5. ผลการทดลองและวิจารณ์

5.1 การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์หอยด้วยอุณหภูมิ (temperature shock method)

นำพ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติมาจำนวน 200 ตัว แยกตัวที่สมบูรณ์เพศโดยสังเกตสีจากอวัยวะสืบพันธุ์และสุ่มนำของเหลวสีครีมไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ได้เพศผู้ระยะที่สมบูรณ์พร้อมจะสืบพันธุ์ได้ 50 ตัว และเพศเมีย 60 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดเฉลี่ยตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงขนาด น้ำหนัก จำนวนที่ทดลอง และจำนวนที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์หอยมุกแกลบ (*Pinctada fucata*)ที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 26°C สลับกับอุณหภูมิ 32°C

รายละเอียด	เพศผู้	เพศเมีย
ความกว้าง (ซม.)	5.47±0.40	5.71±0.36
ความยาว (ซม.)	6.41±0.33	6.69±0.38
ความสูง (ซม.)	5.60±0.42	5.73±0.51
น้ำหนัก (กรัม)	37.67±5.06	38.53±4.96
จำนวนที่ทดลอง (ตัว)	50	60
จำนวนที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ตัว)	28	30
% การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์	56	50

ผลจากการทดลองพ่อแม่พันธุ์ที่แยกเพศด้วยการสังเกตสีของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ให้ผลไม่แน่นอนนัก จินตนา (2537) และสุจรรยา (2540) กล่าวว่าหอยมุกเพศเมียจะมีอวัยวะเพศสีครีมหรือสีเหลืองนวล แต่จากการทดลองหอยมุกแกลบบางตัวที่มีอวัยวะเพศสีครีมหรือสีนวลกลับเป็นเพศผู้ที่ปล่อยสเปิร์มออกมาเป็นสาย จึงอาจมีผลให้สเปิร์มที่ปล่อยออกมาผสมกับไข่ที่หอยตัว

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

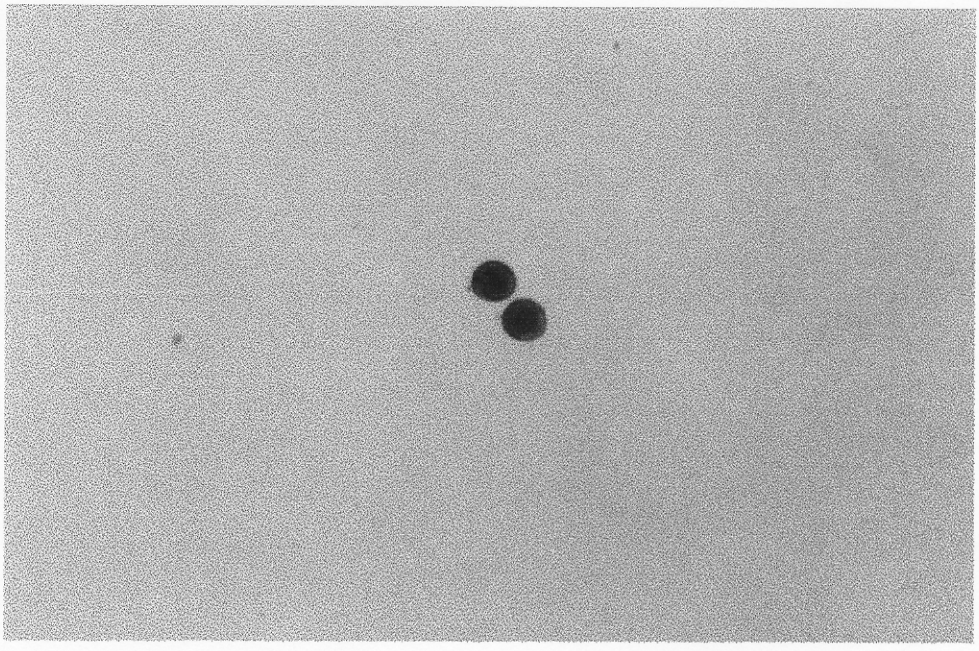
อื่นปล่อยมาแล้วในกระบะเดียวกัน ทำให้มีผลต่อการเกิด polyspermy ได้ แต่อย่างไรก็ตามการสังเกตสีของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ก็ยังให้ผลดีกว่าการตรวจเช็คพ่อแม่พันธุ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ทีละตัว เพราะจะทำให้หอยอยู่ในสภาวะเครียดซึ่งจะมีผลต่อการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

จากการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ได้เพศผู้ 50 ตัว และเพศเมีย 60 ตัว พบว่าหอยสามารถปล่อยสเปิร์มและไข่ได้เพียง 58 ตัว โดยเป็นหอยที่ปล่อยสเปิร์ม 28 ตัวและที่ปล่อยไข่ 30 ตัว คิดเป็นอัตราการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เท่ากับ 50-56 เปอร์เซ็นต์ ตามตารางที่ 1

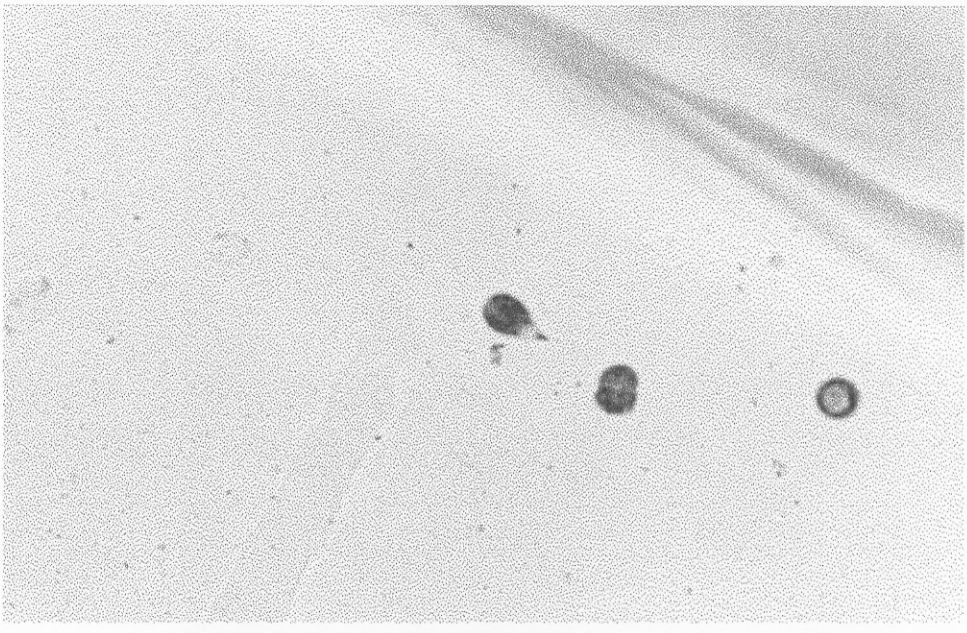
เมื่อหอยเพศผู้ที่ถูกกระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่ต่างกันเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ จะแยกมาใส่ในถังที่มีเพศเมียอยู่เพื่อกระตุ้นให้เพศเมียปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วย เมื่อปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้วจะนำพ่อแม่พันธุ์ออกจากถัง แล้วสุ่มนับจำนวนไข่ที่ได้รับการผสมได้ 120×10^6 ฟอง / 10ลิตร จากนั้นนำมากรองและล้างสิ่งสกปรกออกโดยใช้ผ้ากรองแพลงก์ตอนขนาดต่าง ๆ ตามที่กล่าวถึงในวิธีการทดลอง และศึกษาการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไข่ ผลการทดลองเป็นดังนี้

5.1.1 การพัฒนาเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว

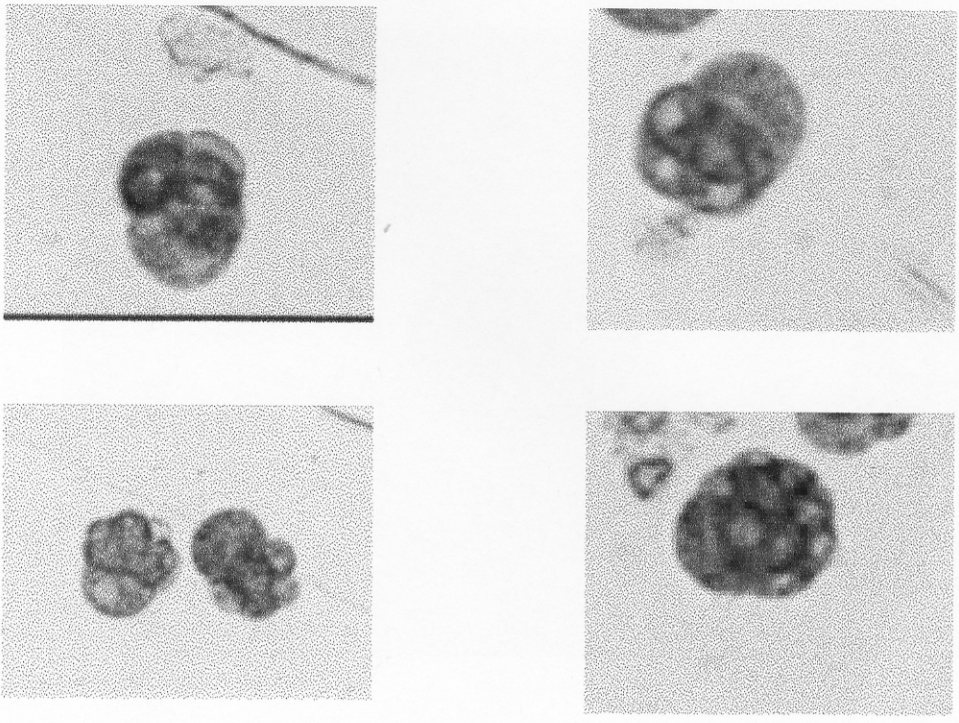
ระยะของตัวอ่อน	อายุ			ลักษณะ
	นาที	ชั่วโมง	วัน	
Fertilization membrane	5	-	-	เห็น membrane ชัดเจน ดังภาพที่ 10
Polar body	20-25	-	-	มีขั้วเกิดขึ้นที่ผนังของเซลล์ ตามภาพที่ 11
Cleavage	45-55	-	-	เซลล์จะแบ่งตัวจาก 1 เป็น 2, 4, 8, 16 และ 32 เซลล์หรือเรียกว่า morula ดังภาพที่ 12
Blastula	-	3.30	-	เซลล์เริ่มเคลื่อนที่ได้ ดังภาพที่ 13
Gastrula		4	-	สังเกตเห็นรอยเว้าของเซลล์ ดังภาพที่ 14
Trochophore	-	5-6	-	สังเกตเห็น cilia สั้น ๆ และ flagellum จำนวน 1 เส้น ดังภาพที่ 15
D-shape	-	19-26	-	เป็นรูปตัว D เริ่มกินอาหาร ดังภาพที่ 16
Umbo stage	-	-	6-10	หัวใจและ cilia เริ่มทำงานดีขึ้น(Youn Hee Choi and Young Jin Chang, 2003)
Pediverliger Eye larvae Settlement	-	-	20-25	เกาะติดกับวัตถุ เคลื่อนที่ได้เล็กน้อย ดังภาพที่ 17
Spat	-	-	26-29	ภาพที่ 18



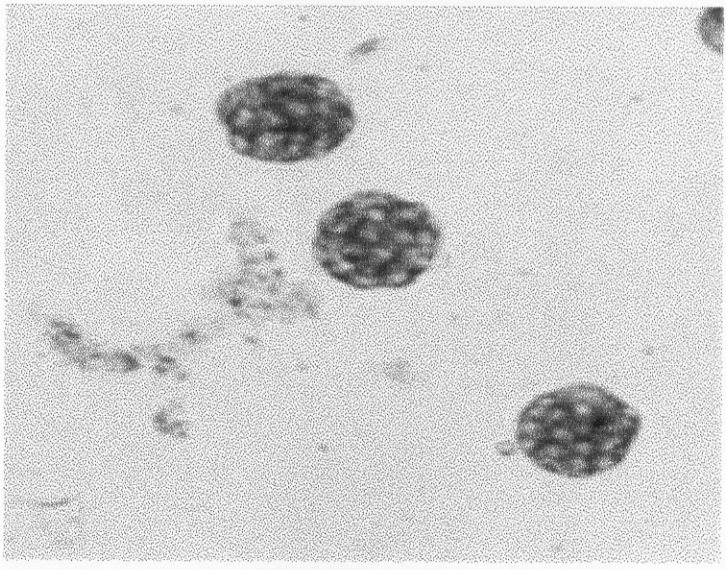
ภาพที่ 10 หอยมุกแกลบระยะ Fertilization membraneอายุ 5 นาที10x10



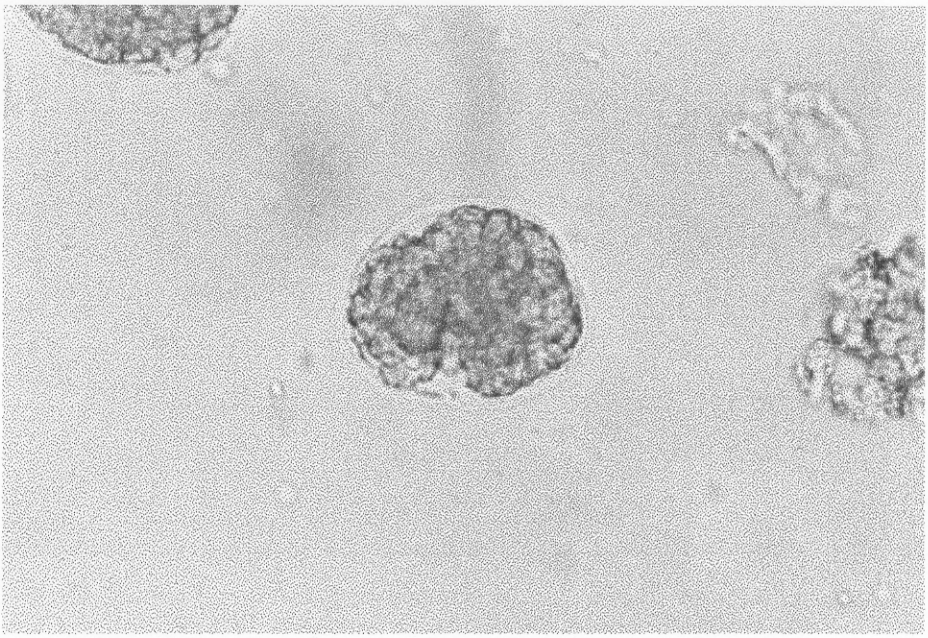
ภาพที่ 11 หอยมุกแกลบระยะ Polar bodyอายุ 20-25 นาที10x10



ภาพที่ 12 หอยมุกแกลบระยะ Cleavage 4,8,16 และ 32 เซลล์อายุ 45-55 นาที10x10



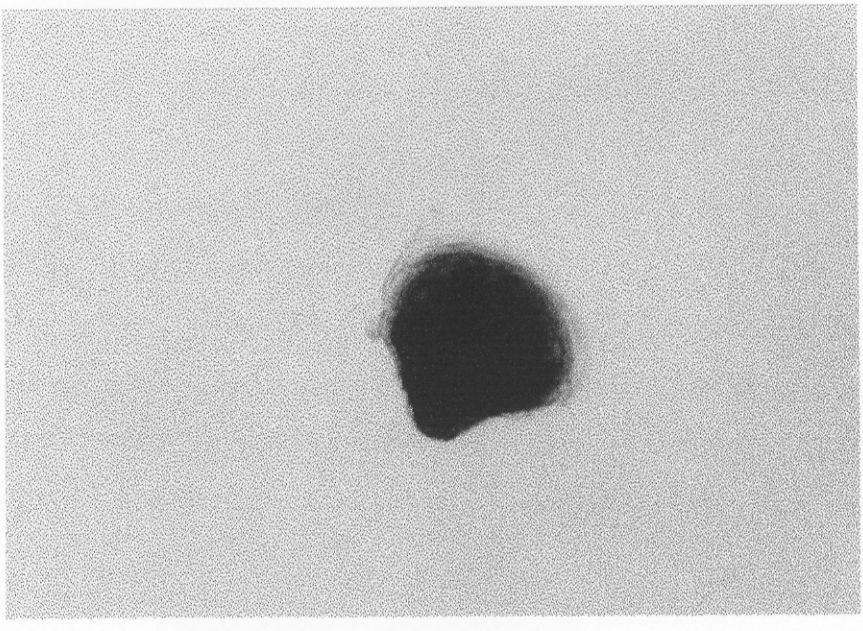
ภาพที่ 13 หอยมุกแกลบระยะ Blastula อายุ 3.30ชั่วโมง 10x10



ภาพที่ 14 หอยมุกแกลบระยะ Gastrula อายุ 4 ชั่วโมง 10 x 40

ภาพที่ 15 หอยมุกแกลบระยะ Trochophore อายุ 5-6 ชั่วโมง 10 x 40

ภาพที่ 16 หอยมุกแกลบระยะ D-shape อายุ 19-26 ชั่วโมง 40 x10



ภาพที่ 17 หอยมุกแกลบระยะ Eye larvae อายุ 20-25วัน 10 x 40

ภาพที่ 18 หอยมุกแกลบระยะ Spat อายุ 26 วัน10 x 40

5.2 การอนุบาลลูกหอยในโรงเพาะฟัก

5.2.1 การอนุบาลลูกหอยด้วยอาหารต่างชนิดกัน

พัฒนาการของไข่หอยที่ได้รับการผสมแล้ว จะพัฒนาตั้งแต่ระยะที่เป็น polar body มาจนถึงระยะ spat แต่ระยะที่ให้กินอาหารคือ ช่วงปลาย trochophore จนเข้าระยะ D-shape ซึ่งมีอายุประมาณ 19-25 ชั่วโมง โดยมีอัตรารอดจากไข่ 5.05-5.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามชนิดของอาหารดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงระยะของลูกหอยมุกแกลบที่เลี้ยงด้วยอาหาร (สาหร่าย) ต่างชนิดกัน และอัตรารอดของการเลี้ยง

รายละเอียด		ชนิดของอาหาร		
อายุ (วัน)	หอยมุกแกลบ	*Isochrysis galbana*	*Chaetoceros calcitrans*	Mix (*Isocrysis* : *Chaetoceros*)
1	**ระยะการเจริญ**	**Trochophore + D-shape**	**Trochophore + D-shape**	**Trochophore + D-shape**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	6.06×10^6	6.10×10^6	6.72×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/ มล.)	12.12	12.20	13.44
9	**ระยะการเจริญ**	**Early umbo**	**Early umbo**	**Early umbo**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	3.58×10^6	4.26×10^6	4.88×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/มล.)	7.16	8.52	9.45
	อัตรารอดจากระยะ Trochophore + D-shape (%)	59.08	69.84	72.62
21	**ระยะการเจริญ**	**Umbo**	**Umbo**	**Umbo**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	0.82×10^6	1.20×10^6	1.04×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/มล.)	1.64	2.40	2.08
	อัตรารอดจากระยะ D-shape (%)	13.53	19.67	15.48
	อัตรารอดจากระยะ Early umbo (%)	22.91	28.17	21.31
25	**ระยะการเจริญ**	**Eyed spot + Spat**	**Umbo**	**Umbo + Eyed spot**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	0.50×10^6	0.82×10^6	0.60×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/มล.)	1.00	1.62	1.20
	อัตรารอดจากระยะ D-shape (%)	8.25	13.44	8.93
	อัตรารอดจากระยะ Umbo (%)	60.98	68.33	57.69
27	**ระยะการเจริญ**	**Spat**	**Umbo + Eyed spot**	**Eyed spot**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	0.50×10^6	0.67×10^6	0.50×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/มล.)	1.00	1.20	1.10
	อัตรารอดจากระยะ D-shape (%)	8.25	10.98	7.44
	อัตรารอดจากระยะ อื่น (%)	100 จาก Eyed spot + Spat	81.71 จาก Umbo	83.33 จาก Umbo + Eyed spot

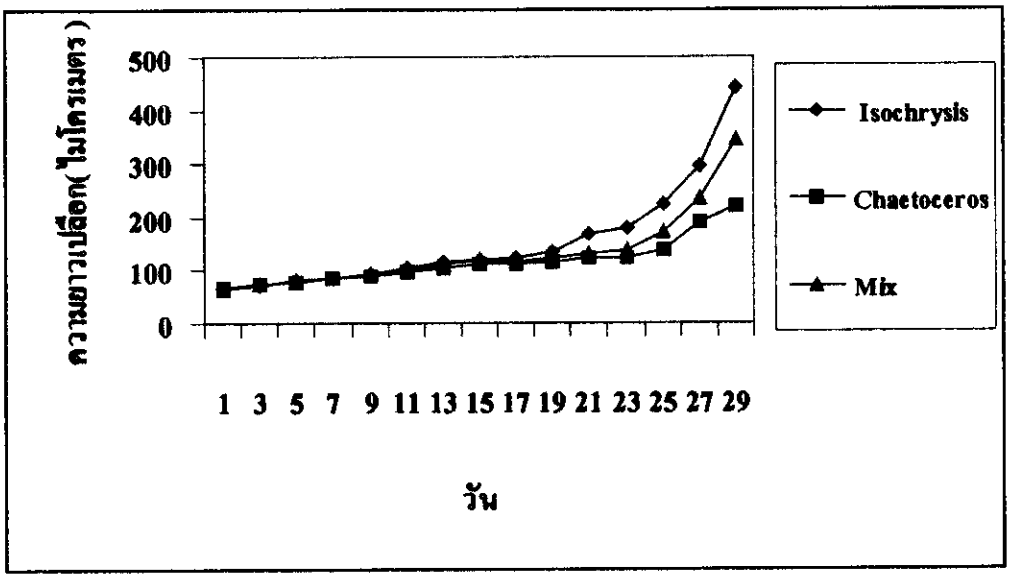
รายละเอียด		ชนิดของอาหาร		
อายุ (วัน)	หอยมุกแกลบ	*Isochrysis galbana*	*Chaetoceros calcitrans*	Mix (*Isocrysis* : *Chaetoceros*)
29	ระยะการเจริญ	**Spat**	**Spat**	**Spat**
	จำนวนลูกหอยทั้งหมด (ตัว)	0.50×10^6	0.61×10^6	0.45×10^6
	ความหนาแน่น (ตัว/มล.)	1.00	1.10	1.00
	อัตรารอดจากระยะ D-shape (%)	8.25	10.00	6.70
	อัตรารอดจากระยะ อื่น (%)	100 จาก Spat	91.00 จาก Umbo + Eyed spot	90.00 จาก Eyed spot

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือก (ไมโครเมตร) ของลูกหอยมุกแกลบ อายุ 1-29 วัน เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

อายุ (วัน)	ชนิดของอาหาร		
	Isochrysis galbana (a)	***Chaetoceros calcitrans*** (b)	**Mix** (c)
1	66.56 ± 5.12	68.61 ± 7.81	65.55 ± 4.12
3	71.67 ± 3.62	74.33 ± 4.58	74.33 ± 7.14
5	81.33 ± 2.29	80.00 ± 3.38	80.33 ± 2.29
7	85.33 ± 6.11	87.33 ± 5.63	86.00 ± 4.71
9	94.33 ± 5.94	90.33 ± 5.50	93.33 ± 5.23
11	106.00 ± 7.84 b	99.00 ± 6.32 a	102.00 ± 7.02
13	114.67 ± 9.35 b	105.67 ± 8.83 ac	113.00 ± 7.75 b
15	121.33 ± 8.34 b	112.33 ± 7.99 ac	118.67 ± 6.40 b
17	125.33 ± 7.89 bc	112.67 ± 4.17 ac	118.33 ± 5.56 ab
19	134.33 ± 14.98 bc	116.00 ± 10.04 a	122.67 ± 5.94 a
21	167.67 ± 25.83 bc	123.67 ± 6.11 a	131.67 ± 10.96 a
23	181.33 ± 20.31 bc	123.33 ± 6.17 ac	140.33 ± 20.39 ab
25	226.00 ± 11.21 bc	138.67 ± 21.34 ac	172.67 ± 16.68 ab
27	295.33 ± 33.57 bc	192.67 ± 15.34 ac	235.33 ± 9.15 ab
29	442.00 ± 59.32 bc	221.33 ± 12.46 ac	347.33 ± 67.98 ab

หมายเหตุ: คอลัมน์ที่ไม่มีอักษรกำกับแสดงว่าไม่มีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)

คอลัมน์ที่มีอักษรกำกับแสดงว่ามีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P< 0.05$)



ภาพที่ 19 เปรียบเทียบความยาวเปลือก (ไมโครเมตร) ของหอยมุกแกลบอายุ 1-29 วัน ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

จากการทดลองวัดความยาวเปลือกของหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันพบว่า ช่วง 9 วันแรกความยาวเปลือกไม่มีความแตกต่างกัน และเริ่มแตกต่างกันชัดเจนในวันที่ 11 โดยพบว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis* มีความยาวเปลือกมากที่สุดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่3) และจะลงเกาะกับวัสดุได้เร็วกว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chaetoceros* และสาหร่ายผสม (*Isochrysis* + *Chaetoceros*) จนถึงวันที่ 29 (ตารางที่ 2)ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Alagarswami *et al.* (1989) ที่ทดลองเลี้ยงหอยมุก *Pinctada magaritifera* ด้วยสาหร่าย *Isochrysis galbana* และสาหร่าย *Paviova lutheri* ที่ความเข้มข้น 5 เซลล์/มิลลิไมโครลิตร จนถึงวันที่ 5 จึงเพิ่มสัดส่วนเป็น 2 เท่าจนกระทั่งลูกหอยลงเกาะ พบว่าการเลี้ยงด้วย *Isochrysis galbana* จะทำให้ตัวอ่อนของหอยมุกนั้นเจริญเติบโตและลงเกาะเร็วกว่าการเลี้ยงด้วย *Paviova lutheri* การทดลองดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Southgate and Rose (1997) ที่ได้ทดลองเลี้ยงลูกหอย *Pinctada maxima* จากอายุ 21 วันถึง 75 วัน ด้วยสาหร่าย 5 ชนิดคือ *Isochrysis galbana, Paviova lutheri, Chaetoceros muelleri, Chaetoceros calcitrans* และ *Tetraselmis suecica* ซึ่งพบว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis galbana* มีน้ำหนักแห้งมากกว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chaetoceros calcitrans* ในปีต่อมา Southgate *et al.* (1998) ได้ศึกษาเรื่องสาหร่ายที่ใช้เลี้ยงลูกหอยซึ่งได้ผลสนับสนุนการทดลองเดิมคือ ทดลองเลี้ยงตัวอ่อนของ *Pinctada maxima* ระยะ D-shape ด้วย

สาหร่าย *Isochrysis* จะเจริญเติบโตมากกว่าเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chaetoceros* และ *Paviova* ทั้งนี้มีหลักฐานว่าสัดส่วนของ *Isochrysis* เพียงเล็กน้อยก็ให้ผลเลี้ยงหอยมุกแกลบได้เป็นอย่างดีด้วย เนื่องจาก *Isochrysis* เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาหารเกือบทุกประเภทที่ใช้ในการเลี้ยงหอยสองฝาในห้องปฏิบัติการเพราะนอกจากจะมีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนสูงแล้วยังมีสารพวก docosahexaenoic acid (DHA) สูงอีกด้วย (Luong-Van *et al.*, 1994) ในการศึกษาครั้งนี้หากพิจารณาถึงความหนาแน่นและอัตรารอดในช่วง 9 วันแรกพบว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis* มีความหนาแน่นของลูกหอยน้อยกว่าเนื่องจากมีอัตรารอดเพียง 59.08% (ตารางที่ 2) ในขณะที่ลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chaetoceros*และสาหร่ายผสมมีอัตรารอดเป็น 69.84% และ 72.62% ตามลำดับ หลังจากนั้นในระยะ umbo เป็นต้นไป ลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis* มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าจนถึงระยะ spat แสดงว่าอาจเป็นผลจากความหนาแน่น ซึ่ง Taylor *et al.* (1997) ได้ศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและความอยู่รอดของหอยมุกจานระยะแรก พบว่าลูกหอยที่ลงเกาะบนแผ่นพีวีซีขนาด 75 x 500 มม^2. เมื่อนำไปเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่ความหนาแน่น 10, 50, 100 และ 150 ตัว/มม^2. พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัวมีค่าน้ำหนักเปียก ความยาวและความสูงของเปลือกมากที่สุด แสดงว่ามีการเจริญเติบโตมากที่สุด จากการทดลองจึงชี้ให้เห็นว่าความหนาแน่นของลูกหอยมีผลต่อการเจริญเติบโต

จากการทดลองพบว่าช่วงที่ลูกหอยมุกแกลบเปลี่ยนจากระยะ early umbo เป็น umbo จะมีอัตรารอดต่ำกว่าระยะอื่น ๆ คือ ลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่าย *Isochrysis, Chaetoceros* และสาหร่ายผสมมีอัตรารอดเพียง 22.9%, 28.17% และ 21.31% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเป็นระยะที่ใช้เวลาในการเจริญเติบโตนาน (ประมาณ 15–16 วัน) จึงทำให้พบอัตรารอดต่ำ ซึ่ง Masahiro (1998) ได้ทดลองเลี้ยง spat ของหอยมุกจานเพื่อการค้า พบว่าลูกหอยระยะ umbo ที่จะเปลี่ยนเป็นระยะ eyed veliger มีอัตรารอดต่ำที่สุดคือ เพียง 30% จากทั้งหมด 1x10^6 ตัว ในขณะที่ระยะอื่น ๆ มีอัตรารอด 50-80%

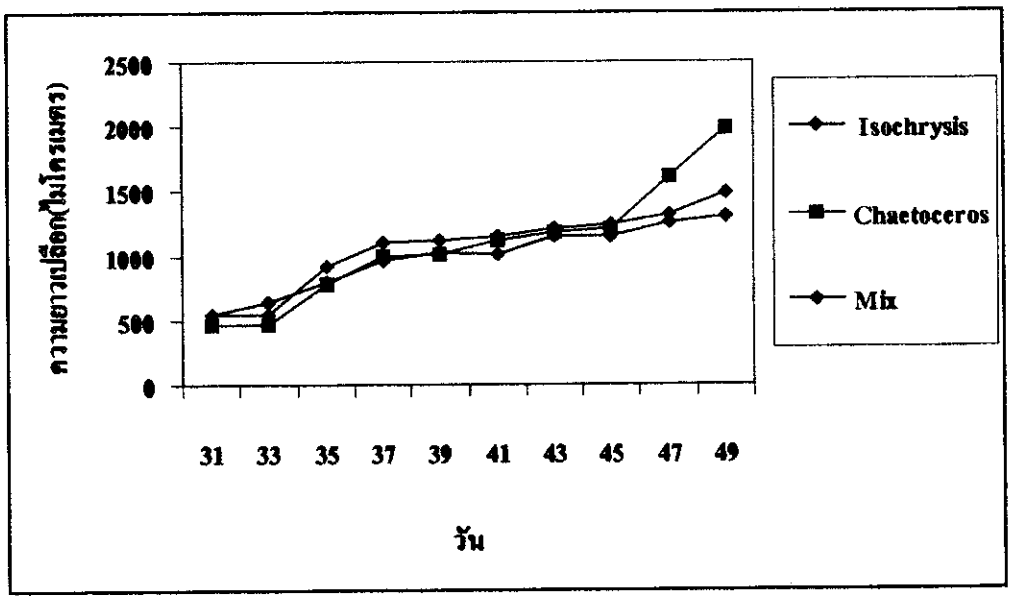
เมื่อลูกหอยเข้าสู่ระยะ spat ลูกหอยจะเกาะติดกับผนังของถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตรในอาหารแต่ละชนิด จากนั้นขูดลูกหอยเบา ๆ นำมาโรยลงบนวัสดุ 3 ชนิดที่เตรียมไว้คือ แถบพลาสติกตาข่ายสีดำ (ซาแรน) และกระเบื้องลอนใหญ่ เพื่อให้ลูกหอยยึดติดกับวัสดุเกาะ สุ่มวัดการเจริญเติบโตของลูกหอยตามตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ความยาวเปลือก (ไมโครเมตร) ของลูกหอยมุกแกลบ อายุ 31-49 วัน เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

อายุ (วัน)	ชนิดของอาหาร		
	Isochrysis galbana (a)	***Chaetoceros calcitrans*** (b)	**Mix** (c)
31	544.00 ± 81.57 b	463.33 ± 37.54 ac	536.67 ± 71.78 b
33	638.33 ± 54.27 bc	463.33 ± 37.54 ac	536.67 ± 71.78 ab
35	788.00 ± 85.21 c	781.33 ± 75.39 c	910.00 ± 108.48 ab
37	967.33 ± 98.52 c	997.00 ± 75.68	1105.00 ± 157.04 a
39	1018.33 ± 106.26 c	1010.00 ± 80.62 c	1121.67 ± 104.31 ab
41	1003.33 ± 83.90 bc	1125.00 ± 95.89 a	1156.67 ± 97.04 a
43	1148.33 ± 95.65	1175.00 ± 64.09	1206.67 ± 116.68
45	1151.67 ± 86.84	1215.00 ± 56.54	1236.67 ± 110.95
47	1263.33 ± 49.88 b	1615.00 ± 309.64 ac	1315.00 ± 92.97 b
49	1298.33 ± 75.28 bc	1988.33 ± 202.63 ac	1488.33 ± 137.86 ab

หมายเหตุ: คอลัมน์ที่ไม่มีอักษรกำกับแสดงว่าไม่มีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)

คอลัมน์ที่มีอักษรกำกับแสดงว่ามีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P< 0.05$)



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบความยาวเปลือก (ไมโครเมตร) ของหอยมุกแกลอายุ 31-49 วัน ที่เลี้ยงด้วอาหารต่างชนิดกัน

พบว่าช่วงตั้งแต่วันที่ 29-33 หลังจากที่ลูกหอยเกาะติดกับวัสดุแล้ว ความยาวเปลือกของลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่าย *Isochrysis* ยังมีมากที่สุด แต่ในวันที่ 35 ลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่ายผสมจะเริ่มมีความยาวเปลือกมากกว่าลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่าย *Chaetoceros* และ *Isochrysis* เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4) จนกระทั่งวันที่ 43-45 ลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายทั้งสามชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และวันที่ 47 ลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่าย *Chaetoceros* จะมีความยาวเปลือกมากที่สุด รองลงมาเป็นลูกหอยที่เลี้ยงในสาหร่ายผสม และลูกหอยที่เลี้ยงใน *Isochrysis* จะมีความยาวเปลือกน้อยที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ Okauchi (1990) ที่ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Isochrysis galbana* ในการเลี้ยงลูกหอย *Pinctada fucata* โดยเปรียบเทียบกับสาหร่ายผสม *Chaetoceros gracilis* กับ *Isochrysis galbana* พบว่าหลังจากวันที่ 30 ของการทดลอง การเจริญเติบโตของลูกหอยมุกที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis galbana* เพียงอย่างเดียว จะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ และลูกหอยจะหยุดการเจริญเติบโต Luong-Van *et al.* (1994) ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *Chaetoceros* พบว่านอกจากสาหร่าย *Chaetoceros* จะประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันแล้ว ยังประกอบด้วยสาร eicosapentaenoic acid (EPA) ซึ่งมีมากกว่าในสาหร่าย *Isochrysis* ดังนั้นจึงทำให้ลูกหอยมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือก น้ำหนักแห้งและน้ำหนักอินทรีย์มากกว่า นั่นเอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าในช่วง 1 เดือนแรก ระยะที่ลูกหอยมุกแกลบเพิ่งจะเริ่มกินอาหาร ควรเลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis* เพียงอย่างเดียว แต่หลังจาก 30 วันที่ลูกหอยลงเกาะกับวัสดุแล้ว ควรให้อาหารผสมก่อน 3-5 วัน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นให้สาหร่าย *Chaetoceros* เพียงอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้ลูกหอยที่เลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและชนิดของวัสดุที่ลูกหอยลงเกาะด้วยดังนี้

หลังจากอนุบาลลูกหอยที่ลงเกาะกับวัสดุได้ 20 วันแล้ว ก็จะนำไปเลี้ยงในทะเลเพื่อให้ลูกหอยได้ดำรงชีวิตอยู่ในธรรมชาติที่แท้จริง จากการทดลองพบว่าอัตรารอดของลูกหอยที่ติดกับวัสดุเกาะเป็นดังตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5 แสดงอัตรารอดของลูกหอยมุกแกลบจากระยะ spat ที่เกาะติดกับวัสดุทั้ง 3 แบบในถังที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายต่างชนิดกัน

ชนิดของอาหาร (สาหร่าย)	ชนิดของวัสดุที่ spat ลงเกาะก่อนปล่อยลงทะเล					
	แถบพลาสติก		ตาข่ายซาแรน		กระเบื้องลอนใหญ่	
	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)	จำนวน (ตัว)	อัตรารอด (%)
Isochrysis (a)	10,425	2.09	22,050	4.41	13,300	2.60
Chaetoceros (b)	16,125	2.64	29,312	4.81	17,000	2.79
Mix (c)	15,000	3.33	22,800	5.06	13,853	3.08

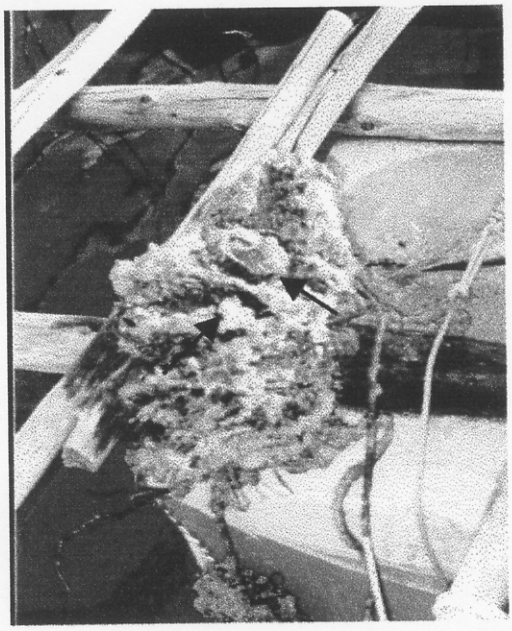
หมายเหตุ: คอลัมน์ที่ไม่มีอักษรกำกับแสดงว่าไม่มีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)
คอลัมน์ที่มีอักษรกำกับแสดงว่ามีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P< 0.05$)

จากการทดลองพบว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Chaetoceros* จะลงเกาะกับวัสดุทุกชนิดมากกว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย *Isochrysis* และสาหร่ายผสม (ตารางที่ 5) ส่วนวัสดุที่ลูกหอยลงเกาะมากที่สุดคือ ตาข่ายซาแรน รองลงมาเป็นกระเบื้องลอนใหญ่ และแถบพลาสติกตามลำดับ และลูกหอยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายผสมจะมีอัตรารอดมากที่สุด Monteforte *et al.* (1995) ได้ศึกษาการลงเกาะของลูกหอยมุก *Pteria sterna* บริเวณที่มีพุ่มไม้ท้องถิ่นที่เรียกว่า chivato บริเวณที่มีใบปาล์มแห้ง และบริเวณที่มีถุงพลาสติกสีแดงและสีเหลือง พบว่าการลงเกาะของลูกหอยแตกต่างกันตามโครงสร้างและลักษณะของพื้นที่ลงเกาะ

หลังจากเลี้ยงลูกหอยที่ลงเกาะกับวัสดุในทะเลเป็นเวลา 30 วันนำมาวัดความยาวเปลือกและบันทึกอัตรารอดได้ดังนี้

ชนิดวัสดุเกาะ	ความยาวเปลือก (มม.)	จำนวนตาย (ตัว)	อัตรารอด (%)
แถบพลาสติก (a)	24.54 ± 2.70 b c	2,784	93.29
ตาข่ายซาแรน (b)	22.80 ± 1.1 a	8,112	89.06
กระเบื้องลอนใหญ่ (c)	21.45 ± 4.60 a	2,652	93.99

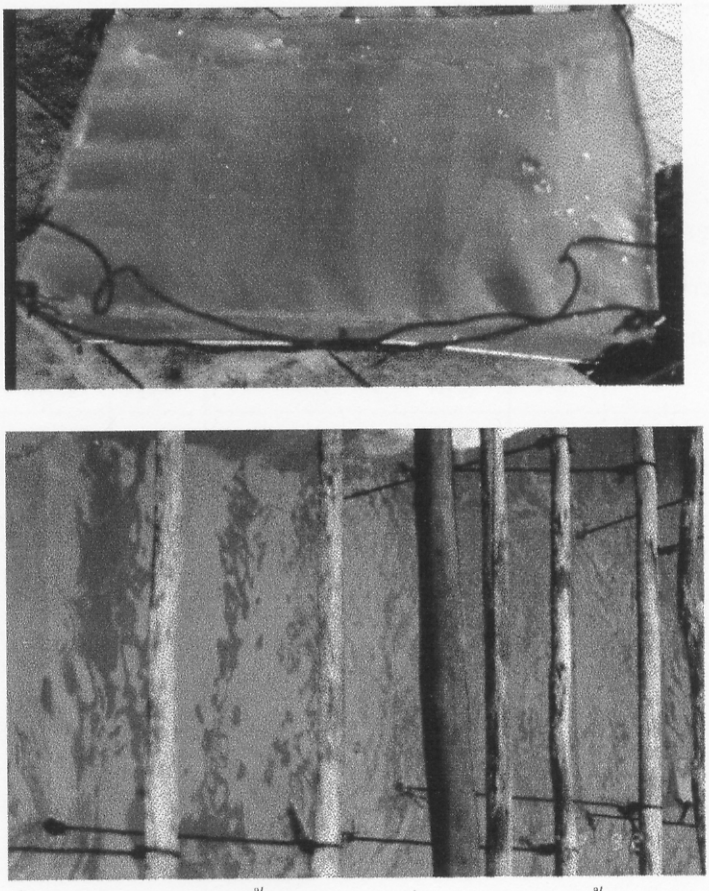
จากการทดลองมีข้อสังเกตคือ หลังจากที่นำลูกหอยแขวนเลี้ยงในทะเลลึก 2 เมตร พบว่าลูกหอยที่เกาะบนตาข่ายซาแรนมีอัตรารอดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับลูกหอยที่ลงเกาะกับแถบพลาสติกและกระเบื้องลอนใหญ่ ทั้งนี้เป็นเพราะลูกหอยที่เกาะติดกับตาข่ายซาแรนถูกสิ่งมีชีวิตอื่น (fouling animal) ทำลายและกิน (ภาพที่ 12) มากกว่าวัสดุชนิดอื่นที่มีตาข่ายหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง สิ่งมีชีวิตอื่นที่พบส่วนใหญ่เป็นเพรียงหิน เพียงหัวหอม ลูกหอยชนิดอื่น ไส้เดือนทะเล และเม่นทะเล รวมทั้งลูกปลาตัวเล็ก ๆ ที่ตอดกินลูกหอยอยู่รอบ ๆ (Doroudi, 1996; Taylor *et al*., 1997) กรรนิการ์และคณะ,(2546)รายงานว่าชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบจะขึ้นกับระดับน้ำที่เลี้ยงหอยมุกคือบริเวณผิวน้ำส่วนใหญ่จะพบเพียงหินมากที่สุดรองลงมาเป็นลูกหอยแมลงภู่ หอยนางรมและลูกปูตามลำดับส่วนระดับกลางน้ำและพื้นทะเลพบสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกับบริเวณผิวน้ำแต่พบปะการังและเม่นทะเลด้วย โดยเฉพาะที่พื้นทะเลส่วนใหญ่พบเม่นทะเล ดาวทะเล(ทั้งดาวเปราะและดาวสาย) หมึกยักษ์ (octopus) ขนาดเล็ก Taylor *et al.* (1998) ได้ศึกษาผลของการใช้ตาข่ายปกคลุมลูกหอยมุกจานระยะที่ลงเกาะ พบว่าลูกหอยที่ลงเกาะบนแผ่นพีวีซีที่คลุมด้วยตาข่ายมีจำนวนลูกหอยต่อพื้นที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้คลุมด้วยตาข่าย เนื่องจากลูกหอยอาจถูกกินโดย box fish (Ostraciidae) และ file fish (Monacanthidae) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ลูกหอยเกาะด้วย เพราะถ้าลูกหอยเกาะบริเวณขอบ ๆ ก็ง่ายต่อการเข้าทำลายของสิ่งมีชีวิตอื่น แต่ถ้าเกาะบริเวณด้านในของตาข่ายที่พับไปมาก็จะเป็นที่หลบซ่อนศัตรูได้ (Ellis and Haws, 2000)



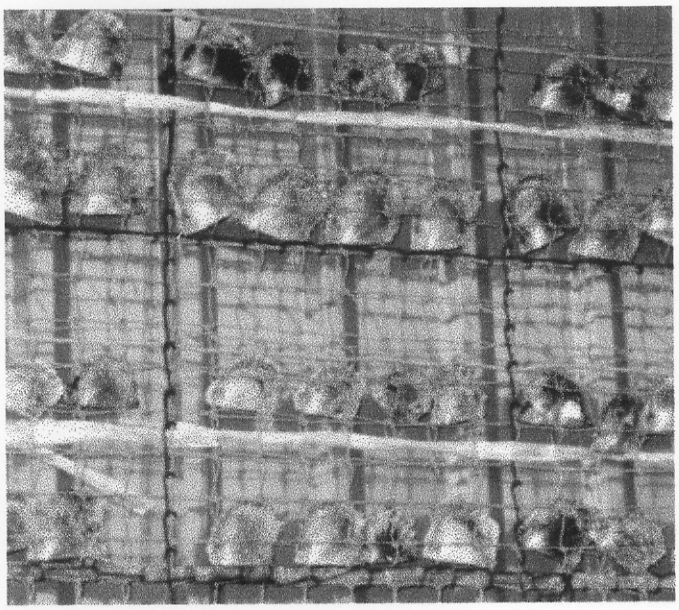
ภาพที่ 21 แสดงการเกาะของสิ่งมีชีวิตอื่นบนตาข่ายซาแรน

ส่วนในแง่การเจริญเติบโต ลูกหอยที่เกาะติดกับแถบพลาสติกมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือกมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะความหนาแน่นของลูกหอยที่ลงเกาะกับวัสดุมีน้อยกว่าวัสดุอื่น ๆ ส่วนลูกหอยที่ลงเกาะกับแผ่นกระเบื้องจะเจริญเติบโตน้อยที่สุด เนื่องจากมีตาข่ายหุ้มกระเบื้องอีกชั้นหนึ่งเรียก box net ตามภาพที่ 20 (Haws and Ellis, 2000) ที่ทำให้อุดตันได้ง่าย ส่งผลให้ลูกหอยได้รับอาหารไม่เพียงพอ สำหรับลูกหอยที่นำลงเลี้ยงในทะเลปัญหาการอุดตันของตะกอนเป็นปัญหาที่สำคัญมาก เพราะนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการตายและความอยู่รอดของลูกหอยมุกอีกด้วย (Taylor *et al.*, 1998)

เมื่อเลี้ยงลูกหอยได้ 1 เดือนแล้ว ใช้มีดคมขูดลูกหอยทั้งหมดที่ติดกับวัสดุเกาะ (ห้ามแกะโดยการดึงเด็ดขาดเพราะจะทำให้เส้นบิสซัส ซึ่งเชื่อมติดกับอวัยวะภายในถูกกระชากออก มีผลให้หอยตายได้) นำลูกหอยที่ได้มาแยกตามชนิดของวัสดุที่ลูกหอยเกาะ จากนั้นนำลูกหอยแต่ละกลุ่มเรียงในตะแกรง ที่เรียกว่า pocket net (Haws and Ellis, 2000) ตามรูปที่ 21 วัดความยาวเปลือกและบันทึกอัตรารอดได้ดังนี้



ภาพที่ 22 แสดงแผ่นกระเบื้องลอนใหญ่ที่มีตาข่ายหุ้มอีกชั้นเรียก box net



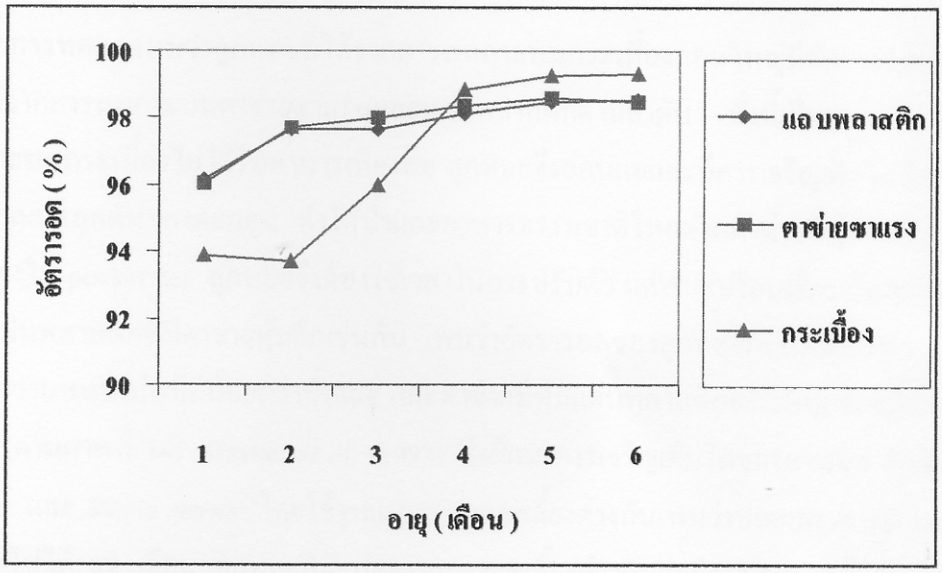
ภาพที่ 23 แสดงลูกหอยที่เรียงในตะแกรง pocket net

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือกและอัตรารอดของลูกหอยมุกแกลบอายุตั้งแต่ 110-240 วัน ที่ลงเกาะบนวัสดุ 3 ชนิดในทะเล

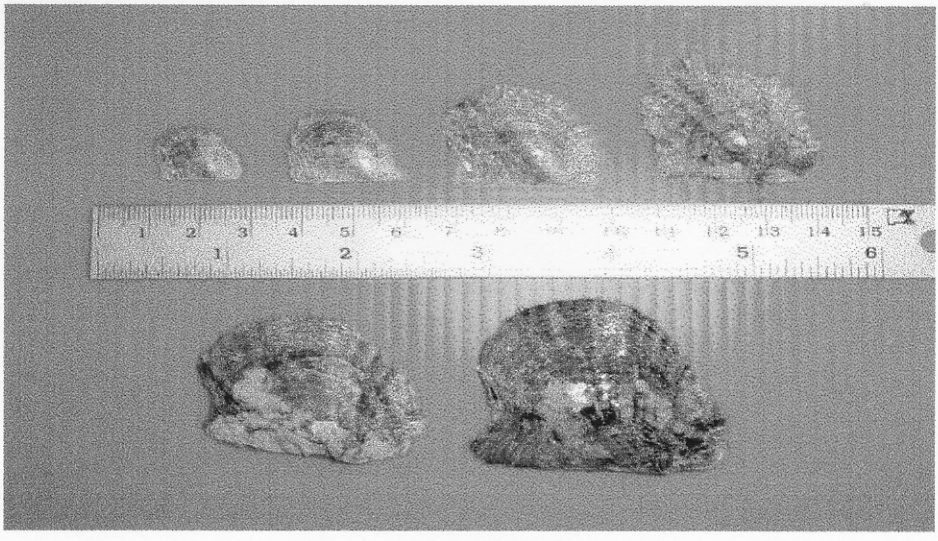
	แถบพลาสติก (a)			ตาข่ายซาแรน (b)			กระเบื้องลอนใหญ่ (c)		
อายุของหอย (วัน)	ความยาวเปลือก (มม.)	จำนวนตาย (ตัว)	อัตรารอด (%)	ความยาวเปลือก (มม.)	จำนวนตาย (ตัว)	อัตรารอด (%)	ความยาวเปลือก (มม.)	จำนวนตาย (ตัว)	อัตรารอด (%)
110	26.44±2.77 b	1,483	96.17	23.85±3.09 a	2,605	96.06	24.18±7.23	2,538	93.88
140	37.35±3.36 bc	866	97.67	32.90±4.02 ac	1,431	97.74	27.98±5.53 ab	2,440	93.74
170	40.19±5.14 c	842	97.68	38.54±6.39 c	1,232	98.01	32.44±4.61 ab	1,456	96.01
200	43.47±4.83 -	658	98.15	45.26±4.10 -	989	98.37	43.87±4.97 -	388	98.89
230	49.70 ±4.68 c	529	98.51	48.59±4.55 -	811	98.64	46.83±6.99 a	258	99.26
270	58.83±3.30 bc	507	98.55	56.43±4.64 ac	876	98.51	52.90±4.82 ab	233	99.32

หมายเหตุ: คอลัมน์ที่ไม่มีอักษรกำกับแสดงว่าไม่มีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)

คอลัมน์ที่มีอักษรกำกับแสดงว่ามีความแตกต่างจากคอลัมน์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ($P< 0.05$)



ภาพที่ 24 เปรียบเทียบอัตรารอดของลูกหอยมุกแกลบอายุ 1-6 เดือน ตั้งแต่เริ่มเกาะกับวัสดุที่แตกต่างกันในทะเล



ภาพที่ 25 ขนาดของลูกหอยมุกแกลบอายุ 1,2,3,4,5,6 เดือนตามลำดับเริ่มตั้งแต่ลงเกาะกับวัสดุในทะเล จากซ้ายไปขวาและแถวบนไปล่าง

จากการทดลองพบว่าลูกหอยที่ได้จากการลงเกาะบนกระเบื้องลอนใหญ่มีอัตรารอดต่ำกว่าลูกหอยที่ได้จากการลงเกาะบนตาข่ายซาแรนและแถบพลาสติกตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะช่วงแรกลูกหอยที่เกาะบนกระเบื้องไม่ได้รับอาหารเพียงพอ ลูกหอยจึงอ่อนแอและมีการเจริญเติบโตน้อย ซึ่งสาเหตุเกิดจากการอุดตันของตะกอน ทำให้น้ำและอาหารธรรมชาติไหลผ่านตาข่ายที่หุ้มไม่ดี เมื่อเปลี่ยนมาเลี้ยงใน pocket net ลูกหอยจึงต้องใช้เวลาในการปรับตัว แต่หากเปรียบเทียบกับลูกหอยที่ลงเกาะบนแผ่นพลาสติกที่มีตาข่ายหุ้มอีกเช่นกัน พบว่าอัตรารอดของลูกหอยกลุ่มนี้มีมากกว่า ซึ่งเนื่องมาจากความหนาแน่นที่มีน้อยกว่านั่นเอง และตาข่ายที่หุ้มแผ่นพลาสติกจะมีลักษณะคล้ายแบบ pocket net (ตามภาพที่ 14) Gaytan *et al.* (1993) ซึ่งศึกษาการเจริญเติบโตของหอยมุก *Pinctada mazatlantica* และ *Pteria sterna* โดยใช้รูปแบบการเพาะเลี้ยงต่างกัน พบว่าหอยมุก *Pteria sterna* หลังจากเลี้ยงไปได้ 18 เดือน ลูกหอยที่มีรูปแบบการเพาะเลี้ยงต่างกันจะมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันนั่นคือ แบบที่เลี้ยงใน pocket net จะมีขนาดใหญ่ที่สุดและมีอัตรารอดมากที่สุดคือ 99% รองลงมาเป็นการเลี้ยงแบบใส่กรงตาข่าย ซึ่งมีอัตรารอดเป็น 98% แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด Southgate and Beer (2000) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกหอยมุก (*Pinctada margaritifera*) โดยใช้เทคนิคการเลี้ยงที่แตกต่างกัน ยังได้พบว่าลูกหอยมุกที่เลี้ยงใน pocket net ที่มี 24 ช่องกับที่เลี้ยงใน pocket net ที่มี 8 ช่อง จะมีอัตรารอดเป็น 100% และมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ส่วนลูกหอยที่ใส่ในถุงพลาสติกขนาด 5 มม. จะมีอัตรารอดเป็น 90.6% และการเจริญเติบโตน้อยที่สุด