ด้านใต้ของเท้า โดยมีลักษณะเป็นแนวยาว ไปตามทางเดินของตัวเมีย หอยหวานสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี และแม่หอย 1 ตัว จะวางไข่ได้ระหว่าง 20-70 ฝัก และแต่ละฝักจะมีไข่ที่ได้รับการผสมแล้วอยู่ระหว่าง 361-633 ฟอง เฉลี่ยประมาณ 500 ฟอง ฝักไข่ที่แม่หอยหวานปล่อยออกมา จะติดกับวัสดุรองรับพื้นโดยทั่วไปจะใช้ ทราวยหยาบ หรือบางครั้งจะติดกับพื้นบ่อ หรือถึงที่ใช้ เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ โดยฝักไข่จะมีก้านชูฝักไข่ (peduncle) ทำหน้าที่ชูฝักไข่ให้อยู่ในมวลน้ำ และทำให้ฝักไข่ได้รับออกซิเจนในน้ำอย่างเต็มที่ ขนาดของฝักไข่ขึ้นอยู่กับขนาดของพ่อแม่พันธุ์ พ่อแม่พันธุ์ขนาดใหญ่จะให้ฝักไข่ขนาดใหญ่และมีจำนวนไข่ใน 1 ฝักมาก พ่อแม่พันธุ์ขนาดเล็กลงมาก็จะให้ฝักไข่ขนาดเล็กลงมาด้วย และมีจำนวนไข่น้อยลงตามสัดส่วน ตอนกลางคืน หรือในที่มืด หลังจากนั้นตัวผู้จะสอดอวัยวะเพศ (penis) เข้าไปในตัวเมีย แล้วปล่อยน้ำเชื้อผสมกับไข่บริเวณท่อนำรังไข่ (oviduct) เมื่อไข่ได้รับการผสมแล้ว (fertilized egg) (นิลนาจ และศิรุษา, 2545)

ฝักไข่ที่ถูกปล่อยออกมาติดกับพื้นหรือวัสดุรองรับพื้นจะเริ่มพัฒนาตัวเองโดยการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์และฟักออกมาเป็นตัวอ่อนที่ว่ายน้ำได้ลักษณะคล้ายผีเสื้อเรียกว่า veliger larvae มีขนาด 400-500 ไมครอน โดยใช้เวลา 5-7 วัน อัตราการฟักมากกว่า 90% ลูกหอยวัยอ่อนระยะ veliger larvae นี้จะมีรูปร่างคล้ายผีเสื้อ ล่องลอยอยู่กลางน้ำ โดยมีปีกเรียกว่า velum ซึ่งจะมีขน (cilia) คอยพัดโบกเพื่อช่วยในการลอยตัว และพัดอาหาร เข้าปาก อาหารของลูกหอยระยะนี้จะกินพวกสาหร่ายเซลล์เดี่ยวจำพวกไดอะตอม (diatom) ได้แก่ ไอโซไคซิส (*Isochrysis* sp.), ซีโตเซอร์อส (*Chaetoceros* sp.), สเกลเลโตนีมา (*Skeletonema* sp.) เป็นต้น ลูกหอยจะพัฒนาตัวโดยมีขนาดใหญ่ขึ้นจนมีขนาดประมาณเกือบ 1 ม.ม. ก็จะเริ่ม ลงสู่พื้น (settle) การลงสู่พื้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ประกอบกัน ได้แก่ ความหนาแน่น ของลูกหอย อาหาร คุณสมบัติของน้ำ ฯลฯ แต่โดยทั่วไปแล้วสำหรับในประเทศไทยจะอยู่ระหว่าง 10-25 วัน ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้ ถือว่าเป็นเทคนิคในการควบคุม และจัดการเพื่อใช้ในการเพาะพันธุ์ลูกหอยให้มีประสิทธิภาพและผลผลิตสูง ลูกหอยที่ลงสู่พื้นจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรมการกินอาหารและ



ภาพที่ 2-1 วงจรชีวิตหอยหวาน

ที่มา: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

การดำรงชีวิตอย่างสันเชิง การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เรียกว่าเกิด metamorphosis ระยะที่ลูกหอย ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร จะเริ่มเคลื่อนที่ไปมาอยู่บริเวณพื้นบ่อและเริ่มเกาะกินเนื้อปลาหรือเนื้อหอย หรือซากสัตว์อื่นๆ ได้บ้างแล้ว หลังจากนั้นปีกจะหดยื่นออก

มาเหมือนตัวแม่ขนาดประมาณ 1-3 มิลลิเมตร

ลูกหอยหวานเมื่อเริ่มคืบคลานได้แล้วจะมีพฤติกรรมเหมือนตัวเต็มวัยคือจะฝังตัวอยู่ใต้ทราย และโผล่ขึ้นมากินอาหารโดยใช้วงยาวยื่นออกมาดูดอาหาร จำพวก ซากสัตว์ที่ตายแล้ว เรียกลูกหอยหวานระยะนี้ว่า early juvenile ขนาดตัวเริ่มใหญ่ขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ถ้าอาหารสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสม ใช้เวลาประมาณเกือบ 1 เดือน ก็จะมีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ซึ่งลูกหอยหวานขนาดนี้ จะมีความแข็งแรง และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดีมาก เหมาะที่จะนำไปเลี้ยงเป็นหอยเนื้อขนาดที่ตลาดต้องการได้ ลูกหอยหวานขนาด 1 เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 8-11 เดือน ก็จะเป็นหอยหวานขนาดประมาณ 4 เซนติเมตร ซึ่งมีความสมบูรณ์เพศ พร้อมจะสืบพันธุ์ต่อได้

### พฤติกรรมและการกินอาหาร

หอยหวานนั้นเป็นสัตว์ที่ชอบออกหาอาหารกินตอนกลางคืน โดยในเวลาปกติ หอยหวานจะฝังตัวอยู่ใต้ทรายหรือทรายปนโคลนที่พื้นทะเล เมื่อโผล่ขึ้นมาจะเคลื่อนตัวไปข้างหน้า โดยพฤติกรรมแล้ว หอยหวานจัดเป็นสัตว์อยู่ในจำพวกกินซาก (scavenger) โดยชอบกินซากสัตว์มากกว่า ซากพืชซึ่งตรงกันข้ามกับหอยเป่าอื้อและชอบกินอาหารที่อ่อนนุ่ม มีกลิ่นคาวและอยู่ในสภาพสด หอยหวานจะยื่นวงยาว (proboscis) ออกมาจากปาก แล้วไปดูดกินซากสัตว์จนอิ่มแล้วจะเคลื่อนที่ไปมา สักพักก็จะกลับลงไปฝังตัวตามเดิม

### สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

หอยหวานเป็นสัตว์ทะเล ดังนั้น ปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตที่สำคัญในลำดับแรก คงเป็นเรื่องของความเค็มของน้ำ เนื่องจากน้ำทะเลอุดมไปด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย ในระดับความเค็มของน้ำทะเลตามธรรมชาตินั้นมีความสมดุลกับความเข้มข้นของแร่ธาตุต่างๆ ภายในร่างกายของหอยหวาน ซึ่งหอยหวานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ของขบวนการต่างๆ ภายในตัวและการสร้างเปลือกเพื่อการเจริญเติบโตและแข็งแรงสมบูรณ์ได้ หอยหวานมีความสามารถในระดับหนึ่งที่จะปรับตัวต่อระดับความเค็มที่เปลี่ยนแปลงไป โดยขึ้นอยู่กับระยะของการพัฒนาและขนาดของหอย (ฝักไข่, veliger larvar, early juvenile และ หอย 1 เซนติเมตร ขึ้นไป) ลูกหอยหวานตั้งแต่ฟักออกมาจากฝักไข่จนถึงขนาด 1 ซม. ต้องการความเค็มของน้ำอยู่ระหว่าง 30-35 ส่วนในพันส่วน

## การอนุบาลลูกหอย

ฐิติมา และ ลือชัย (2547) ทำการทดลองอนุบาลหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ระยะวัยน้ำ (veliger) โดยใช้ไรน้ำเค็มเป็นอาหารเสริม ปล่อยลูกหอยความหนาแน่น 1500 ตัวต่อตู้แบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ๆ ละ 3 ซ้ำ คือชุดควบคุม โดยให้แพลงก์ตอนพืช และชุดที่เสริมด้วยไรน้ำเค็มพบว่าชุดที่เสริมด้วยไรน้ำเค็มมีลูกหอยระยะลงพื้นมากกว่าชุดควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

บึงอรุณและคณะ (2548) ทำการผลิตลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) เชิงพาณิชย์ นำฝักไข่แบ่งมส์แบ่งตะกร้าพลาสติก 6 ใบ เมื่อลูกหอยฟักเป็นตัวจึงย้ายมาใส่ถังขนาด 200 ลิตร จำนวน 6 ใบ โดยควบคุมน้ำในถังปริมาตร 180 ลิตร ลูกหอยหวานระยะ veliger larvae จำนวน 992,150 ตัว มาอนุบาลด้วยแพลงก์ตอนชนิด *Tetraselmis* sp. หรือ *Chaetoceros* sp. หรือสาหร่ายผง (*Spirulina* sp.) เมื่อหอยหวานเริ่มลงพื้นให้สาหร่ายผงและอาร์ทีเมียตัวเต็มวัย จากผลการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายสูงสุดตั้งแต่ระยะ veliger larvae จนลูกหอยมีอายุ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 11.20 เปอร์เซ็นต์ หลังการ 90 วัน ได้ลูกหอยขนาด 1 เซนติเมตรขึ้นไปคิดเป็น 97.02 เปอร์เซ็นต์ มี ต้นทุนการผลิตรวมเฉลี่ยตัวละ 57.02 สตางค์

## การอนุบาลลูกหอยหวานระยะลงพื้นจนถึงขนาด 1 เซนติเมตร

หลังจากลูกหอยลงเกาะหมดแล้วนำลูกหอยมาอนุบาลต่อจนได้ขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร ก่อนที่จะนำมาเลี้ยงเป็นหอยเนื้อต่อไป ความหนาแน่นในการอนุบาลอยู่ระหว่าง 20,000-30,000 ตัวต่อตารางเมตรในระยะนี้ไม่จำเป็นต้องมีทรายให้ลูกหอยฝังตัว การใช้ทรายจะทำให้ลูกหอยมีอัตราการรอดต่ำเพราะจะเป็นที่สะสมของเสีย และการจัดการยุ่งยาก ในสัปดาห์แรกถ้ามีการดูแลไม่ดีลูกหอยจะมีอัตราการตายสูงมาก และลูกหอยมักจะคลานขึ้นมาเหนือน้ำและแห้งตาย วิธีที่ง่ายที่สุดคือ ใช้ถังที่มีความสูงไม่มากนักและปิดปากถังเลี้ยง เพื่อให้มีความชื้นภายในจะทำให้หอยไม่แห้งตายเมื่อคลานขึ้นมาเหนือน้ำให้อาหารประเภทเนื้อกุ้ง หรือเคย วันละ 2 ครั้ง เปลี่ยนถ่ายน้ำหลังจากให้อาหาร เมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 1 เดือนลูกหอยมีขนาดเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตรจึงย้ายไปลงบ่อเลี้ยงที่มีทรายและเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาได้ลูกหอยมีขนาด 1 เซนติเมตร เมื่ออายุได้ 7-8 สัปดาห์ อัตราการรอดของลูกหอยจากลงพื้นถึงขนาด 1 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 30-40 เปอร์เซ็นต์ (จรัญ และคณะ, 2547)

## การเลี้ยงหอยหวานให้ได้ขนาดตลาด

การเลี้ยงหอยหวานให้ได้ขนาดตลาดใช้เวลา 7-11 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดที่เริ่มเลี้ยงและจับขาย โดยในช่วงแรกลูกหอยจะโตช้า เลี้ยงหอยขนาด 1 เซนติเมตรด้วยความหนาแน่น 300-500 ตัวต่อตารางเมตรและสามารถเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักตัวละ 10 กรัมภายใน 7 เดือน เมื่อเลี้ยงต่ออีก 2 เดือน จะมีขนาดตัวละ 15 กรัม และเมื่อเลี้ยงครบ 11 เดือน จะมีน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 20 กรัม ซึ่งความหนาแน่นจะอยู่ระหว่าง 200-400 ตัวต่อตารางเมตร การเลี้ยงหอยเนื้อควรมีทรายรองก้นบ่อเพื่อให้หอยฝังตัว และมีการทำความสะอาดทรายเป็นครั้งคราว เปลี่ยนถ่ายน้ำวันละครึ่งหรือใช้ระบบหมุนเวียนน้ำ ให้ปลาข้างเหลืองหันเป็นอาหารวันละครึ่ง ประมาณ 2-7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวเก็บอาหารที่เหลือออกหลังจากหอยกินได้ประมาณ 2 ชั่วโมง ในระยะนี้หอยจะมีอัตราการอดเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตที่ได้อยู่ระหว่าง 4-6 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อรุ่น (จรัญ และคณะ, 2547)

ลือชัย และคณะ (2548) ได้ทำการเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ในกระชังบ่อดิน โดยปล่อยหอยหวานขนาดความยาว  $1.60 \pm 0.20$  เซนติเมตร แบ่งการทดลองเป็น 4 ความหนาแน่น คือ 300, 400, 500 และ 600 ตัวต่อตารางเมตร พบว่าการเจริญเติบโตด้านความยาว ความกว้างและน้ำหนัก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยที่ความหนาแน่น 300 ตัวต่อตารางเมตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

## คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยหวาน

ในการเพาะเลี้ยงหอยหวานเรื่องของคุณภาพน้ำก็ถือเป็นสิ่งที่มองข้ามไม่ได้ จากการทดลองเลี้ยงหอยหวานทำให้ทราบว่าค่าต่างๆ ที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยหวานคล้ายกับการเพาะเลี้ยงและ อนุบาลกุ้งทะเล ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $24-32^{\circ}\text{C}$  ส่วนความเค็มอยู่ในช่วง 28-33 ppt และ pH อยู่ในช่วงระหว่าง 6.5-9.0 และออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่เกิน 5 ppm นอกจากนี้ ค่าอัลคาไลน์ที่ที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ในช่วง 45-200 ppm โดยน้ำที่มีความกระด้างมากจะมีค่าอัลคาไลน์สูงและเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างน้ำที่มีความกระด้างน้อยกับน้ำที่มีความกระด้างมากนั้น น้ำที่มีความกระด้างมากจะทำให้เกิดชีวภาพ ดีกว่าน้ำกระด้างอ่อนๆ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขวัญเรือน และคณะ (2536) ได้ทำการศึกษาการลงเกาะของไดอะตอมบนวัสดุที่เป็นอะครีลิก เป็นระยะเวลา 40 วัน แผ่นล่ออาหารที่แขวนไว้นี้เก็บขึ้นมาทุกๆ 5 วัน ครั้งละ 1 แผ่น ผลการศึกษาพบไดอะตอมทั้งหมด 11 ชนิด คือ *Navicula* sp., *Nitzschea* sp., *Licmorphora* sp., *Fragilaria* sp., *Ananthes* sp., *Grammatophora* sp., *Melosira* sp., *Amphiphora* sp., *Amphora* sp., *Chaetoceros* sp. และ *Skeletonema* sp. เมื่อทำการแยกไดอะตอมที่เกาะบนแผ่นอะครีลิกมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการพบว่าสามารถทำการเลี้ยงได้ 4 ชนิด คือ *Navicula* sp., *Nitzschea* sp., *Licmorphora* sp. และ *Fragilaria* sp. อัตราการลงเกาะบนแผ่นอะครีลิกของไดอะตอมในวันที่ 4 ของการทดลองพบ *Navicula* sp., *Nitzschea* sp. และ *Fragilaria* sp. คือ 363, 82 และ 58 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ และอัตราการลงเกาะของไดอะตอมทั้ง 4 ชนิด ในวันที่ 4 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นิพนธ์ และจรัญ (2543) ทำการศึกษาทดลองฝึกไข่หอยหวานที่ระดับความหนาแน่น ต่างกัน 9 ระดับคือ 1, 2, 5, 10, 20, 25 และ 30 ฝักต่อน้ำหนึ่งลิตร พบว่าฝักไข่จะเริ่มฟักออกเป็นตัวอ่อน (veliger larvae) เมื่อถึงวันที่ 5 และ ฟักออกเป็นตัวหมดวันที่ 7 จากผลการทดลองฝึกไข่พบว่า ใช้ความหนาแน่นของฝักไข่ จำนวน 20 ฝักต่อน้ำ 1 ลิตร จะมีความเหมาะสมที่สุดเนื่องจากให้จำนวนลูกหอยระยะ veliger larvae สูงต้นทุนการผลิตต่ำและคุณภาพน้ำยังอยู่ในระยะดี

จิตติมา และลือชัย (2547) ทำการอนุบาลหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ระยะวัยน้ำ (veliger) โดยใช้ไรน้ำเค็มเป็นอาหารเสริม การทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการอนุบาลหอยหวานด้วยแพลงก์ตอนพืช (ชุดควบคุม) และชุดที่เสริมด้วยไรน้ำเค็ม พบว่าชุดควบคุมมีลูกหอยระยะลงเกาะพื้น (early juvenile) จำนวน  $277 \pm 6.08$  ตัว อัตราการรอดตาย  $18.47 \pm 0.41$  เปอร์เซ็นต์ และความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับชุดที่เสริมด้วยไรน้ำเค็มมีลูกหอยระยะลงเกาะพื้น (Early juvenile) จำนวน  $430.33 \pm 22.12$  ตัว อัตราการรอดตาย  $28.69 \pm 1.48$  เปอร์เซ็นต์

ปริญญา และสมพิศ (2548) ทำการอนุบาลหอยหวานวัยอ่อน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โดยทำการอนุบาลลูกหอยจากระยะเวลลิเจอร์ (veliger larvae) ถึงระยะลงพื้น (early juvenile) ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลิตร

จำนวน 8,000 ตัวต่อถัง ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 6 ชุดการทดลอง พบว่า อัตราการรอดเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P>0.05$ ) แต่การให้ *Isochrysis* sp. เป็นอาหารอย่างเดียวในชุดการทดลองที่ 1 ทำให้ลูกหอยระยะบงพื้นมีอัตราการรอดต่ำสุด และการให้ *Cheatoceeros* sp. และ *Tetraselmis* sp. ร่วมกัน ในชุดการทดลองที่ 4 ให้อัตราการรอดสูงสุด

วรเทพ: มุฑูวรรณ (2548) ได้ทำการทดลองอนุบาลหอยหวานในระยะวัยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน พบว่าความหนาแน่นระหว่าง 500-2,000 ตัวต่อลิตร มีอัตราการรอดตายและอัตราการลงเกาะของหอยหวานที่ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการอนุบาลหอยหวานวัยอ่อนที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1,000-1,500 ตัวต่อลิตร นอกจากนี้ยังทำการศึกษาในเรื่องของ ความถี่หรือจำนวนมือในการให้อาหารที่แตกต่างกัน เพื่อหาจำนวนมือให้อาหารที่เหมาะสม โดยให้อาหารจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวันเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าอัตราการรอดของหอยหวานสูงสุดเมื่อให้อาหารเป็นประจำวันละ 2 ครั้ง และเพิ่มจำนวนครั้งในการให้อาหารเป็น 3 หรือ 4 ครั้งต่อวัน จะทำให้อัตราการรอดตายของหอยหวานลดลง

Pechennik et al. (1996) ได้ทำการศึกษาคความหนาแน่นของอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกหอยฝาเดี่ยวชนิด *Crepidula fornicate* โดยให้สาหร่ายเซลล์เดี่ยวชนิด *Isochrysis galbana* ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นอาหาร พบว่าความเข้มข้นของสาหร่ายมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนรูปร่าง (metamorphosis) ของลูกหอย

## บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

สถานที่ทำการทดลองได้แก่ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีทางทะเล และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีทางทะเล คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จันทบุรี

ทำการจัดเตรียมระบบสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยหวานเพื่อการผลิตฝักไข่ โดยทำการเลี้ยงหอยหวานอายุประมาณ 4 เดือน ในถังขนาดพื้นที่ประมาณ 2 ตารางเมตร เป็นเวลาประมาณ 2-3 เดือน ให้อาหารสด เปลี่ยนถ่ายน้ำวันเว้นวันประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำ ฝักไข่ที่ผลิตได้จะนำมาใช้ในการศึกษาวิจัย

#### การทดลองที่ 1 ผลของชนิดอาหารต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

การออกแบบการทดลอง ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด เปลี่ยนแปลงชนิดอาหารที่ให้ตัวอ่อนหอยหวาน โดยมีชุดทดลองที่ศึกษาได้แก่ ปลาข้างเหลือง กุ้ง ปลาหมึก หอยแมลงภู่ และอาหารสำเร็จรูป ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จัดชุดทดลองและซ้ำโดยการสุ่ม

การเตรียมน้ำสำหรับการทดลอง เตรียมน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 30 psu ทำการกำจัดเชื้อโรคและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 40 ppm ให้อากาศตลอดเวลาเพื่อให้คลอรีนสลายตัว ก่อนนำมาทดลอง

สัตว์ทดลอง นำฝักไข่หอยหวานมาทำการอนุบาล เมื่อลูกหอยวัยอ่อนฟักเป็นตัวออกมาภายนอกฝักไข่ นำลูกหอยวัยอ่อนมาทดลองที่ระดับความหนาแน่นของลูกหอย 300 ตัว/น้ำ 1 ลิตร

การเตรียมหน่วยทดลอง หน่วยทดลองที่ใช้ได้แก่ ตู้กระจกความจุ้น้ำประมาณ 10 ลิตร ใส่ความเค็ม 30 psu นำตัวอ่อนหอยหวานวัยอ่อนที่จะทดลองมาเลี้ยง ให้ *Chaetoceros* sp. วันละ 2 ครั้ง

การดำเนินการทดลอง ทำการเลี้ยงลูกหอยประมาณ 10-12 วัน ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะพื้น ปรับปริมาณการให้ *Chaetoceros* sp. ตามความต้องการของลูกหอย เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน ตรวจสอบอัตราการรอดของลูกหอยวัน

เว้นวัน เมื่อลูกหอยพัฒนาจากวัยอ่อนจนถึงระยะลงเกาะพื้นเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น ด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Cody and Smith, 1997)

## การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

การออกแบบการทดลอง ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด เปลี่ยนแปลงชนิดวัสดุเพื่อให้ตัวอ่อนหอยหวานลงเกาะ โดยวัสดุที่ศึกษาได้แก่ ทรายละเอียด ทรายหยาบ เปลือกหอยนางรม และเชือกพลาสติก และทำการทดลอง 3 ซ้ำ จัดชุดทดลองและซ้ำโดยการสุ่ม

การเตรียมน้ำสำหรับการทดลอง เตรียมน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 30 psu ทำการกำจัดเชื้อโรคและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 40 ppm ให้อากาศตลอดเวลาเพื่อให้คลอรีนสลายตัว ก่อนนำมาทดลอง

สัตว์ทดลอง นำฝักไข่อยหวานมาทำการอนุบาล เมื่อลูกหอยวัยอ่อนฟักเป็นตัวออกมาภายนอกฝักไข่อยหวาน นำลูกหอยวัยอ่อนมาทดลองที่ระดับความหนาแน่นของลูกหอย 300 ตัว/น้ำ 1 ลิตร

การเตรียมหน่วยทดลอง หน่วยทดลองที่ใช้ได้แก่ ตู้กระจกความจุ้น้ำประมาณ 10 ลิตร ใส่ความเค็ม 30 psu ปูพื้นหน่วยทดลองด้วยทรายละเอียด นำตัวอ่อนหอยหวานวัยอ่อนที่จะทดลองมาเลี้ยง ให้ *Chaetoceros* sp. วันละ 2 ครั้ง

การดำเนินการทดลอง ทำการเลี้ยงลูกหอยประมาณ 10-12 วัน ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะพื้น ปรับปริมาณการให้ *Chaetoceros* sp. ตามความต้องการของลูกหอย เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน ตรวจสอบอัตราการรอดของลูกหอยวันเว้นวัน เมื่อลูกหอยพัฒนาจากวัยอ่อนจนถึงระยะลงเกาะพื้นเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น ด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Cody

and Smith, 1997)

### การทดลองที่ 3 ผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

การออกแบบการทดลอง ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด เปลี่ยนแปลงชนิดของสัดส่วนของวัสดุเพื่อให้ลูกหอยลงเกาะและปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของทรายหยาบต่ออินทรีย์วัตถุดังนี้ 100:0, 90:10, 80:20, 75:25 และ 50:50 น้ำหนัก:น้ำหนัก (W/W) อินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ใบไม้ป่าชายเลนที่แช่น้ำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จัดชุดทดลองและซ้ำโดยการสุ่ม

การเตรียมน้ำสำหรับการทดลอง เตรียมน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 30 psu ทำการกำจัดเชื้อโรคและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 40 ppm ให้อากาศตลอดเวลาเพื่อให้คลอรีนสลายตัว ก่อนนำมาทดลอง

สัตว์ทดลอง นำฝักไข่หอยหวานมาทำการอนุบาล เมื่อลูกหอยวัยอ่อนฟักเป็นตัวออกมาภายนอกฝักไข่ นำลูกหอยวัยอ่อนมาทดลองที่ระดับความหนาแน่นของลูกหอย 300 ตัว/น้ำ 1 ลิตร

การเตรียมหน่วยทดลอง หน่วยทดลองที่ใช้ได้แก่ ตู้กระจกความจุ้น้ำประมาณ 10 ลิตร ใส่ความเค็ม 30 psu ปูพื้นหน่วยทดลองด้วยวัสดุละเอียดต่าง ๆ นำตัวอ่อนหอยหวานวัยอ่อนที่จะทดลองมาเลี้ยง ให้ *Chaetoceros* sp. วันละ 2 ครั้ง

การดำเนินการทดลอง ทำการเลี้ยงลูกหอยประมาณ 10-12 วัน ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะพื้น ปรับปริมาณการให้ *Chaetoceros* sp. ตามความต้องการของลูกหอย เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน ตรวจสอบอัตราการรอดของลูกหอยวันเว้นวัน เมื่อลูกหอยพัฒนาจากวัยอ่อนจนถึงระยะลงเกาะพื้นเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และอัตราการรอดของลูกหอยระยะลงเกาะพื้น ด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Cody and Smith, 1997)

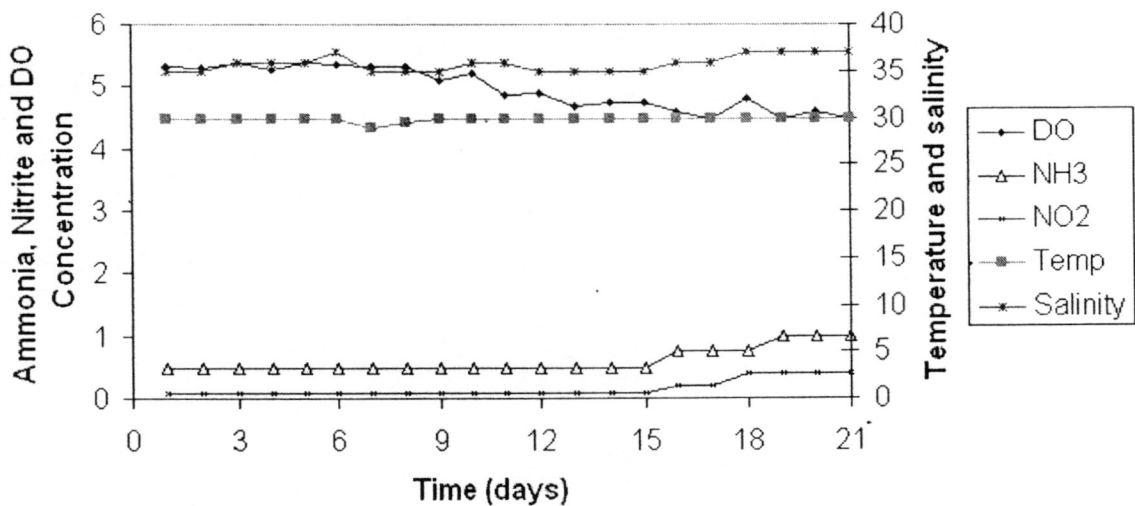
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของชนิดอาหารต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

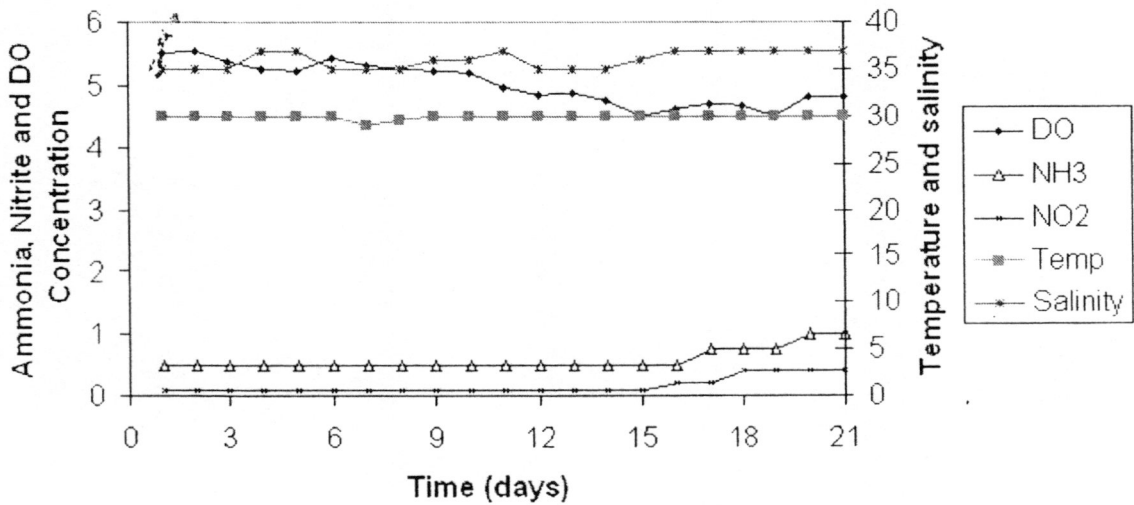
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

จากการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ปลาข้างเหลืองเป็นอาหาร (ภาพที่ 4-1) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ในช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยง และในช่วงเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดลง



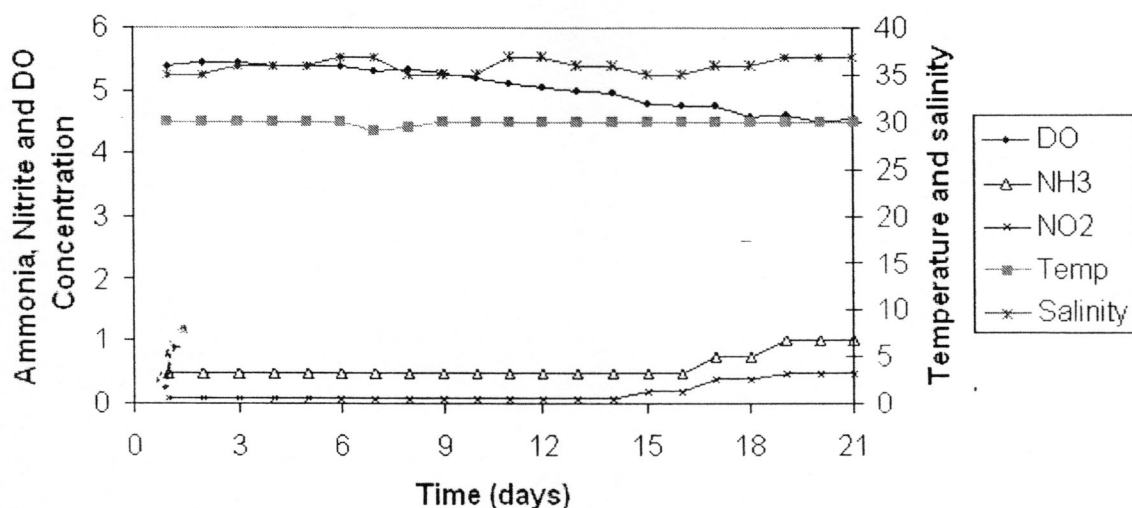
ภาพที่ 4-1 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้ปลาข้างเหลืองเป็นแหล่งอาหาร

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ให้กุ้งเป็นอาหาร (ภาพที่ 4-2) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ในช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยง และในระยะเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดลงคล้ายกับชุดทดลองที่ใช้ปลาข้างเหลืองเป็นอาหาร



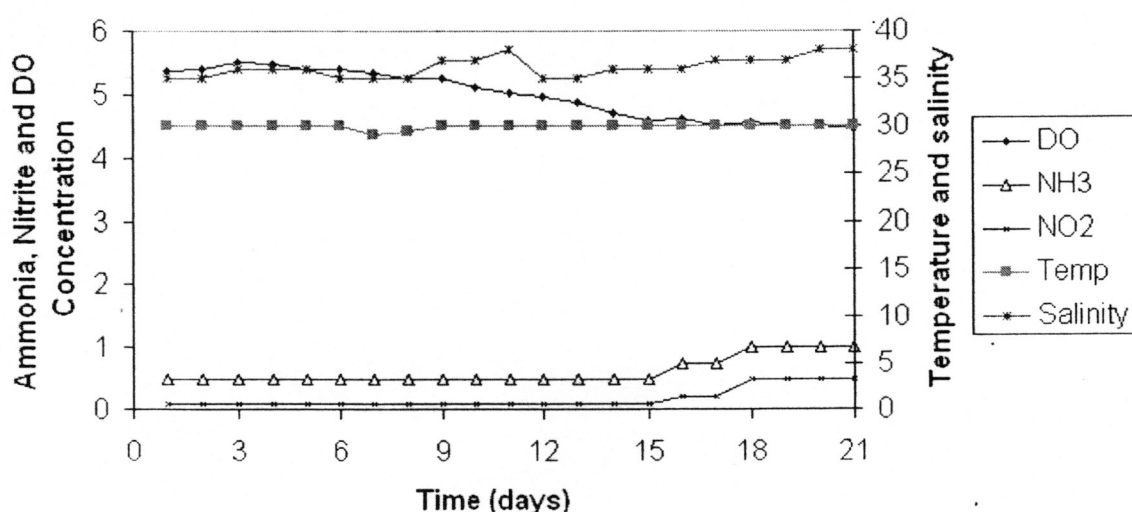
ภาพที่ 4-2 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้กุ้งเป็นแหล่งอาหาร

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ให้ปลาหมึกเป็นอาหาร (ภาพที่ 4-3) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ ประมาณ 14 วันแรก หลังจากนั้นปริมาณทั้งแอมโมเนีย และไนไตรท์ จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลอง และในระยะเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดต่ำลง



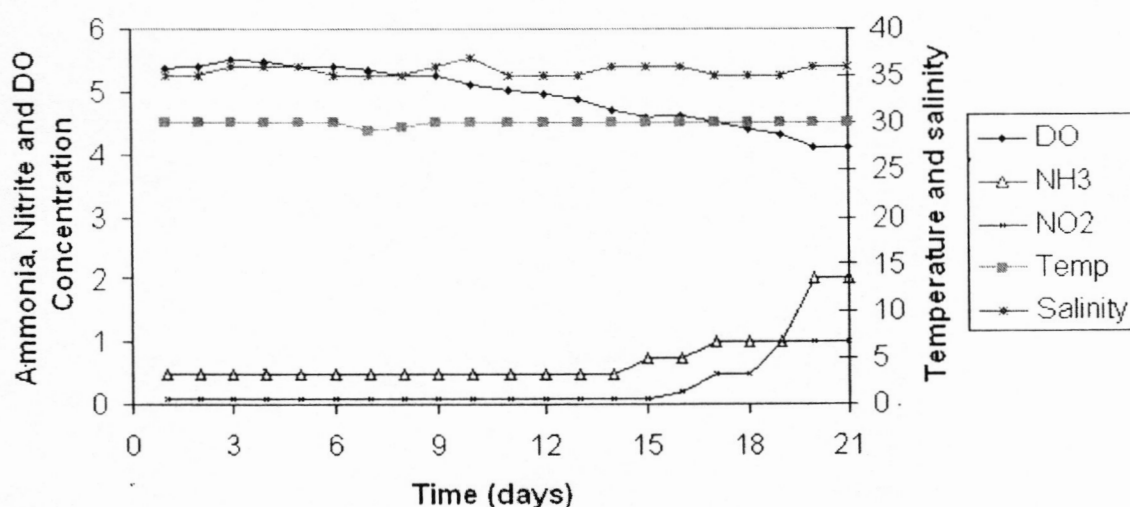
ภาพที่ 4-3 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้ปลาหมึกเป็นแหล่งอาหาร

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ให้หอยแมลงภู่เป็นอาหาร (ภาพที่ 4-4) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ ประมาณ 14 วันแรก หลังจากนั้นปริมาณทั้งแอมโมเนีย และไนไตรท์ จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยงจนถึงสิ้นสุดการทดลอง และในช่วงเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดต่ำลง คุณภาพน้ำในชุดทดลองนี้จะมีความแปรผันในช่วงกว้าง



ภาพที่ 4-4 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้หอยแมลงภู่เป็นแหล่งอาหาร

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ให้อาหารกุ้งสำเร็จรูปเป็นอาหาร (ภาพที่ 4-5) อุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ประมาณ 13 วันแรก หลังจากนั้นปริมาณทั้งแอมโมเนีย และไนไตรท์ จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลอง และในช่วงเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดลง คุณภาพน้ำในชุดทดลองนี้จะมีความแปรผันมากกว่าชุดทดลองอื่น

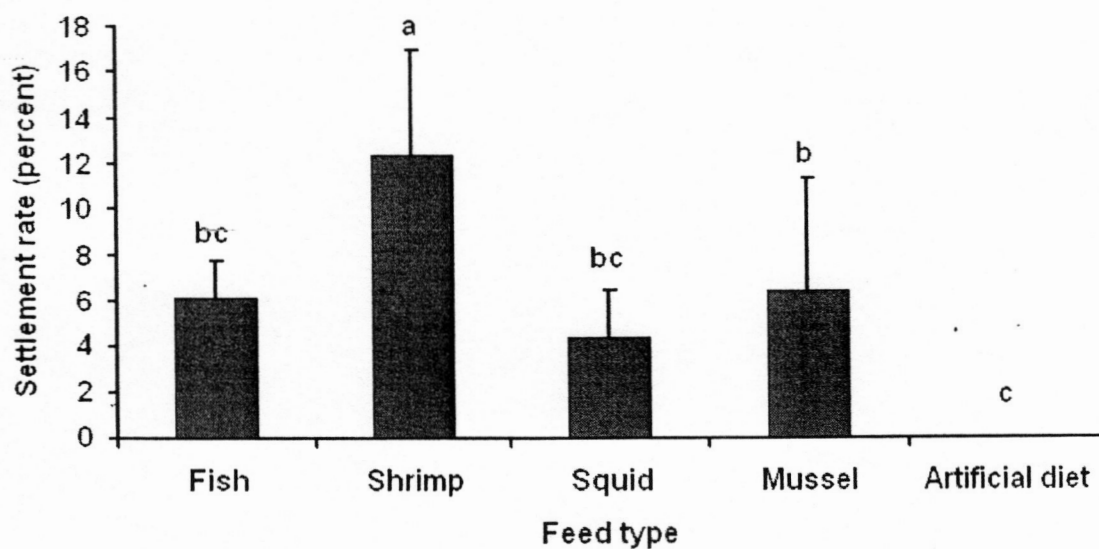


ภาพที่ 4-5 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้อาหารสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหาร

#### การพัฒนาของตัวอ่อนหอยหวาน

ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับอาหารที่กระตุ้นให้มีการลงเกาะพื้นแตกต่างกัน 5 ชุดทดลอง จะมีจำนวนลูกหอยลงเกาะพื้นแตกต่างกัน (ภาพที่ 4-6) โดยลูกหอยที่ได้รับกุ้งเป็นอาหารสามารถพัฒนาการเจริญเติบโตและลงเกาะพื้นได้เป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ชุดทดลองที่ลูกหอยได้รับปลาข้างเหลืองเป็นอาหาร ในขณะที่ลูกหอยที่ได้รับปลาหมึก และหอยเป็นอาหารที่ใช้ในการกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโต พบว่าจำนวนตัวลูกหอยที่พัฒนาจนลงเกาะพื้นมีจำนวนลดลง ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปพบว่าลูกหอยไม่สามารถพัฒนาได้จนถึงระยะเกาะลงพื้น

ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับกุ้งเป็นอาหารจะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นสูงที่สุดและแตกต่างกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับหอยแมลงภู่เป็นอาหารมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นรองลงมาแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) กับตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับปลาข้างเหลียงและปลาหมึกเป็นอาหาร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) กับตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป เนื่องจากตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารพบว่าการตุ๋นของตัวอ่อนหอยหวานทั้งหมด ตัวอ่อนหอยหวานไม่สามารถพัฒนาได้จนถึงระยะลงเกาะ



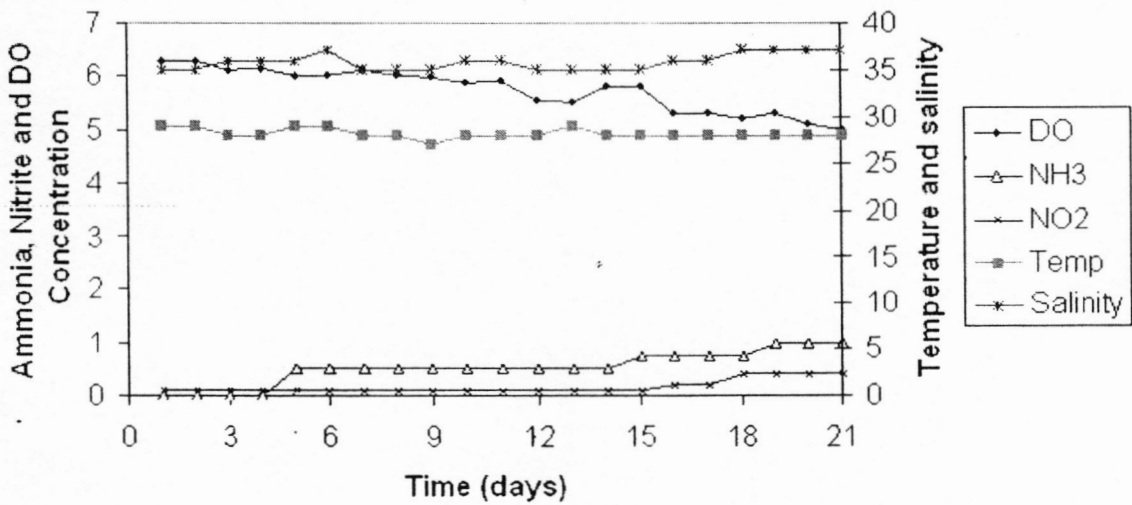
ภาพที่ 4-6 เปอร์เซ็นต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอาหารแตกต่างกันชนิด

การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

จากการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุอนุภาครอง

เกาะของตัวอ่อนหอยหวาน (ภาพที่ 4-7) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณแอมโมเนียจะมีการสะสมประมาณวันที่ 5 ของการทดลองและเมื่อระยะเวลาในการทดลองนานขึ้น ปริมาณแอมโมเนียจะสะสมมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการทดลอง แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยงตามปริมาณของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น และในระยะเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดลง

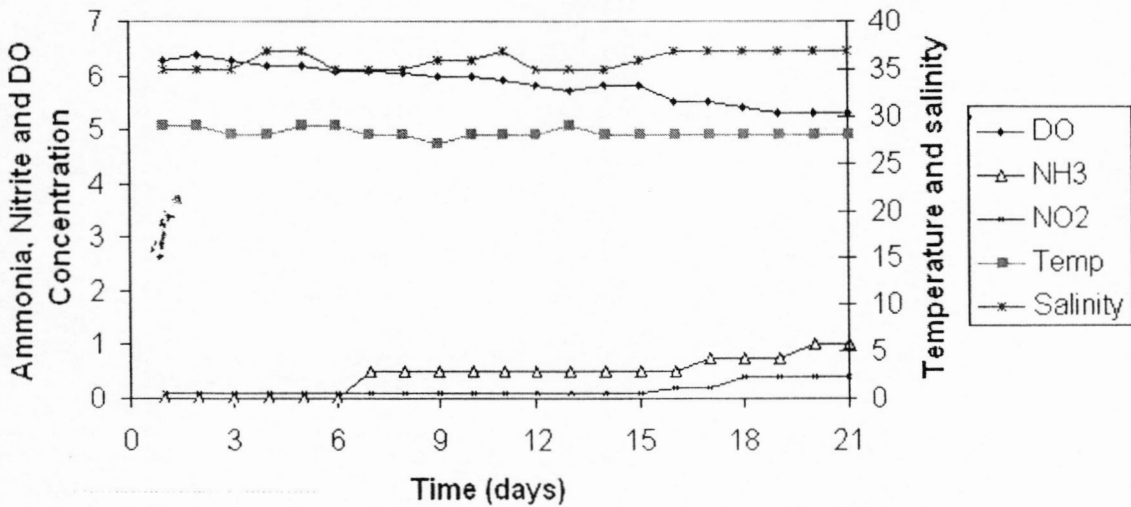


ภาพที่ 4-7 คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุรองการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

จากการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน (ภาพที่ 4-8) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-37 ppt ปริมาณแอมโมเนียจะมีการสะสมประมาณวันที่ 7 ของการทดลอง ในขณะที่ปริมาณไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการทดลอง แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นในช่วงปลายของการเลี้ยงตามปริมาณของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น และในระยะเวลาเดียวกันปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีปริมาณลดลง

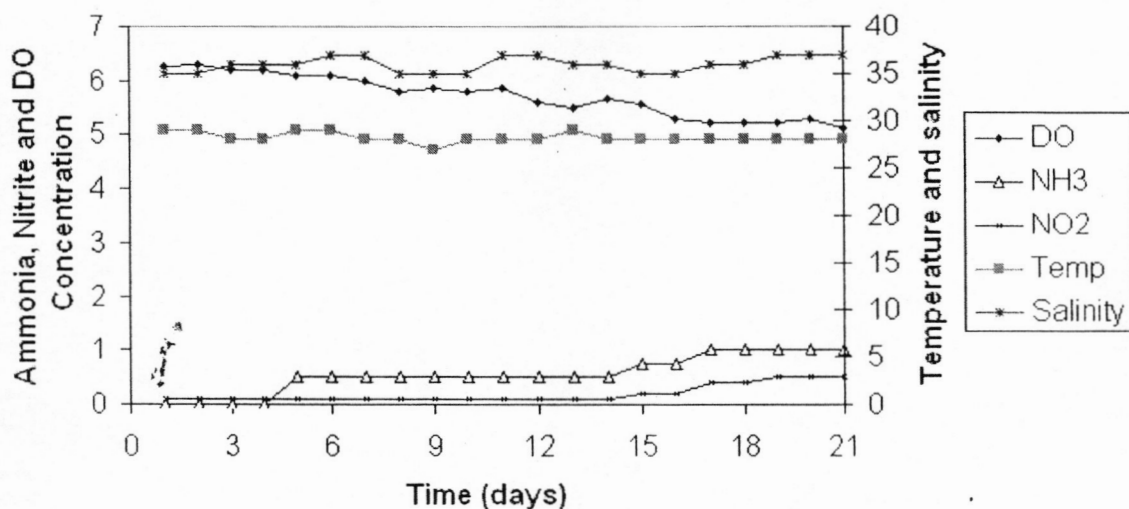
28 11 42

๒๓๙-๔  
 ๙๒๖๓  
 ก-๒



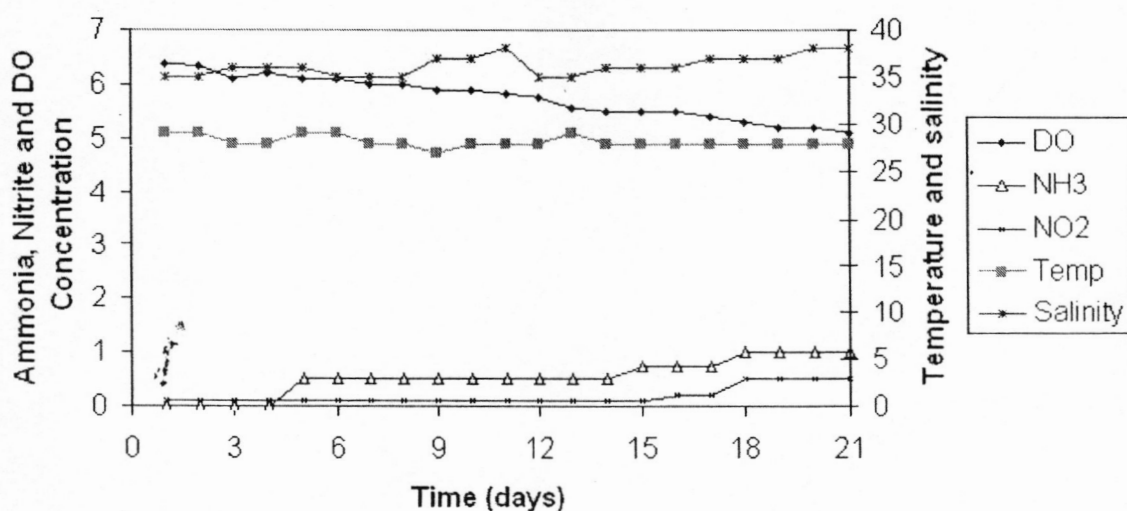
ภาพที่ 4-8 คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

จากการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้เปลือกหอยนางรมชิ้นเล็กเป็นวัสดุรองเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน (ภาพที่ 4-9) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-37 ppt ปริมาณแอมโมเนียจะมีการสะสมประมาณวันที่ 5 ของการทดลองและเมื่อระยะเวลาในการทดลองนานขึ้น ปริมาณแอมโมเนียจะสะสมมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการทดลอง แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นประมาณวันที่ 15 ของการทดลองตลอดจนสิ้นสุดระยะเวลาทดลอง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำพบว่าจะเริ่มลดลงในวันที่ 10 ของการทดลองและลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4-9 คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้เปลือกหอยนางรมชิ้นเล็กเป็นวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

จากการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้เชือกฟางเป็นวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน (ภาพที่ 4-10) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-39 ppt ความเค็มเพิ่มมากขึ้นในช่วงท้ายของการทดลอง ปริมาณแอมโมเนียจะมีการสะสมประมาณวันที่ 5 ของการทดลองและเมื่อระยะเวลาในการทดลองนานขึ้น ปริมาณแอมโมเนียจะสะสมมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการทดลอง แต่จะเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นประมาณวันที่ 15 ของการทดลองตลอดจนสิ้นสุดระยะเวลาทดลอง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำพบว่าจะเริ่มลดลงในวันที่ 10 ของการทดลองและลดลงเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการทดลอง

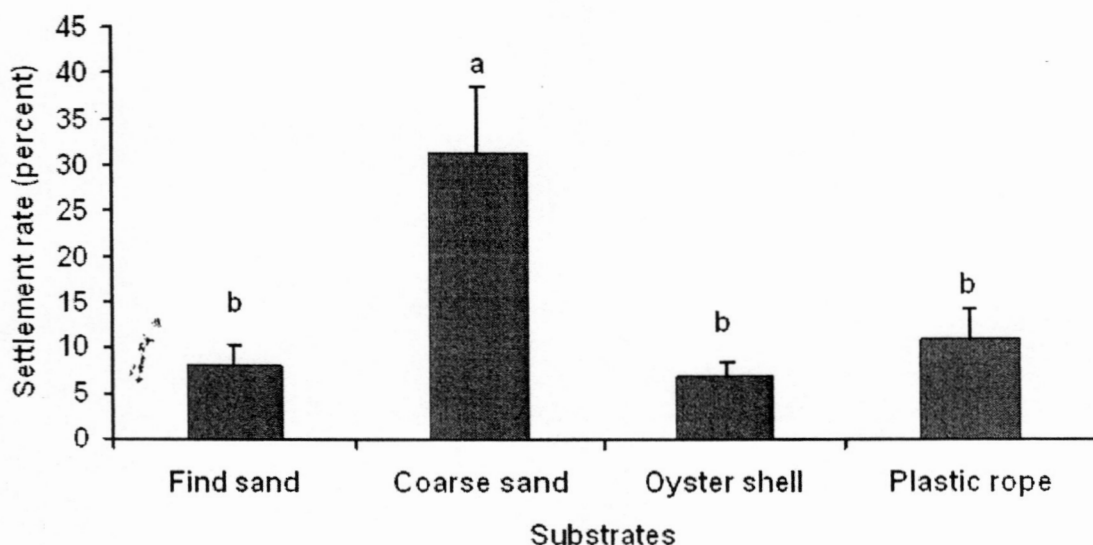


ภาพที่ 4-10 คุณภาพน้ำในชุดทดลอง ใช้เชือกฟางเป็นวัสดุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

#### การพัฒนาของตัวอ่อนหอยหวาน

ในการทดลองนี้อาหารที่ให้ตัวอ่อนหอยหวานในระยะลงเกาะพื้นจะใช้กุ้งเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนหอยหวาน จากการทดลองพบว่าตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นให้มีการลงเกาะพื้นด้วยวัสดุแตกต่างกัน 4 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์การลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานจะแตกต่างกันดังภาพที่ 4-11 โดยลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยทรายหยาบสามารถพัฒนาการเจริญเติบโตและลงเกาะพื้นได้เป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะพื้นด้วยเชือกพลาสติก ทรายละเอียด และเปลือกหอยนางรม ตามลำดับ

ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะพื้นด้วยทรายหยาบจะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นสูงที่สุดและแตกต่างกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวัสดุ เชือกพลาสติก ทรายละเอียด และเปลือกหอยนางรม จะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นรองลงมาแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )



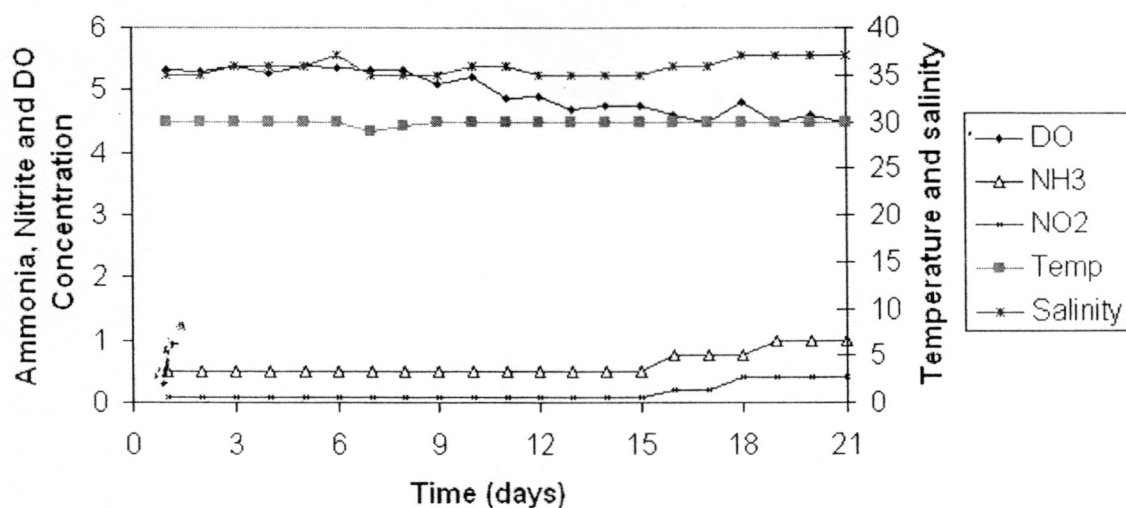
ภาพที่ 4-11 เปอร์เซนต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวัสดุที่แตกต่างกัน

ชนิด

การทดลองที่ 3 ผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวาน

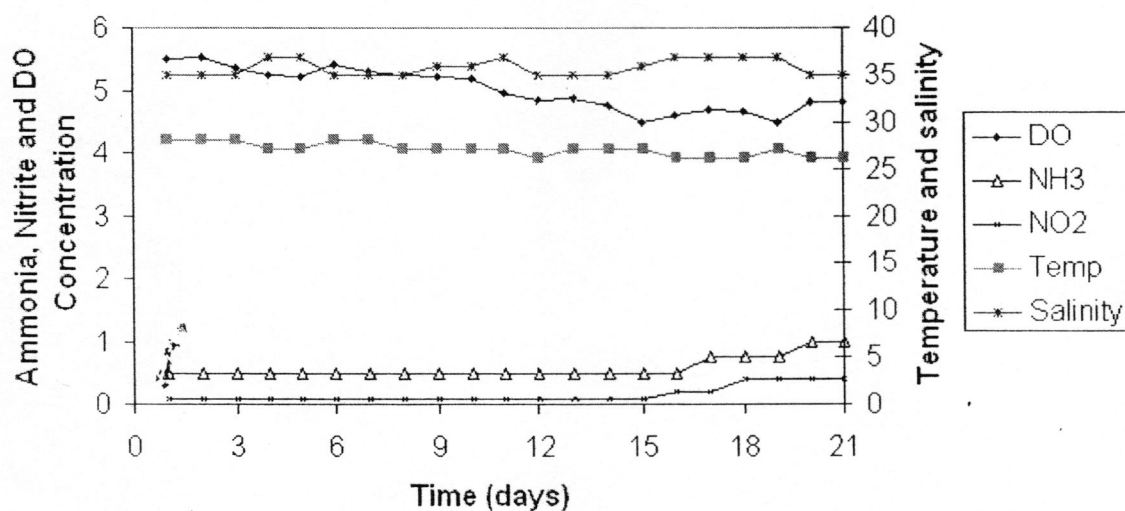
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 100 ต่อ 0 w/w (ภาพที่ 4-12) พบว่าอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยมีช่วงอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.8-5.3 mg/l ในช่วงแรกของการทดลองปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นในช่วงวันที่ 16 ของการเลี้ยง



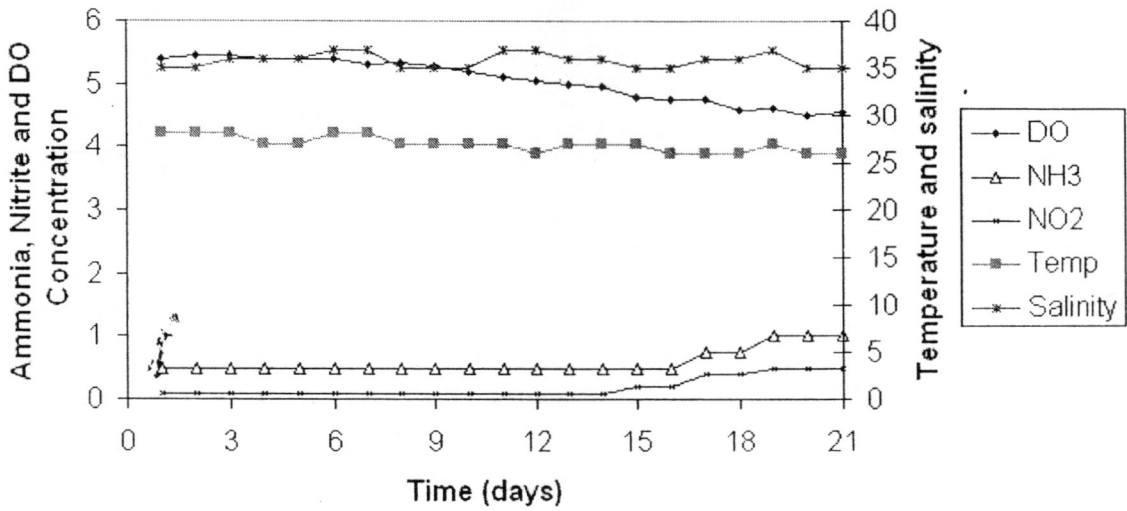
ภาพที่ 4-12 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 100 ต่อ 0 (w/w)

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 90 ต่อ 10 w/w (ภาพที่ 4-13) พบว่าอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยมีช่วงอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.8-5.3 mg/l ในช่วงวันที่ 10 ของการทดลองปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเริ่มลดลง ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ในช่วงแรกของการทดลองค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นในช่วงวันที่ 16 ของการเลี้ยง



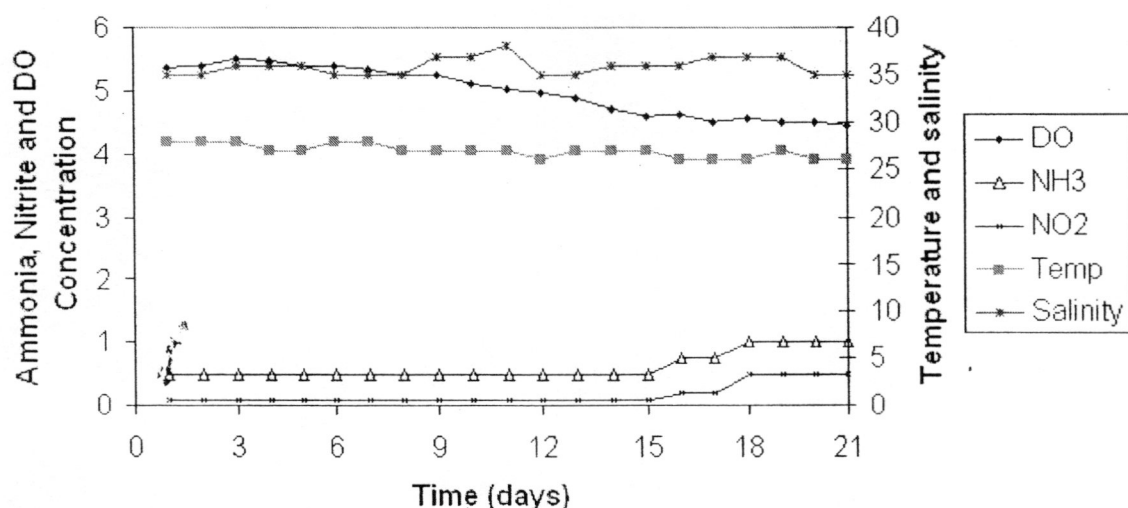
ภาพที่ 4-13 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 90 ต่อ 10 (w/w)

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 80 ต่อ 20 w/w (ภาพที่ 4-14) พบว่าอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยมีช่วงอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.8-5.3 mg/l ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการทดลอง ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ในช่วงแรกของการทดลองค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นในช่วงวันที่ 15 ของการเลี้ยง



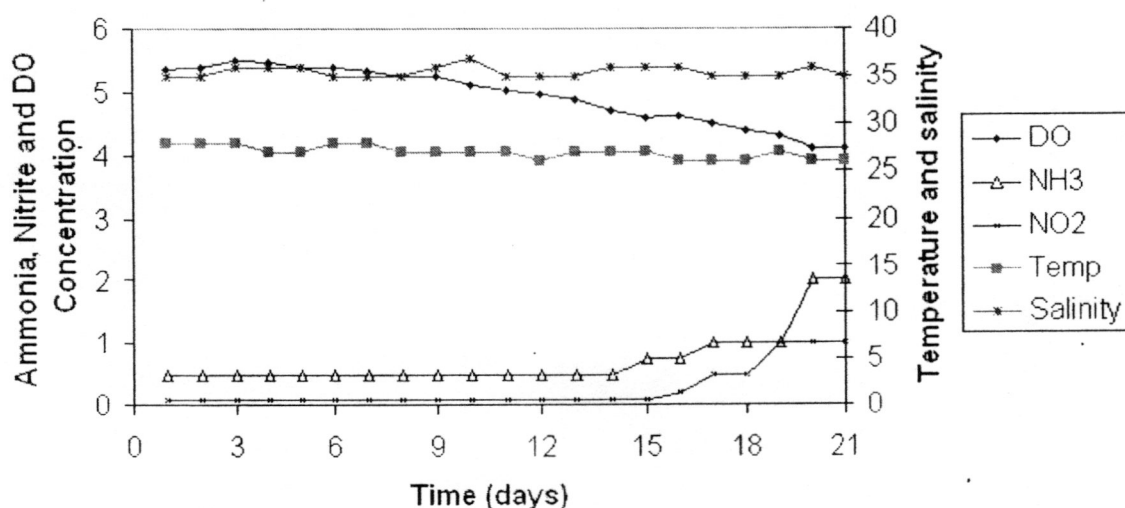
ภาพที่ 4-14 คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 80 ต่อ 20 (w/w)

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 75 ต่อ 25 w/w (ภาพที่ 4-15) พบว่าอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยมีช่วงอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.8-5.5 mg/l ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการทดลอง ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ในช่วงแรกของการทดลองค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นในช่วงวันที่ 16 ของการเลี้ยง



ภาพที่ 4-15 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 75 ต่อ 25 (w/w)

คุณภาพน้ำในชุดทดลองที่ใช้ทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 50 ต่อ 50 w/w (ภาพที่ 4-16) พบว่าอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยมีช่วงอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 35-38 ppt ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.8-5.5 mg/l ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างมากในระหว่างการทดลอง ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ในช่วงแรกของการทดลองค่อนข้างคงที่ แต่จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นในช่วงวันที่ 15 ของการเลี้ยง และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงท้ายการทดลอง

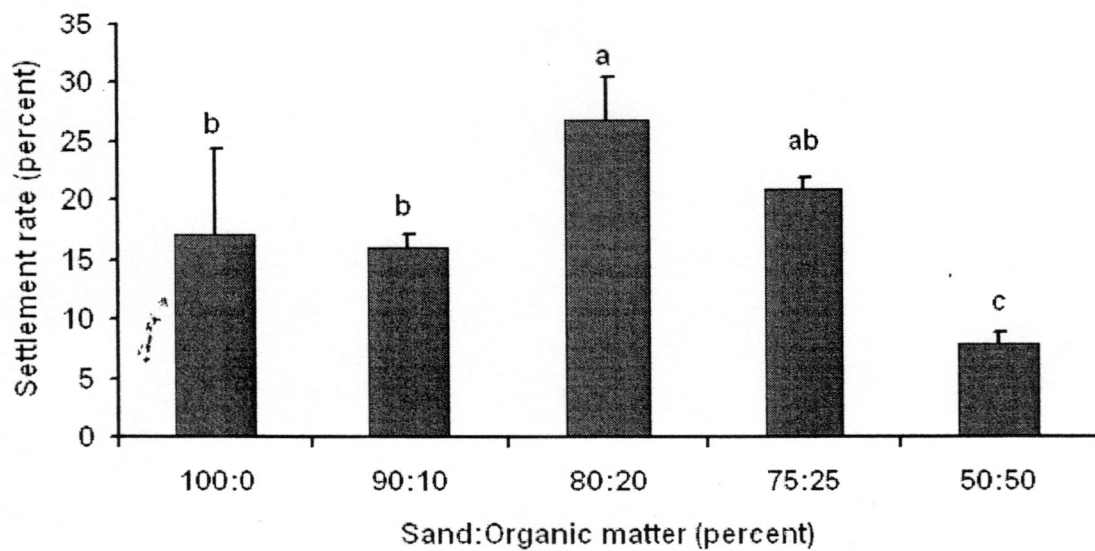


ภาพที่ 4-16 คุณภาพน้ำในชุดทดลองใช้วัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์เท่ากับ 50 ต่อ 50 (w/w)

## การพัฒนาของตัวอ่อนหอยหวาน

จากการทดลองพบว่าตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นให้มีการลงเกาะพื้นด้วยวัสดุรองพื้นที่มีปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกัน 5 ระดับ มีเปอร์เซ็นต์การลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวานจะแตกต่างกันดังภาพที่ 3-17 โดยลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 80:20 สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตและลงเกาะพื้นได้เป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 75:25, 100:0, 90:10 และ 50:50 ตามลำดับ

ตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะพื้นด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 80:20 จะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นสูงที่สุด และไม่แตกต่างกับตัวอ่อนหอยหวานที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะพื้นด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 75:25 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) แต่แตกต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ลูกลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 75:25, 100:0 และ 90:10 จะมีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาจนถึงระยะเกาะลงพื้นรองลงมาแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) แต่แตกต่างจากลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นให้ลงเกาะด้วยวัสดุรองพื้นทรายหยาบต่อสารอินทรีย์ 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )



ภาพที่ 4-17 เปอร์เซ็นต์การลงเกาะพื้นของลูกหอยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวัสดุรองพื้นที่มีปริมาณสารอินทรีย์แตกต่างกัน

## บทที่ 5

### อภิปรายผลการทดลอง

คุณภาพน้ำตลอดทั้ง 3 การทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย และปริมาณไนไตรท์ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบ และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่สัตว์น้ำโดยทั่วไปและหอยหวนอาศัยอยู่ได้ (เบญจมาศ, 2551)

จากปัญหาอัตราการรอดของลูกหอยในระยะลงเกาะพื้นต่ำ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความผิดปกติที่ตัวอ่อนหอยหวนระยะวัยอ่อน สภาพแวดล้อม บางประการของระบบการเพาะเลี้ยงอาจไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนหอยหวน และวัสดุปล่อยลูกหอยลงเกาะ นักวิจัยสามารถกระตุ้นการลงเกาะของลูกสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังระยะ veliger ได้มากขึ้น จากการปรับปรุงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเลือกลงเกาะของลูกสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ลักษณะของผิววัตถุที่ลูกหอยจะลงเกาะ สภาพแสง อุณหภูมิ ตลอดจนปริมาณอาหารที่มีอยู่ในระบบเพื่อให้ลูกหอยมีชีวิตรอดและเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (Keough and Raimondi, 1996; Stoner et al., 1996) ซึ่ง Wethey (1986) ระบุว่าปัจจัยทางเคมีบางชนิดในสภาพแวดล้อมธรรมชาติจะมีอิทธิพลมากในการกระตุ้นการลงเกาะของตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล

การอนุบาลตัวอ่อนหอยหวนในการศึกษารังนี้จะใช้สาหร่าย *Chaetoceros* sp. เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนหอยหวน ซึ่ง อนุรักษ์ (2542) รายงานว่าตัวอ่อนระยะ veliger ของหอยหวนที่ได้รับ *Chaetoceros calcitrans* เป็นอาหารจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าตัวอ่อนที่ได้รับ *Isochrysis galbana* และ *Tetraselmis suecica* เป็นอาหาร ในขณะที่ ปริญา และ สมพิศ (2549) รายงานว่าตัวอ่อนของหอยหวนที่ได้รับสาหร่าย 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอาหารมีส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนหอยหวน อาหารที่เหมาะสมจะช่วยกระตุ้นการลงเกาะของตัวอ่อนหอยหวน ช่วยให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) การอดอาหารของตัวอ่อนหอยหวนมีผลต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Pechenik et al., 2002; Takami et al., 2002; Zheng et al., 2005) ทำให้ตัวอ่อนเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากระยะ velinger เป็นตัวอ่อนหอยหวนระยะลงเกาะช้าออกไป ตัว

อ่อนหอยหวานจะตอบสนองต่อกุ้งได้ดีกว่า ปลาข้างเหลือง ปลาหมึก หอยแมลงภู่ และอาหารสำเร็จรูป อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) อาจเนื่องจากเนื้อกุ้งมีลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่แข็งเกินไป และมีความคงตัวอยู่ในน้ำได้เป็นระยะเวลาสั้น ในขณะที่ตัวอ่อนหอยหวานยอมรับหอยแมลงภู่ และปลาข้างเหลือง รองลงมา การใช้หอยแมลงภู่ และปลาข้างเหลือง อาจทำให้มีปัญหาคุณภาพที่ใช้เลี้ยงหอยหวานได้ เนื่องจากสารน้ำหรือของเหลวในหอยแมลงภู่ และปลาข้างเหลืองมีเป็นจำนวนมาก เมื่อแช่ไว้ในน้ำเป็นเวลานาน จะทำให้สารน้ำหรือของเหลวเหล่านี้ละลายไปกับน้ำ ทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น ส่วนการใช้ปลาหมึกเป็นอาหารนั้น ทำให้ตัวอ่อนหอยหวานมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลงเกาะพื้นต่ำกว่ากุ้ง หอยแมลงภู่ และปลาข้างเหลือง อาจเนื่องจากลักษณะเนื้อของปลาหมึกมีสภาพแข็ง เหนียว มีความยืดหยุ่นสูง อาจทำให้หอยหวานไม่สามารถใช้ประโยชน์จากปลาหมึกได้ดีนัก ในขณะที่การใช้อาหารสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารสำหรับตัวอ่อนระยะลงเกาะ พบว่าอาหารสำเร็จรูปมีแตกตัวเร็ว ละลายน้ำได้ง่าย ทำให้คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการลงเกาะและอัตราการรอดของลูกหอยหวาน วิภาดา (2548) พบว่าลูกหอยหวานที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้กุ้งและหมึกเป็นอาหารจะมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่า ( $P < 0.05$ ) ลูกหอยหวานที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ในขณะที่ลูกหอยหวานระยะลงเกาะที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองและหอยแมลงภู่มีอัตราการรอดตายมากกว่า ( $P < 0.05$ ) ลูกหอยหวานที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ในขณะที่ อนุรักษ์ (2542) พบว่าลูกหอยหวานที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับลูกหอยหวานที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่ กล้วยหมึก และอาหารเม็ดเลี้ยงปลาทะเล ตัวอ่อนหอยหวานระยะ veliger จะต้องได้รับอาหารในการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างตัวเองเป็นตัวอ่อนระยะลงเกาะพื้น (Roberts et al., 2001) หากขาดอาหารหรือได้รับอาหารชนิดที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อพัฒนาการของตัวอ่อนหอยหวาน ตัวอ่อนการขาดอาหารได้เพียงระยะเวลาช่วงหนึ่ง ถ้าเกินกว่าเวลาช่วงดังกล่าวตัวอ่อนจะไม่สามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ ในหอย *Babylonia formosae habei* ตัวอ่อนสามารถอดอาหารได้นานไม่เกิน 36 ชั่วโมง (Zheng et al., 2005)

ธานินทร์ (2539) รายงานว่าตัวอ่อนของหอยหวานระยะ veliger จะล่องลอยในน้ำประมาณ 10 วัน จึงเริ่มลงเกาะพื้น ซึ่งมีอัตราการลงเกาะ 1.4 เปอร์เซ็นต์ และมีการเลี้ยงด้วยปลาข้างเหลือง ในขณะที่ในการศึกษาค้างนี้พบว่าตัวอ่อนของหอยหวานจะเริ่ม

เปลี่ยนแปลงรูปร่างลงเกาะพื้นประมาณวันที่ 15 ของการทดลอง ระยะเวลาที่ลงเกาะพื้นที่แตกต่างกันอาจมีหลายสาเหตุ ขึ้นกับชนิดของสัตว์ ปริมาณไข่แดงที่ติดมากับตัวอ่อนของสัตว์ และสภาพแวดล้อม (Qiu and Qian, 1997; McEdward and Qian, 2001; Zheng et al., 2005)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าทรายหยาบมีผลกระตุ้นการลงเกาะของหอยหวานสูงกว่าทรายละเอียด เปลือกหอยนางรม และเชือกพลาสติก อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) การที่ทรายหยาบมีผลในการกระตุ้นการลงเกาะที่ดีที่สุดอาจเนื่องมาจากเมื่อเปรียบเทียบกับทรายละเอียดนั้น ทรายหยาบมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากกว่าทรายละเอียดทำให้มีการแลกเปลี่ยนน้ำและอากาศในบริเวณพื้นดีกว่า ไม่ทำให้พื้นที่ปูด้วยทรายหยาบเกิดการเน่าเสียเร็วเหมือนกับทรายละเอียด เมื่อมีการปูพื้นด้วยทรายละเอียดนั้นพบว่าพื้นจะค่อนข้างแน่นด้วยอนุภาคของทรายละเอียดทำให้มีการสะสมของเสีย อาหารที่เหลือ และสารอินทรีย์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับช่องว่างระหว่างอนุภาคมีขนาดเล็กมีการถ่ายเทอากาศได้น้อย ทำให้พื้นที่รองด้วยทรายละเอียดเกิดการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็ว Duchene (2004) รายงานว่าตัวอ่อนของไส้เดือนทะเล *Eupolyornia nebulosa* มีการลงเกาะพื้นมากที่มีอนุภาคหยาบมากขึ้น ส่วนเชือกพลาสติกนั้นไม่เหมาะในการเป็นวัสดุกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวานเนื่องจาก ธรรมชาติของหอยหวานจะฝังตัวอยู่บนพื้นเมื่อใช้เชือกพลาสติกเป็นวัสดุกระตุ้นการลงเกาะจะทำให้ลูกหอยหวานต้องเกาะแขวนอยู่บนเชือกและไม่ได้รับอาหารซึ่งอยู่บนพื้น จึงทำให้อัตราการลงเกาะไม่ดีนัก ในขณะที่การใช้เปลือกหอยนางรมปูพื้นกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวานพบว่าเปลือกหอยนางรมไม่สามารถกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวานได้ดีนัก อัตราการรอดต่ำ ปริญา (2550) การอนุบาลตัวอ่อนหอยหวานระยะลงเกาะพื้นโดยมีการใช้ทรายละเอียดรองพื้นจะทำให้ตัวอ่อนหอยหวานมีอัตราการตายสูงกว่า ( $P < 0.05$ ) การอนุบาลตัวอ่อนหอยหวานระยะลงเกาะพื้นโดยไม่มีการใช้ทรายรองพื้น

ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ธรรมชาติของพื้นผิว ความขรุขระของพื้นผิว ความสามารถในการกักเก็บอุณหภูมิ สี และ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบของพื้นผิวมีผลต่อการกระตุ้นการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตในทะเล (Glasby, 2000; Terlizzi, et al., 2000) การลงเกาะของตัวอ่อนหอย queen conch *Strombus gigas* Linnaeus พบว่าผิวสัมผัสของวัตถุมีผลต่อการลงเกาะของลูกหอย (Stoner et al., 1996) โดยผิวของวัตถุที่มีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือสาหร่ายเกาะจะกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยได้มาก

ที่สุด ซึ่งการเลือกการลงเกาะของลูกหอยจะสัมพันธ์กับคุณภาพอาหารที่อยู่ในบริเวณนั้น ในขณะที่ตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิดตอบสนองต่อการลงเกาะบนพื้นที่มีฟิล์มเคลือบ (Keough and Raimondi, 1996) แผ่นฟิล์มที่เคลือบบนผิวของวัตถุนั้น ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ได้แก่ แบคทีเรีย รา โปรโตซัว และไดอะตอม (Faimali et al., 2004)

ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ของตัวอ่อนหอยหวาน ระยะ veliger ขึ้นกับปริมาณไข่แดงที่ติดตัวอ่อน และระยะเวลาที่ตัวอ่อนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ (time of the point of no return) ซึ่งในหอย Ivory shell *Babylonia formosae habei* ตัวอ่อนจะมีเวลาประมาณ 104.5 ชั่วโมง ในชชการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Zheng et al., 2005) เมื่อลูกหอยหวานลงเกาะพื้นแล้วก็จะเปลี่ยนพฤติกรรมการกินอาหารจากเดิมซึ่งกรองกินแพลงก์ตอนพืชมาเป็นกินอาหารตามพื้น โดยใช้ proboscis ในการหลั่งน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารแล้วดูดอาหารที่ย่อยแล้วเข้าร่างกายเหมือนหอยหวานโตเต็มวัย

การลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์ทะเลมีปัจจัยกระตุ้นการลงเกาะหลายอย่าง ปริมาณอาหารสำหรับการพัฒนาของตัวอ่อนในระยะการเจริญเติบโตหลังจากการลงเกาะก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการกระตุ้นการลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์ทะเล การศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันในวัสดุรองรับพื้นมีส่วนกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวาน ช่วงที่เหมาะสมของปริมาณสารอินทรีย์ในการกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวานจะมีปริมาณสารอินทรีย์ 20-25 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การลงเกาะของลูกหอยหวานจะลดลงเมื่อใช้ปริมาณสารอินทรีย์ที่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อวัสดุรองรับพื้นทั้งหมด Gosselin and Jangoux (1996) กล่าวว่าตัวอ่อนของ *Paracentrotus lividus* ตอบสนองการลงเกาะพื้นต่อสาหร่ายและ detritus ส่วน Daume et al. (2000) รายงานว่าสาหร่าย *Ulvela lens* มีส่วนช่วยกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยเป้าฮือ *Haliotis rubra* ซึ่งสาหร่ายเหล่านี้จะเป็นอาหารสำหรับลูกหอยในช่วงของการพัฒนาการเจริญเติบโตระยะต่อไป ในขณะที่ Huggett et al. (2006) รายงานว่าพื้นผิวที่มีการเกาะของสาหร่ายหรือแบคทีเรียมีส่วนช่วยเพิ่มการลงเกาะของตัวอ่อนของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง และมีส่วนสัมพันธ์กับการลงเกาะของตัวอ่อนหอย *Concholepas concholepas* (Rodriguez et al., 1995) ตัวอ่อนของสัตว์ทะเลหลายชนิดจะมีการลงเกาะตอบสนองต่อชนิดอาหารที่ตัวเต็มวัยกิน (Towbridge, 1992; Krung, 2001)

Cohen and Pechenik (1999) พบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีผลต่อการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง และ Thiyagarajan et al. (2005) กล่าวว่าตัวอ่อนของสัตว์ทะเลมีแนวโน้มจะเลือกลงเกาะในดินตะกอนที่มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตต่อโปรตีนต่ำ และชนิดของสารอินทรีย์มีผลต่อการเลือกลงเกาะของตัวอ่อนของสัตว์ทะเลมากกว่าปริมาณของสารอินทรีย์เพียงอย่างเดียว

Yu et al. (2008) รายงานว่าสารเคมีชนิดต่าง ๆ มีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนหอย pearl oyster *Pinctada fucata martensii* โดยพบว่าตัวอ่อนของหอยจะมีพัฒนาการและเปลี่ยนแปลงรูปร่างลงเกาะพื้นในที่ที่ไม่มีสารเคมีที่มีพิษปนเปื้อน Pawlik and Hadfield (1990) พบว่าสารเคมีที่มีผลกระตุ้นการลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ผลิตจากสิ่งมีชีวิตและเป็นสารที่พบในธรรมชาติ โดยโปรแตสเซียมไอออน (K<sup>+</sup>) มีผลในการกระตุ้นการลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์ทะเลหลายชนิดทั้ง bivalve, gastropods, polychaetes, echinoderms, sponge และ ascidians (Matsumura et al., 1999; Yu et al., 2008)

### สรุปผลการทดลอง

1. เนื้อกุ้งเป็นอาหารที่มีช่วยกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวานมากที่สุด รองลงมาได้แก่ หอยแมลงภู่ ปลาข้างเหลือง และปลาหมึก
2. ทราฮายาบดิ่งดูดให้ลูกหอยหวานมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลงเกาะมากที่สุด รองลงมาได้แก่ เชือกพลาสติก ทราฮะเยียด และเปลือกหอย
3. ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อวัสดุรองพื้นที่เหมาะสมประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนช่วยกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยหวาน

## บรรณานุกรม

- ขวัญเรือน ปิ่นแก้ว, เสาวภา สวัสดิ์พีระ และ อัมพร คอแก้ว. (2536). การศึกษาหาชนิดสำหรับที่เกาะวัสดุได้ดีเพื่อนำมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยเป่าอี้อ. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิตติมา ทองศรีพงษ์ และ ลือชัย ดรุณชู. (2547). การอนุบาลหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ระยะวัยน้ำ (Veliger) โดยใช้ไรน้ำเค็มเป็นอาหารเสริม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 57/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.
- ธานินทร สิงห์ไกรวรรณ. (2539). การศึกษาชีวบางประการของหอยหวานในบ่อเลี้ยงเพื่อการผลิตพันธุ์สำหรับปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 57, ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ ศิริพันธ์ และ จริญญา วงษ์วิวัฒนาวุฒิ. (2543). การเพาะเลี้ยงหอยหวาน. วารสารการประมง 53: 541- 557.
- นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธ์ และ อนุตร กฤษณะพันธ์. (2540). การวิจัยเพื่อการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2538 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธ์ และ ศิริษา กฤษณะพันธ์. (2545). คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวาน : หลักการ และแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บพิธ จารุพันธ์ และ นันทพร จารุพันธ์. (2546). สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บังอร ศรีมุกดา, สุรชาติ ฉวีภักดิ์ และ วริษฐา หนูปิ่น. (2548). การผลิตลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) เชิงพาณิชย์. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 24/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี, กรมประมง.
- เบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล. (2551). เทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. คณะเทคโนโลยีทางทะเล. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปริญญญา สุทธินนท์ และ สมพิศ แยมเกษม. (2548). การอนุบาลลูกหอยหวานวัยอ่อน (*Babylonia areolata*, Link 1807) ด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ. ใน: บทความวิชาการ

ประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2548 กรมประมง. วันที่ 12-13 กรกฎาคม 2548.  
ณ โรงแรมเอเชียแอร์พอร์ต. หน้า 101.

ปริญญา สุทธินนท์ และสมพิศ แย้มเกษม. (2549). การอนุบาลลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ระยะเวลลิเจอร์ถึงระยะลงเกาะพื้นด้วยอาหารมีชีวิตชนิดต่าง ๆ . เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 30, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปริญญา สุทธินนท์. (2550). การอนุบาลลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่นโดยวิธีต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลือชัย ดรฤณชู. (2548). การเพาะเลี้ยงหอยหวาน. จันทบุรี: หจก. โปร ออฟเซท.

วราเทพ มุฑวรรณ. (2548). การเลี้ยงหอยหวาน. (เอกสารวิชาการชลบุรี). ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

วันทนา อยู่สุข. (2528). หอยทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาดา วงศ์ซารี. (2548). ผลของระบบน้ำในบ่อเลี้ยงและชนิดอาหารที่มีต่อคุณภาพพ่อแม่พันธุ์หอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807). วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนุรักษ บางเสน. (2542). การเติบโตของหอยหวาน *Babylonia areolata* (Link, 1807) ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Cody, R.P. and Smith, J.K. (1997). *Applied statistics and the SAS programming language*. New Jersey: Simon & Schuster / A Viacom Company.

Cohen, R.A. and Pechenik, J.A. (1999). Relationship between sediment organic content, metamorphosis, and postlarval performance in the deposit-feeding polychaete *Capitella* sp. I. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 240:1-18.

Daume, S., Krsinich, A., Farrell, S. and Gervis, M. (2000). Settlement, early growth and survival of *Haliotis rubra* in response to different algal species. *Journal of Applied Phycology* 12: 479-488.

- Duchene, J.-C. (2004). Early recognition of sediment during settlement of *Eupolyornia nebulosa* (Polychaeta: Terebellidae) larvae. *Marine Biology* 145: 79-85.
- Faimali, M., Garaventa, F., Terlizzi, A., Chiantore, M. and Cattaneo-Vietti, R. (2004). The interplay of substrate nature and biofilm formation in regulating *Balanus amphitrite* Darwin, 1854 larval settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 306: 37-50.
- Gosselin, P. and Jangoux, M. (1996). Induction of metamorphosis in *Paracentrotus lividus* larvae (Echinodermata, Echinoidae). *Oceanol. Acta* 19: 293-296.
- Hadfield, M.G. (1984). Settlement requirements of molluscan larvae: new data on chemical and genetic roles. *Aquaculture* 39: 283-298.
- Hadfield, M.G. and Scheuer, D. (1985). Evidence for a soluble metamorphic inducer in *Phestilla*: ecological, chemical and biological data. *Bull. Mar. Sci.* 37: 556-566.
- Huggett, M.J., Williamson, J.E., de Nys, R., Kjelleberg, S. and Steinberg, P.D. (2006). Larval settlement of the common Australian sea urchin *Heliocidaris erythrogramma* in response to bacteria from the surface of coralline algae. *Oecologia* 149: 604-619.
- Glasby, T.M. (2000). Surface composition and orientation interact to affect subtidal epibiota. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 248: 177-190.
- Keough, M.J. and Raimondi, P.T. (1996). Responses of settling invertebrate larvae to bioorganic films: Effects of large-scale variation in films. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 207: 59-78.
- Krung, P.J. (2001). Bet-hedging dispersal strategy of a specialist marine herbivore: settlement dimorphism among sibling larvae of *Alderia modesta*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 213:177-192.
- Laing, I. (1995). Effect of food supply on oyster spatfall. *Aquaculture* 131: 315-324.

- Matsumura, K., Mori, S. and Fusetani, N. (1999). Induction of larval metamorphosis in the ascidian, *Halocynthia roretzi* by excess potassium ion and by reduced calcium ion. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 79: 1143-1144.
- McEdward, L.R. and Qian, P.Y. (2001). Effects of the duration and timing of starvation during larval life on the metamorphosis and initial juvenile size of the polychaete *Hydroides elegans* (Haswell). *J. Exp. Biol. Ecol.* 261: 185-197.
- Pawlik, J.R. (1992). Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 30: 273-335.
- Pawlik, J.R. and Hadfield, M.G. (1990). A symposium on chemical factors that influence the settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae: introduction and perspective. *Bull. Mar. Sci.* 46: 450-454.
- Pechenik, J.A., Estrella, M.S. and Hammer, K. (1996). Food limitation stimulates metamorphosis of competent larvae and alters post metamorphic growth rate in the marine prosobranch gastropod *Crepidula fornicata*. *J. Marine Biology*, 127: 267-275.
- Pechenik, J.A., Jarrett, J.N. and Rooney, J. (2002). Relationships between larval nutritional experience, larval growth rates, and juvenile growth rates, and juvenile feeding rates in the prosobranch gastropod *Crepidula fornicata*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 280: 63-78.
- Poomtong, T. and Nhongmeesub, J. (1996). Spawning, larval and juvenile rearing of babylon snail (*Babylonia areolata*, L.). *Phuket Mar. Cent. Spec. Publ.* 16: 137-142.
- Qiu, J.W. and Qian, P.Y. (1997). Combined effects of salinity, temperature, and food concentration on the early development of the polychaete *Hydroides elegans* (Haswell, 1883). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 152: 79-88.
- Rice, M.E. (1986). Factors influencing larval metamorphosis in *Golfingia misakiana* (Sipuncula). *Bull. Mar. Sci.* 39: 362-375.
- Roberts, R.D., Lapworth, C. and Barker R.J. (2001). Effect of starvation on the

- growth and survival of post-larval abalone (*Haliotis iris*). *Aquaculture* 200: 323-338.
- Rodriguez, S.R., Riquelme, C., Campos, E.O., Chavez, P., Brandan, E. and Inestrosa, N.C. (1995). Behavioral responses of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) larvae to natural and artificial settlement cues and microbial films. *Biol. Bull.* 189: 272-279.
- Stoner, A.W., Ray, M., Glazer, R.A. and McCarthy, K.J. (1996). Metamorphic responses to natural substrata in a gastropod larva: decisions related to postlarval growth and habitat preference. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 205: 229-243.
- Takami, H., Kawamura, T. and Yamashita, Y. (2002). Effects of delayed metamorphosis on larval competence, and postlarval survival and growth of abalone *Haliotis discus hannai*. *Aquaculture* 213: 311-322.
- Terlizzi, A., Conte, E., Zupo, V. and Mazzella, L. (2000). Biological succession on silicone fouling-release surface: long term exposure tests in the harbour of Ischia, Italy. *Biofouling* 15: 327-342.
- Thiyagarajan, V., Soo, L. and Qian, P.-Y. (2005). The role of sediment organic matter composition in larval habitat selection by the polychaete *Capitella* sp. I. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 323:70-83.
- Towbridge, C.D. (1992). Phenology and demography of a marine specialist herbivore: *Placida dendritica* (Gastropoda: Opisthobrancha) on the central coast of Oregon. *Mar. Biol.* 114:443-452.
- Welthy, D.D. (1986). Ranking of settlement cues by barnacle larvae: influence of surface contour. *Bull. Mar. Sci.* 39: 394-400.
- Yu, X., He, W., Gu, J.-D., He, M. and Yan, Y. (2008). The effect of chemical cues on settlement of pearl oyster *Pinctada fucata martensii* (Dunker) larvae. *Aquaculture* 277: 83-91.
- Zheng, H., Ke, C., Zhou, S. and Li, F. (2005). Effects of starvation on larval growth, survival and metamorphosis of Ivory shell *Babylonia formosae* h

281142

44

*abei* Altena et al., 1981 (Neogastropoda: Buccinidae). *Aquaculture* 243: 3  
57-366.