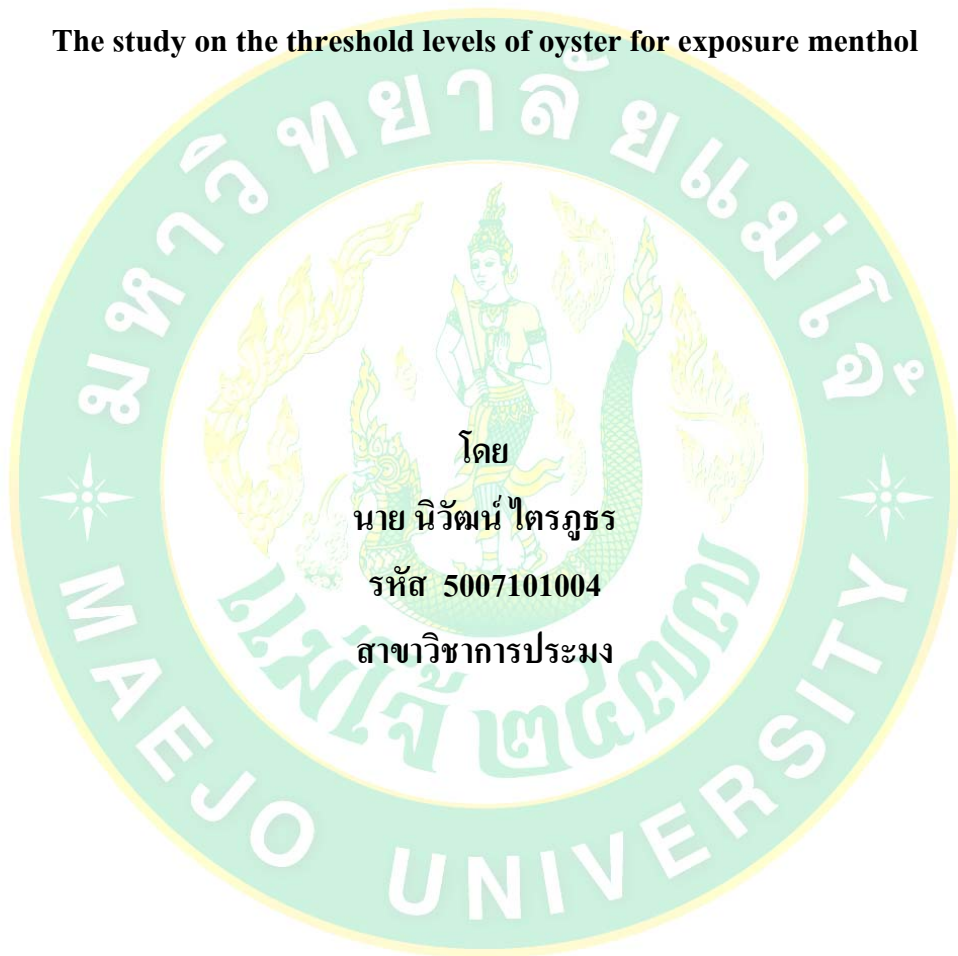


ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาค่า Threshold ของหอยนางรม เมื่อสัมผัสสารเมนทอล  
The study on the threshold levels of oyster for exposure menthol



มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
ปีการศึกษา 2552

การศึกษาค่า Threshold ของหอยนางรม เมื่อสัมผัสสารเมนทอล  
The study on the threshold levels of oyster for exposure menthol



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์กมลวรรณ สุภวิญญู)

.....

(อาจารย์อุทธนา สว่างอารมย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาค่า Threshold ของหอยนางรม เมื่อสัมผัสสารเมนทอล  
The study on the threshold levels of oyster for exposure menthol.

ชื่อผู้เขียน : นาย นิวัฒน์ ไตรภูธร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู

### บทคัดย่อ

การศึกษาค่า Threshold ของหอยนางรม เมื่อสัมผัสสารเมนทอล ครั้งที่ 1 มี 6 ชุดการทดลอง ฤๅละ 5 ซ้ำ โดยครั้งที่ 1 ใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 100 g/l สังเกตจากการเปิดปิดของเปลือกหอย พบว่า ที่ความเข้มข้นของเมนทอล 0 g/l นั้นมีการเปิดปิดของเปลือกหอยตามปกติ ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 0.1 g/l มีหอยแกะเปลือกได้ 6.67% และ 3.33% พบว่า ที่ความเข้มข้น 1 g/l มีการเปิดปิดของเปลือกหอยและมีบางตัวที่ไม่มีการเปิดปิดของเปลือกหอย ที่ความเข้มข้น 10 g/l และ 100 g/l ไม่มีการเปิดปิดของเปลือกหอย หลังจากนั้น ทำการแกะเปลือก และกระตุ้นด้วยไฟฟ้า พบว่า ระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.75 \pm 0.43$ ,  $5.10 \pm 1.04$ ,  $4.78 \pm 0.65$ ,  $4.73 \pm 0.27$ ,  $5.36 \pm 1$  และ  $5.30 \pm 0.91$  โวลต์ ตามลำดับ ( $P > 0.05$ ) ส่วนหอยที่สามารถเปิดเปลือกได้ ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 0.1 g/l มีระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.50 \pm 0.00$  โวลต์

การทดลองครั้งที่ 2 เลือกใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075 และ 0.1 g/l พบว่า ระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.02 \pm 0.87$ ,  $4.76 \pm 0.31$ ,  $4.75 \pm 0.56$ ,  $4.73 \pm 0.33$ ,  $4.8 \pm 0.33$  และ  $4.55 \pm 0.11$  โวลต์ ตามลำดับ ( $P > 0.05$ ) ส่วนหอยที่สามารถเปิดเปลือกได้ ระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.50 \pm 0.00$  โวลต์

การทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ที่ความเข้มข้นของเมนทอล 0.1-1 และ 0.1-0.26 g/l ตามลำดับ พบว่า ระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยของแต่ละความเข้มข้นของเมนทอลไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

การทดลองครั้งที่ 5 ที่ความเข้มข้นของเมนทอล 0.10-0.14 g/l. พบว่า ระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $5.75 \pm 1.03$ ,  $4.61 \pm 0.22$ ,  $5.44 \pm 1.1$ ,  $5.22 \pm 0.86$ ,  $4.94 \pm 0.36$  และ  $4.9 \pm 0.45$  โวลต์ ตามลำดับ ( $P > 0.05$ )

ดังนั้น หอยนางรมที่ได้รับสัมผัสเมนทอลที่ระดับความเข้มข้น 0.10-0.14 g/l. มีระดับ Threshold ไม่แตกต่างกัน แสดงว่า เมนทอลในความเข้มข้นดังกล่าว ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทของหอยนางรม

คำสำคัญ : หอยนางรม, เมนทอล, Threshold

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู ซึ่งได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์ กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม ให้แก่ข้าพเจ้า และได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการดำเนินงานทดลองตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นรูปเล่มปัญหาพิเศษอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณณิชาพล แก้วชญา นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านสถานที่ทำการศึกษาดลอง และเก็บข้อมูล

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษามาโดยตลอดและขอขอบคุณคณะเพื่อนนักศึกษาทุกคนในห้องเรียนเดียวกันที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

นิวัฒน์ ไตรภูธร

มีนาคม 2553



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	19
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	19
อุปกรณ์ในการทดลอง	20
วิธีดำเนินการ	20
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา	22
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	32
สรุปผลการทดลอง	32
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก) ตารางวิเคราะห์ข้อมูล	33
ภาคผนวก (ข) ประวัติผู้วิจัย	59



## สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
18	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 1 g/l (ครั้งที่ 3)	44
19	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0 g/l (ครั้งที่ 4)	45
20	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.10 g/l (ครั้งที่ 4)	45
21	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.14 g/l (ครั้งที่ 4)	46
22	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.18 g/l (ครั้งที่ 4)	46
23	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.22 g/l (ครั้งที่ 4)	47
24	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.26 g/l (ครั้งที่ 4)	47
25	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0 g/l (ครั้งที่ 5)	48
26	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.10 g/l (ครั้งที่ 5)	48
27	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.11 g/l (ครั้งที่ 5)	49
28	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.12 g/l (ครั้งที่ 5)	49
29	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.13 g/l (ครั้งที่ 5)	50
30	กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมนทอล 0.14 g/l (ครั้งที่ 5)	50
31	Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1	51
32	ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1	51
33	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1	52
34	Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2	52
35	ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2	53
36	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2	53

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก	หน้า
37 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3	54
38 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3	54
39 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3	55
40 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4	55
41 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4	56
42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4	56
43 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5	57
44 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5	57
45 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับ โดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5	58



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 หอยตะโกรมGRAMขาว	4
2 หอยนางรม <i>Saccostrea cucullata</i>	5
3 หอยนางรม <i>Saccostrea forskalii</i>	5
4 หอยนางรม <i>Striostrea (Parastriostrea) mytiloides</i>	6
5 ระบบทางเดินอาหารของหอยนางรม	7
6 ระบบเส้นเลือดแดงของหอยนางรม	8
7 ระบบประสาทของหอยนางรม	8
8 ระบบขับถ่ายของเสียของหอยนางรม	9
9 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล ครั้งที่ 1	23
10 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล ครั้งที่ 2	25
11 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล ครั้งที่ 3	27
12 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล ครั้งที่ 4	29
13 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล ครั้งที่ 5	31

## บทที่ 1

### บทนำ

หอยนางรม (Oyster) เป็นหอย 2ฝา มีกาบหนาแข็ง บางชนิดมีสีน้ำตาล หรือสีเทา ฝาของหอยนางรมมีขนาดไม่เท่ากัน กาบบนจะใหญ่และแบนบางกว่ากากล่อง ส่วนกากล่องมีลักษณะโค้งเว้าคล้ายรูปถ้วย หรือจาน เป็นส่วนที่มีตัวหอยอยู่ และยึดติดกับวัตถุแข็ง เช่น ก้อนหิน ไม้หลัก หรือเปลือกหอยที่จมอยู่ในทะเล เปลือกหอยนางรมประกอบด้วยหินปูนร้อยละ 95 โดยหอยนางรมจะดูดน้ำเข้าเพื่อกินอาหาร โดยใช้ซี่กรองกรองแพลงตอนพืชและสัตว์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ และปล่อยน้ำออกมาอีกด้านหนึ่ง

ในปัจจุบันหอยนางรมจัดเป็นอาหารที่มีราคาแพง และปรุงอาหารได้หลายอย่าง เช่น หอยนางรมคอง หอยรมควัน และสกัดเป็นน้ำมันหอยโดยเฉพาะหอยนางรมสดๆ มีผู้นิยมรับประทานเป็นจำนวนมาก เพราะการรับประทานหอยนางรมสดใหม่มีรสชาติหวานมันตามธรรมชาติ แต่การรับประทานแบบสดๆนั้นค่อนข้างที่จะยุ่งยากตอนแกะเปลือกหอย เนื่องจากเปลือกของหอยนางรมค่อนข้างที่จะแข็งและเปื่อยยาก ส่วนใหญ่วิธีแกะเปลือกจะใช้ค้อนทุบ ซึ่งจะทำให้หอยนางรมเกิดการบอบช้ำหรือใช้สารเคมีเพื่อให้หอยสลบ ทำให้หอยอ้าเปลือก ทำให้ง่ายต่อการแกะเปลือก

ในการทดลองครั้งนี้จึงต้องการนำสมุนไพรมาใช้เป็นยาสลบสัตว์น้ำเพื่อทดแทนสารเคมีที่ก่อให้เกิดปัญหาสารตกค้าง การนำสมุนไพรมาใช้แทนสารเคมีเพราะมีราคาถูกและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอีกด้วย

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาค่าไฟฟ้าต่ำสุดที่ทำให้เกิดการกระตุ้นกล้ามเนื้อของหอยนางรมเมื่อสัมผัสเม้นทอล

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### หอยนางรม

#### คลาสไบวัลเวีย (Bivalvia)

มีสมาชิกประมาณ 20,000 ชนิด พบทั้งในน้ำเค็มและน้ำจืด ได้แก่ หอยแมลงภู่ (mussel) หอยแครง (scallop) หอยนางรม (oyster) เรียกรวม ๆ ว่าหอยกาบ (clam) ขนาดเล็กที่สุดมีความยาวน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดมีความยาว 1.3 เมตร ร่างกายมีสมมาตรครึ่งซีก ที่มีลำตัวแบนทางด้านข้างไม่มีส่วนหัวและแผ่นลิ้น (radula) มีเปลือก 2 ชั้น ยึดติดกันทางด้านหลังด้วยบานพับ (hinge) ด้านหน้ามีเท้ายื่นออกมาเรียก ด้านหน้า (anterior) ด้านตรงข้ามด้านหน้าที่มีการเปิดออกเรียก ด้านท้าย (posterior) ด้านที่กาบหอยเปิดออกจากกัน เรียก ด้านท้อง (ventral) ด้านกันหอยเรียกว่า ด้านหลัง (dorsal)

โครงสร้างภายนอก เปลือกด้านนอกมีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น ผิวเรียบ ขรุขระ ยึดติดกันด้วยบานพับทางด้านหลัง ส่วนด้านท้องเปลือกจะเปิดออกเป็นช่องทางออกของเท้า เปลือกบริเวณที่อยู่ด้านหน้า จะเป็นเปลือกที่เกิดขึ้นก่อน ที่เปลือกจะเห็นเส้นการเจริญเติบโตเป็นวง ๆ รอบกันหอย เปลือกชั้นนอกสุดเรียกเพอริโอสตรัคัม ซึ่งถูกสร้างมาจากขอบของแมนเทิล ด้านในสุดจะเป็นชั้นมุก ถ้าหักเปลือกหอยออกจะเห็นชั้นกลางที่มีความหนาที่สุดเรียกปริมาสดี ซึ่งเป็นชั้นของหินปูน

โครงสร้างภายใน เมื่อเปิดเปลือกออกจากกัน จะเห็นรอยของกล้ามเนื้อติดอยู่ในเปลือกหลายรอยได้แก่ รอยใหญ่ที่สุดพบทั้งด้านหัวและด้านท้าย เป็นรอยที่เกิดจากการยึดติด ของกล้ามเนื้อแอดคักเตอร์หน้า (anterior adductor) และกล้ามเนื้อแอดคักเตอร์หลัง (posterior adductor) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยึดกาบทั้งสองให้ติดกัน เหนือขึ้นไปทางด้านหลังจะเห็นรอยที่มีขนาดเล็กกว่าทั้งด้านหัวและด้านท้าย รอยนี้เกิดจากการยิดของกล้ามเนื้อรีแทรคเตอร์หน้า (anterior retractor) ซึ่งทำหน้าที่ดึงเท้าให้กลับเข้ามาภายในเปลือก ได้รอยของกล้ามเนื้อแอดคักเตอร์ลงมาทางด้านท้องจะสังเกตเห็นรอยเล็ก ๆ อีกหนึ่งรอย เป็นรอยที่เกิดจากกล้ามเนื้อโปรแทรคเตอร์ (protractor muscle) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยึดเท้าออก

แมนเทิลและช่องแมนเทิล แมนเทิลเป็นเยื่อที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มอวัยวะภายใน ลักษณะเป็นแผ่น 2 แผ่นห้อยลงด้านล่างของลำตัว อาจเชื่อมหรือไม่เชื่อมติดต่อกันได้ ช่องที่อยู่ระหว่างเยื่อแมน

เทิลทั้งสองแผ่นเรียกว่า ช่องแมนเทิล ซึ่งเป็นที่อยู่ของเหงือก 2 คู่ ส่วนเท้า และก้อนเครื่องในเฉพาะ ส่วนของเท้า และก้อนเครื่องในของหอยคาบจะอยู่รวมกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ส่วนเท้าเป็น กล้ามเนื้อสีขาว ภายในเป็นโพรงเลือดหรือฮีโมซีล การยืดส่วนเท้าออกมา เนื่องจากเลือดไหลเข้าไป ในโพรงเลือดนี้ ทำให้ส่วนเท้า ขยายโตขึ้นยื่นออกมาข้างนอก กล้ามเนื้อเหล่านี้มีลักษณะคล้ายลิ้นของ คน

ก้อนเครื่องใน มีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นสีเหลือง ๆ ดำ ๆ อยู่เหนือส่วนเท้าขึ้นไป ประกอบด้วย อวัยวะภายในสำคัญ ๆ หลายอย่าง เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ระบบขับถ่าย ระบบ หมุนเวียนโลหิต ระบบประสาท

### ชีววิทยาหอยนางรม

ฝาเปลือกต่างซึ่งเป็นด้านที่หอยใช้ติดกับวัสดุคือเปลือกซ้ายมักมีขนาดใหญ่และมีลักษณะ เป็นรูปถ้วย ในขณะที่เปลือกด้านบนหรือเปลือกขวามีขนาดเล็กกว่าและมีลักษณะค่อนข้างแบนราบ เปลือกหอยนางรมประกอบด้วยสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ เปลือกทั้งสองข้าง เชื่อมติดกันด้วยบานพับ Hinge มีเอ็นสีน้ำตาลเป็นสารประกอบคล้ายเขาสัตว์ ทำหน้าที่คล้ายสปริง ดันให้ฝาเปลือกเปิดออก มีกล้ามเนื้อยึดเปลือก Adductor muscle 1 อัน ยึดฝาทั้งสองไว้ด้วยกัน และ ทำหน้าที่ดึงให้เปลือกปิด รูปร่างหอยนางรมจะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่อาศัย เช่น หาก เจริญอยู่บนวัสดุที่มั่นคงมีพื้นที่กว้างเปลือกจะแผ่ขยายไปตามผิววัสดุทำให้ตัวแบน หากอยู่เบียดกัน เป็นกลุ่มหนาแน่นเปลือกจะมีรูปร่างบิดงอ

ส่วนที่เป็นเนื้อหอย มีเนื้อเยื่อบางๆ ห่อหุ้มทั้งสองข้างของลำตัวเรียกว่าเนื้อเยื่อ Mante มี ลักษณะเป็นริ้วแผ่ขยายออกไปถึงช่องปาก มีเหงือก 2 คู่ทำหน้าที่เป็นกลไกกรองอาหารพร้อมทั้ง หายใจ และช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย บริเวณกึ่งกลางลำตัวมีกล้ามเนื้อใหญ่ทำ หน้าทีเปิดและปิดเปลือกหอย อาหารผ่านเข้าไปภายในช่องว่างในตัวหอยพร้อมกับน้ำ และถูกรวบรวมเข้าสู่ปาก ผ่านระบบย่อยอาหาร เศษอาหารที่เหลือจะผ่านออกทางทวารและจำกัดออกจาก ตัวหอยพร้อมการหายใจ

หอยนางรม กินอาหารโดยการกรองพืชและสัตว์ขนาดเล็กที่มากับกระแสน้ำ อยู่ได้ทั้งใน ทะเล และบริเวณแหล่งน้ำกร่อย ในธรรมชาติพบตามก้อนหิน เสาปูน รากต้นไม้ที่แช่น้ำอยู่ หรือ วัสดุทุกชนิดที่อยู่ในระดับที่น้ำท่วมถึง โดยใช้ฝาด้านหนึ่งเชื่อมต่อไว้

หอยนางรมจัดอยู่ในอนุกรมวิธาน ดังนี้ (Vaught, 1989 อ้างถึงในวันทนา อยู่สุข, 2541)

Phylum Mollusca

Class Bivalvia หรือ Pelecypoda

Subclass Pteriomorpha

Order Ostreoida

Family Ostreaeidae

หอยนางรมพิจารณาจำแนกชนิดตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก พบว่าสำหรับหอยนางรมพันธุ์ใหญ่หรือหอยตะโกรมมี 1 สกุล 2 ชนิด ได้แก่ หอยตะโกรมกรมขาว *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) และหอยตะโกรมกรมดำ *Crassostrea iredalei* (Faustino, 1932) หอยนางรมทั้ง 2 ชนิดนี้ พบทั้งในแหล่งธรรมชาติ และแปลงเลี้ยงหอยนางรมของเกษตรกร ดูจากภายนอกเปลือกจะคล้ายคลึงกันมาก แต่ก็ยังมีความแตกต่างกัน คือขนาดของหอยเมื่อโตเต็มที่หอยตะโกรมกรมขาวจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 12.5 ซม. ส่วนหอยตะโกรมกรมดำมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 8 ซม. หอยตะโกรมกรมขาวมีเปลือกที่หนาและหนักกว่า กับพบว่าด้านในของเปลือกบริเวณที่เป็นรอยของกล้ามเนื้อยึดเปลือก หอยตะโกรมกรมขาวมีสีขา (ภาพที่ 1) ซึ่งนิยมเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนหอยตะโกรมกรมดำมีสีเข้ม เช่น น้ำตาลแก่หรือสีดำ



ภาพที่ 1 หอยตะโกรมกรมขาว

ที่มา : <http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/News08/Page4.html>

หอยนางรมพันธุ์เล็กจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้เป็น 2 สกุล 3 ชนิด ได้แก่

1. *Saccostrea cucullata* (Born, 1778) เป็นชนิดที่พบทั่วไปตามชายฝั่งที่เป็นทะเลเปิด และตามเกาะต่างๆ ทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เปลือกซ้ายยึดติดกับโขดหินอย่างแน่นหนา ยกเป็น

รูปขอบด้วย เปลือกขวาแบน รอยกล้ำเนื้อยึดเปลือกเป็นรูปรี ที่เปลือกซ้ายมีสีขาวย และมีสีขาวหรือสีม่วงเข้มที่เปลือกขวา (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 หอยนางรม *Saccostrea cucullata*

ที่มา : <http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/News08/Page4.html>

2. *Saccostrea forskalii* (Chemnitz, 1785) พบทั้งในธรรมชาติและแปลงเลี้ยงหอยนางรม มีการแพร่กระจายทั้งในบริเวณทะเลเปิด น้ำกร่อยปากแม่น้ำและป่าชายเลน มีการเลี้ยงในจังหวัดชลบุรี จันทบุรี และตราด รอยกล้ำเนื้อยึดเปลือกเป็นรูปไต (ภาพที่ 3)



*forskalii*

ที่มา : <http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/News08/Page4.html>

3. *Striostrea (Parastriostrea) mytiloides* (Lamarck, 1819) เป็นชนิดที่พบในธรรมชาติ บริเวณป่าชายเลน โดยยึดติดอยู่ตามลำต้นและรากของต้นไม้ป่าชายเลน หรือตามโขดหิน เปลือกและลำตัวค่อนข้างแบน จึงไม่เป็นที่นิยมรับประทาน (ภาพที่ 4)

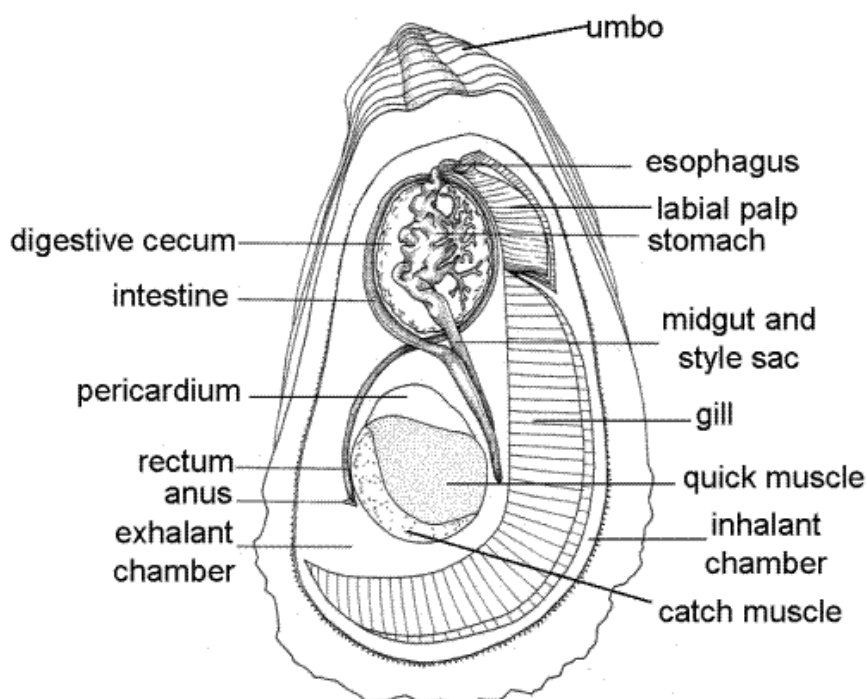


ภาพที่ 4 หอยนางรม *Striostrea (Parastriostrea) mytiloides*

ที่มา : <http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/News08/Page4.html>

**ระบบทางเดินอาหาร** เริ่มจากบริเวณด้านท้ายของลำตัวจะมีช่องเปิดอยู่ 2 ช่อง ด้านบนเป็นช่องน้ำออก (excurrent canal) ด้านล่าง เป็นช่องน้ำเข้า (in current canal) น้ำจะเข้าสู่ภายในร่างกายโดยผ่านทางช่องน้ำเข้าโดยมีขนสั้น ๆ ที่บุอยู่ตามผิวของแมนเทิล ทำหน้าที่โบกพัดน้ำ น้ำจะผ่านเหงือก เพื่อทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ส่วนอาหารที่ปนมากับน้ำจะถูกคัดเลือกโดยขนที่เหงือกแล้วส่งผ่านไปยังบริเวณส่วนหน้าเข้าสู่ปากรอบ ๆ ปากจะมีแผ่นลาเบียลปลั๊ก อยู่ 1 คู่ ทำหน้าที่โบกพัดอาหารเข้าสู่ปาก ถัดไปเป็นหลอดอาหาร ซึ่งเป็นท่อขนาดเล็กและสั้น อาหารจะถูกส่งไปยังกระเพาะอาหาร ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงพองใหญ่ทำหน้าที่ย่อยอาหาร โดยมีน้ำย่อยที่ผลิตมาจากไส้ตรง มีช่องขั้วถ่ายกากอาหารคือ ทวารหนัก อยู่ให้กับช่องน้ำออก

**ระบบหายใจ** การแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นได้ทั้งบริเวณแมนเทิลและเหงือก ซึ่งมีซีเลียเป็นส่วนสำคัญในการโบกพัดน้ำเข้าภายในร่างกาย เหงือกของหอยแต่ละชนิดจะมีวิวัฒนาการแตกต่างกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิต เหงือกมี 2 แผ่น แต่ละแผ่นประกอบด้วยเยื่อบางเรียกว่าลามลลา 2 ชั้น แต่ละลามลลาจะประกอบด้วยเส้นเหงือกจำนวนมาก บนเส้นเหงือกจะมีขนสั้นโบกพัดน้ำจะไหลเข้าทางรูเล็ก ๆ เข้าไปในช่องลามลลารวมกันเป็นท่อน้ำ ซึ่งเชื่อมต่อกับช่องเหนือเหงือก ซึ่งอยู่ทางด้านบนและน้ำจะไหลออกบริเวณช่องน้ำออก ในขณะที่น้ำไหลผ่านเหงือก จะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซโดยมีเส้นเลือดที่ใช้แล้วจากไตผ่านเข้าไปในเหงือก เพื่อรับก๊าซออกซิเจนจากน้ำที่ผ่านเหงือก



ภาพที่ 5 ระบบทางเดินอาหารของหอยนางรม

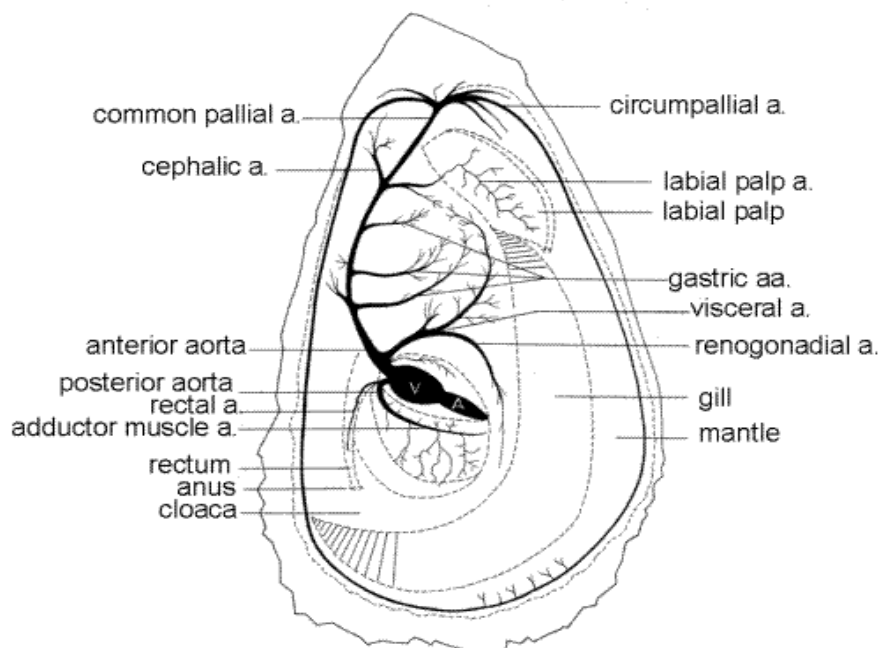
ที่มา : Richard Fox Lander University, 2005

**ระบบหมุนเวียนโลหิต** ระบบการหมุนเวียนโลหิตของหอยกาบเป็นชนิดระบบเปิด คือเลือดไหลผ่านทั้งในเส้นเลือดและช่องว่างภายในลำตัว เลือดของมอลลัสก์จะไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน เนื่องจากมีฮีโมไซยานินเป็นองค์ประกอบ ในหอยแครงที่มีเลือดสีแดง เนื่องจากมีฮีโมโกลบินเป็นองค์ประกอบ หัวใจแบ่งออกเป็น 3 ห้อง มีช่องเล็ก ๆ เชื่อมระหว่างหัวใจห้องล่างและห้องบน หัวใจจะมีเยื่อบาง ๆ หุ้มอยู่เป็น ช่องรอบหัวใจ ออริเคิลทำหน้าที่รับเลือดจากเหงือกแล้วส่งต่อไปยังเวนทริเคิล ซึ่งจะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย เวนทริเคิลจึงมีผนังหนา

**ระบบประสาท** ระบบประสาทของหอยกาบ ยังไม่พัฒนาเป็นระบบประสาทส่วนกลางคินัก มีปมประสาท 3 คู่ เชื่อมต่อกัน อวัยวะรับความรู้สึกยังไม่พัฒนามาก มักใช้การสัมผัส รับสารเคมี ความเข้มของแสง จากแมนเทิลโดยเฉพาะการมองเห็น

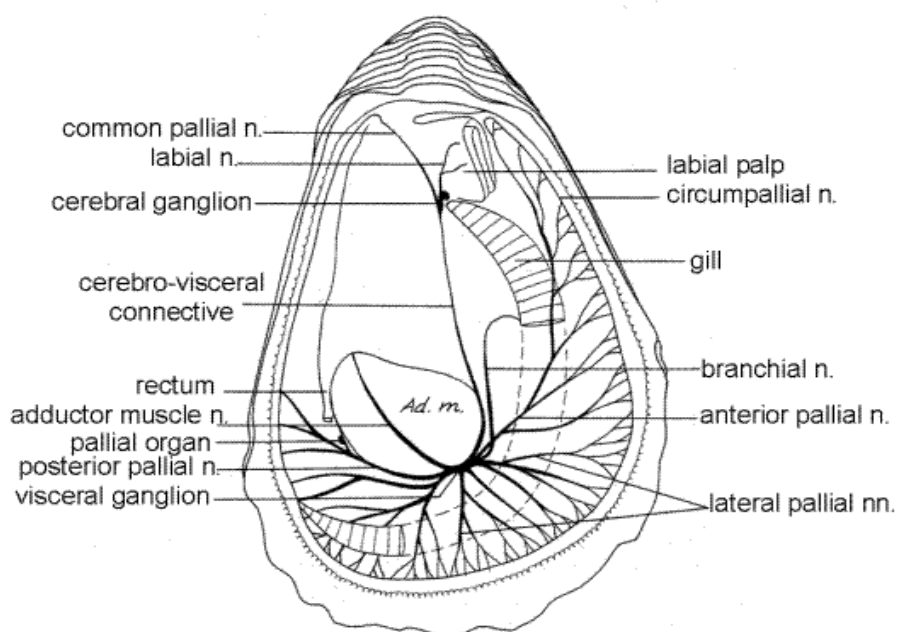
- ปมประสาทสมอง (cerebropleural ganglion)
- ปมประสาทเท้า (pedal ganglion)
- ปมประสาทเครื่องใน (visceral ganglion)





ภาพที่ 6 ระบบเส้นเลือดแดงของหอยนางรม

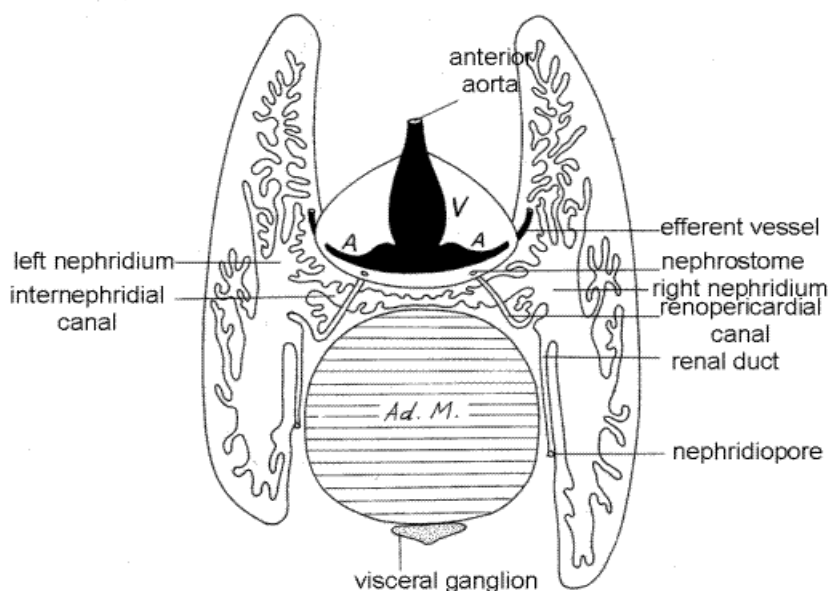
ที่มา : Richard Fox Lander University, 2005



ภาพที่ 7 ระบบประสาทของหอยนางรม

ที่มา : Richard Fox Lander University, 2005

ระบบขับถ่ายของเสีย อวัยวะขับถ่ายของเสียคือไต (kidney) มี 1 คู่ อยู่ใต้เยื่อหุ้มหัวใจ โดยไตส่วนล่างทำหน้าที่สกัดของเสียออกจากเส้นเลือดและช่องรอบหัวใจ ของเสียจะถูกส่งผ่านไปยังไตด้านบน ออกสู่ภายนอกทางช่องน้ำออก



ภาพที่ 8 ระบบขับถ่ายของเสียของหอยนางรม

ที่มา : Richard Fox Lander University, 2005

**ระบบสืบพันธุ์** หอยกาบมีเพศแยกกัน และสังเกตได้ยาก ยกเว้นตอนที่มีการเจริญเติบโตของไข่ภายในแผ่นเหงือก อวัยวะสืบพันธุ์มีสีน้ำตาลอยู่บริเวณของลำไส้เป็นคู่ ๆ รอบ ๆ ขดของลำไส้ในก้อนเครื่องใน สปอร์จะถูกสร้างและปล่อยออกยังช่องว่างเหนือเหงือกออกมาทางช่องน้ำออก และผ่านเข้าไปยังเพศเมียทางช่องน้ำเข้า ไข่ที่ถูกสร้างจากรังไข่จะติดอยู่บริเวณท่อน้ำของเหงือก เพื่อรอการผสมพันธุ์ ได้ตัวอ่อนเรียก โกลลิดีียม (glochidium) ตัวอ่อนนี้มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ออกจากตัวหอยทางท่อน้ำออก มีขอเกี่ยว และจะพยายามว่ายน้ำไปเกาะอยู่กับครีบก หรือเหงือกของปลา ดำรงชีวิตแบบปรสิต เป็นเวลาหลายสัปดาห์ หลังจากนั้นจะจมตัวเองลงที่พื้นห้องน้ำที่เป็นทราย เจริญเป็นตัวเต็มวัย (นิรนาม, 2551)

### รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย

การเลี้ยงหอยนางรมมีอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีความเหมาะสมตามลักษณะภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศของแต่ละท้องถิ่น

1. การเลี้ยงบนก้อนหิน เป็นวิธีการใช้ก้อนหินวางให้ลูกหอยนางรมเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตามความต้องการ เป็นวิธีง่ายและทำกันมาแต่โบราณ ซึ่งยังนิยมทำกันแพร่หลายมาจนปัจจุบันนี้ โดยเฉพาะท้องที่ที่สามารถหาก้อนหินจากธรรมชาติได้สะดวกโดยวางก้อนหินให้เกยกันเป็นกองๆ ละ 5-10 ก้อน โดยวางให้อยู่ในลักษณะก้อนหินมีพื้นที่ให้ลูกหอยเกาะได้มากที่สุด หินแต่ละกองอยู่ห่างกันประมาณ 50 ซม. เรียงเป็นแถว วิธีการนี้มักทำการเลี้ยงหอยในขอบเขตระหว่างแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดถึงระดับต่ำสุดตามชายฝั่ง ทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวเปิด พื้นดินเป็นโคลนแข็งทรายปนโคลนแข็งหรือบริเวณที่เป็นหิน ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ก้อนหินที่วางจมลึกลงไปหรือถูกทับถมในกรณีที่สภาพดินเป็นโคลนค่อนข้างอ่อนก็ใช้ไม้ไผ่วางเป็นฐานรองรับก้อนหินเพื่อกันมิให้หินจมโคลนหรือบางรายก็ทำเป็นปาก โดยใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกประกอบเข้าเป็นร้านสำหรับวางหินบนคานเดี่ยวๆ ในแหล่งเลี้ยงเกาะวางเลี้ยงต่อไปเพื่อโคลนทับถมมักพบเห็นตามบริเวณอ่าวเปิดและปากแม่น้ำ ลำคลองทั่ว ๆ ไปรูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมวิธีนี้ นิยมใช้ในการเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์เล็กที่จังหวัดชลบุรีและที่อ่าวสวี จังหวัดชุมพร

2. การเลี้ยงในกระบะไม้ การเลี้ยงแบบนี้เหมาะสมกับท้องที่ที่เป็นอ่าวเปิดตามบริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำ ลำคลองที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มท่วมถึงเป็นประจำกระบะไม้ที่ใช้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดตามความต้องการ แต่ที่นิยมใช้มักจะมี ความกว้าง 80 ซม. ยาว 200 ซม. สูง 25 ซม. ขอบทั้งสี่ด้านทำด้วยไม้ตะเคียนหรือไม้เนื้อแข็งอื่น ๆ พื้นเป็นไม้ชนิดเดียวกันปากทำด้วยเฟือกไม้ไผ่ ทั้งนี้เพื่อให้ น้ำถ่ายเทได้สะดวก กระบะวางอยู่บนคานสูงจากพื้นดินที่น้ำท่วมถึงประมาณ 30 ซม. และยึดติดกับคาน พันธุ์หอยนางรมที่นำมาใส่เลี้ยงในกระบะหากเป็นหอยพันธุ์เล็กควรมีอายุประมาณ 6-7 เดือน หรือมีขนาด 3.5-4.5 ซม. ซึ่งกะเพาะมาจากก้อนหินหากเป็นหอยนางรมที่เกาะติดกับเปลือกหอยอื่นก็นำมาใส่กระบะเลี้ยงได้เลยทำการเลี้ยงไว้จนมีอายุประมาณปีครึ่งหอยจะโตขึ้นถึงขนาดส่ง ตลาดได้ สำหรับหอยตะโกรมรวบรวมมาปล่อยเลี้ยงในกระบะเมื่ออายุประมาณ 3-4 เดือน หรือขนาด 3-4 ซม. เลี้ยงไว้จนอายุ 7-8 เดือน จะได้ขนาดที่ส่งตลาดได้ วิธีการเลี้ยงบนกระบะไม้เป็นวิธีการเลี้ยงหอยนางรมที่พบว่ามีที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น

3. การเลี้ยงแบบใช้แท่งซีเมนต์ การเลี้ยงด้วยวิธีนี้อาจเลี้ยงได้ดีในที่มีสภาพเช่นเดียวกับการใช้ก้อนหิน ตามข้อ 1 หรือจะใช้ทั้งสองแบบในบริเวณเดียวกันก็ได้ โดยใช้แท่งซีเมนต์ปักแซมตามที่ว่างระหว่างแถวของก้อนหิน แต่เว้นทางเดินได้พอสมควร เหมาะสำหรับท้องที่ที่มีสภาพพื้นดินโคลนแท่งซีเมนต์ที่ใช้ นั้น จัดทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อการเลี้ยงหอยนางรมและเพื่อให้ด้านทานต่อการเคลื่อนไหวของคลื่นลมและกระแสน้ำได้จึงต้องหล่อแท่งซีเมนต์และใช้ไม้เป็นแกนกลาง อาจใช้ไม้โกงกางหรือไม้เนื้อแข็งอื่น ๆ ก็ได้ ไม้ที่ยื่นออกมาจะถูกปักยึดอยู่ในดินเพื่อพุงให้เสาซีเมนต์ไม่

ล้ม ลงทุนเพียงครั้งเดียวก็สามารถใช้ประโยชน์ได้นานปีขนาดของแท่งซีเมนต์ขึ้นอยู่กับระดับน้ำและความต้องการของผู้เลี้ยงแต่ที่ได้รับความนิยม มีขนาดความสูง 50-70 ซม. ด้านหน้าค้ำของเสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 12x12 ซม. ไม้ที่ใช้เป็นแกนกลางยาว 1 เมตร ฝังอยู่ในแท่งซีเมนต์ 50 ซม. ส่วนที่ยื่นออกไปเพื่อปักลงไปดิน 50 ซม.

4. การเลี้ยงโดยใช้หลักไม้ การเลี้ยงด้วยวิธีนี้นับว่าเหมาะสมอย่างยิ่งกับสภาพชายฝั่ง ทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวเปิด พื้นดินเป็นโคลนอ่อนหรือโคลนปนทราย เป็นแหล่งที่ไม่มีเครื่องกำบังคลื่นลม ยิ่งไปกว่านั้นวิธีนี้ยังสามารถเลี้ยงตามชายฝั่งของปากแม่น้ำลำคลองที่มีกระแสน้ำไหลค่อนข้างแรงได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายนัก ไม้ที่ใช้ควรเป็นไม้เนื้อแข็ง ไม้พังกาหรือสักทะเล เพื่อให้ลูกหอยเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตลาด คล้ายหลักหอยแมลงภู่ หรือจะใช้ เปลือกหอยตะโกรม หรือหอยนางรมร้อยเป็นพวงๆ ไปล่อลูกหอยที่เกิดตามธรรมชาติ ลูกหอยจะเกาะติดอยู่ตามเปลือกหอยเมื่ออายุประมาณ 1-2 เดือน จึงนำเปลือกหอยที่มีลูกหอยเกาะติดอยู่มาแล้วยึดติดกับหลัก โดยใช้ลวดผูกให้เปลือกหอยอยู่ห่างกันเป็นระยะพอสมควร หลักไม้ที่ใช้ส่วนมากเป็นไม้ไผ่ ไม้เป็งหรือไม้อื่นๆ ที่มีราคาถูกอาจหาได้ในท้องถิ่นหลังจากที่ประกอบเปลือกหอยติดเข้ากับหลักไม้แล้ว จากนั้นก็นำไปปักไว้ในแหล่งเลี้ยงเป็นแถวๆ โดยเว้นระยะห่างกันพอสมควร การปักไม้จะลึกลงไปดินเล็กน้อยเท่าใดนั้นแล้วแต่ความแข็งของดิน

5. การใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์ เหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ ที่ดินชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำลำคลองและทะเลสาบ พื้นดินเป็นโคลนหรือโคลนอ่อนปนทรายชั้นแรกต้องปักหลักไม้ราคาถูก ซึ่งอาจหาได้ในท้องถิ่น ได้แก่ ไม้เป็ง โกงกาง หลักไม้ไผ่ ฯลฯ โดยปักเรียงเป็นแถวให้มีช่องว่างระหว่างแถวห่างกันประมาณ 1 เมตร จากนั้นนำหลอดซีเมนต์กลางที่เตรียมไว้ (หลอดซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. ยาว 40 ซม. หล่อโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมแกลบ ดินหอย 20 ตัวต่อหลอดเป็นหอยขนาด 4-5 ซม. นำไปสวมบนหลักไม้หรือท่อพีวีซีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 ซม. ยาว 120 ซม. ปักท่อลงในดินเลน แต่ละแถวห่างกัน 30 ซม. แต่ละท่อห่างกัน 20 ซม.) พร้อมกันนั้นใช้ไม้วางพาดเป็นฐานรองรับท่ออีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อจมโคลนหรือเป็นท่อซีเมนต์ที่มีปากเปิดข้างเดียว ก็ใช้สวมลงบนหลักไม้ได้โดยตรง ด้วยวิธีดังกล่าวสามารถวางท่อได้ประมาณ 1,600 ท่อต่อไร่ นอกจากหลอดซีเมนต์แล้วปัจจุบันเกษตรกรได้มีการพัฒนาขยายขนาดหลอดให้ใหญ่ขึ้นมีลักษณะเป็นท่อซีเมนต์เพื่อเพิ่มพื้นที่ยึดเกาะของลูกหอยและใช้ฐานซีเมนต์เพื่อรองรับท่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้นแทนที่จะใช้ไม้เป็นตัวรองรับเช่นเดิม ทำให้อายุการใช้งานนานขึ้นและการจัดการสะดวก การเลี้ยงวิธีนี้เป็นที่นิยมในการเลี้ยงหอยนางรมที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจันทบุรี

6. การเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวน เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่นิยมทั่วไปในประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป เพราะหอยโตเร็วและให้ผลผลิตสูง การเลี้ยงวิธีการนี้สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ การแขวนได้แพและแขวนจากราวเชือกจุดสำคัญต้องเลี้ยงในอ่าวปิดหรือที่มีกำบังคลื่นลมได้ เป็นอย่างดีแพที่จะใช้เลี้ยงหอยจะมีขนาดกว้างยาวตามความต้องการของผู้เลี้ยงใช้พลาสติกหรือท่อน โฟมพวงมีสมอยึดทั้งสี่มุมเพื่อตรึงให้แพหรือเชือกอยู่กับที่ระดับความลึกของน้ำควรอยู่ประมาณ 5-10 เมตร การล่อลูกหอยใช้วิธีเดียวกับการเลี้ยงแบบที่ 4 เมื่อลูกหอยติดกับเปลือกหอยได้แล้ว จึงเอา เปลือกหอยนั้นมาร้อยเป็นพวงโดยใช้ลวดสังกะสีเบอร์ 10 ให้เปลือกหอยอยู่ห่างกันประมาณ 15-20 ซม. โดยใช้ไม้ไผ่รวกขนาดเล็กกั้นระหว่างเปลือกจากนั้นนำพวงหอยไปแขวนเลี้ยง ไว้ที่แพจนหอย ได้ขนาดที่ตลาดต้องการการเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวนของประเทศไทยนิยมทำกันในแม่น้ำหรือ คลองน้ำกร่อย เช่นที่จังหวัดพังงา หรือการเลี้ยงแบบร้อยเปลือกหอยและแขวนเป็นราวที่ใช้กับหอย ตะโกรมกรามดำที่คลองบางนางรม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น ที่ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีมีการเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์เล็กแบบแขวนไต้ตั้งร้าน ไม้ไผ่โดยเกษตรกร ผู้เลี้ยงจะซื้อ พวงเชือกซึ่งมีลูกหอยขนาดความยาว 1.5-2.6 ซม. ติดอยู่กับวัสดุปูนซีเมนต์ (อยู่บนเชือก) แล้วนำมา เลี้ยงต่อโดยแขวนไต้ตั้งร้านไม้ไผ่ขนาด 8x46 เมตร ซึ่งจะแขวนลูกหอยไต้จำนวน 4,500 เส้น มีลูก หอยประมาณ 360,000 ตัวต่อตั้งร้านหนึ่งชุดหรือหนึ่งแผงปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงหอย นางรมพันธุ์เล็กหรือหอยนางรมปากจیب นั้นพบว่าหอยที่อยู่ตรงกลางแผงหรือกลางตั้งร้านที่ถูก ล้อมรอบด้วยแผงอื่น ๆ มักจะเจริญเติบโตช้ากว่าลูกหอยที่อยู่รอบนอก เมื่อเลี้ยงไปได้ครบ 1 ปี ก็ยัง ไม่ได้ขนาดตลาดสันนิษฐานว่าหอยที่อยู่ตรงกลางจะได้รับอาหารธรรมชาติจำพวก แพลงก์ตอนไม่ เพียงพอ เนื่องจากหอยที่อยู่บริเวณรอบนอกจะกรองกินแพลงก์ตอนไปก่อน

7. การเลี้ยงหอยนางรมแบบอื่น ๆ นอกจากวิธีการเลี้ยงหอยนางรมที่ได้กล่าวถึงข้างต้นแล้ว ยังมีวิธีการเลี้ยงรูปแบบอื่นๆ โดยใช้วัสดุการเลี้ยง รูปแบบอื่นที่มีสภาพแข็งแรงเพื่อการนี้ได้ เช่น ยาง รถยนต์ที่ไม่ใช้แล้ว กระเบื้องลอนเดี่ยว ลอนคู่ อิฐ อ่าง ไห ตุ่มที่ซารุดแล้ว นอกจากนี้ในบางประเทศ นิยมเลี้ยงหอยนางรมแบบหว่านลงเลี้ยงกับพื้นดินในสภาพพื้นดินแข็งเพื่อป้องกันหอยนางรม จม โคลน ซึ่งอาจ ก่อให้เกิดความเสียหายได้

Threshold คือ ค่าต่ำสุดในการกระตุ้น

## สมุนไพร เมนทอล (Menthol)

### ข้อมูลทั่วไป

ชื่อเคมีทั่วไป

: Menthol

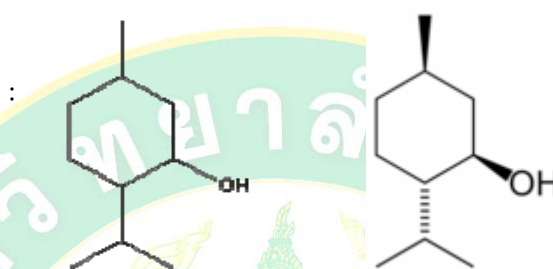
ชื่ออื่นๆ

: 3-*p*-Menthanol, Hexahydrothymol, Menthomenthol, peppermint, camphor, การบูร, สะระแหน่

สูตรโมเลกุล

: C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>O

สูตรโครงสร้าง



### คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมนทอล (Menthol)

ลักษณะปรากฏ

: สีขาวหรือสีซีด ผลึกแข็ง

สถานะ

: เป็นของแข็ง

สี

: สีขาว

กลิ่น

: สดชื่น

น้ำหนักโมเลกุล

: 156.27

จุดเดือด(°ซ.)

: 198.3°ซ.

จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง(°ซ.)

: 41-43°ซ.

ละลายน้ำ

: ละลายเล็กน้อย

ความถ่วงจำเพาะ(น้ำ=1)

: 0.89

ความหนาแน่นไอ(อากาศ=1)

: 5.4

ความดันไอ(มม.ปรอท)

: 0.8 ที่ 20°ซ.

### สมบัติทางชีวภาพ

เมนทอลเป็นสารที่ทำให้รู้สึกเย็นร้อน มีฤทธิ์ในการช่วยคลายกล้ามเนื้อทำให้รู้สึกชา และสามารถระงับอาการปวดได้ มักนิยมใช้ทำพืชมเสน ยาหม่อง ยาสีฟัน ยาทาคลายกล้ามเนื้อ และเป็นส่วนผสมในอาหารบางชนิด เพื่อช่วยดับกลิ่นคาว (Colacot and Platinum, 2002)

### อันตรายต่อสุขภาพอนามัย

การหายใจเข้าไป เมื่อมีการเคลื่อนย้ายหรือการใช้งานอาจมีการหายใจเอาสารนี้เข้าไป เช่น ระหว่างให้ความร้อน การพ่น หรือการกวนผสม การหายใจเอาสารเคมีนี้เข้าไปจำนวนเล็กน้อย ระหว่างการขนถ่ายไม่น่าจะทำให้เกิดอันตราย ถ้าหายใจเข้าไปจำนวนมาก อาจเป็นอันตรายได้ เกิดอาการระคายเคืองต่อจมูก ทางเดินอาหาร

การสัมผัสผิวหนัง สารนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้ผิวหนังระคายเคืองเล็กน้อย ถ้ามีการสัมผัส นานๆหรือสัมผัสซ้ำจะทำให้ผิวหนังแห้ง อาจมีอาการผื่นแดง แผลไหม้ ผิวหนังแห้ง และเป็นรอยแตก เกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้ และแผลพุพอง สารนี้อาจซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้

การกลืนหรือกินเข้าไปปริมาณเล็กน้อยไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ถ้ากลืนหรือกินเข้าไปจำนวนมากอาจเป็นอันตรายได้

การสัมผัสดวงตาจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตาเล็กน้อย เกิดอาการปวดแสบปวดร้อน น้ำตาไหล และตาแดง

การสัมผัสสารนี้ผ่านการหายใจ การกลืนหรือกินเข้าไป การสัมผัสผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคือง(จมูก คอ ทางเดินหายใจ)

### ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยาของเมนทอล (Menthol)

สารนี้มีความเสถียร

ควรหลีกเลี่ยงสารที่เป็นสารออกซิไดซ์อย่างแรง

การสลายตัวจะเกิดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์

ผลิตภัณฑ์จะไม่ได้รับอันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

### การเกิดอ็อกซิไดซ์และการระเบิด

จุดวาบไฟ 87.7 °C

สารดับเพลิงในกรณีเกิดเพลิงไหม้ ให้ใช้โฟมชนิดธรรมดา คาร์บอนไดออกไซด์ สารเคมีแห้ง

ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ ให้สวมใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว(SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า และชุดป้องกันสารเคมี

### การเก็บรักษาของเมนทอล (Menthol)

เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด

เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง

เก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ  
 ภาชนะบรรจุสารเคมีนี้จะเป็นอันตรายเมื่อเป็นถึงเปลว เนื่องจากจะมีสารตกค้างอยู่ เช่น ไออ  
 ระเหย ของเหลว ของแข็ง  
 ให้สังเกตคำเตือนและข้อควรระวังทั้งหมดที่ให้ไว้สำหรับสารนี้ (กรมควบคุมมลพิษ,  
 ม.ป.ป.)

## การวางยาสลบ

### ประเภทของการวางยาสลบสัตว์

1. การดมยาสลบ เป็นการทำให้สัตว์สลบ โดยการให้ดมยาสลบที่เป็นก๊าซหรือไอระเหย (volatile anesthetics) ร่วมกับก๊าซออกซิเจน
2. การให้ยาสลบชนิดฉีด เป็นการทำให้สัตว์สลบ โดยการให้ยาสลบชนิดฉีด (injectable anesthetics) เข้าหลอดเลือดดำ (intravenous) เข้าหลอดเลือดแดง (intraarterial) เข้ากล้ามเนื้อ (intramuscular) เข้าใต้หนัง (subcutaneous) เข้าช่องอก (intrathoracic) หรือเข้าช่องท้อง (intraperitoneal)
3. การให้ยาสลบโดยการกิน หรือเหน็บทวารด้วยยาสลบชนิดฉีด การทำให้สัตว์สลบโดยวิธีนี้มักได้ผลไม่แน่นอน
4. การใช้ไฟฟ้า เป็นการทำให้สัตว์สลบ โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านสมองส่วน cerebrum (electronarcosis)
5. การใช้ความเย็น เป็นการทำให้สัตว์สลบ โดยการลดอุณหภูมิของร่างกาย (hypothermia) จนถึงภาวะที่สามารถคงสภาวะการสลบ ซึ่งอาจใช้ร่วมกับยาสลบเพื่อลดขนาดของยา ส่วนใหญ่ใช้ในการวางยาสลบสัตว์อายุน้อย หรือสัตว์ที่ป่วยแต่จำเป็นต้องทำศัลยกรรมหัวใจและหลอดเลือด

### ปัจจัยที่มีผลต่อการวางยาสลบสัตว์

ผู้วางยาสลบควรพิจารณาเลือกชนิดของยาระงับความรู้สึกหรือยาสลบ และวิธีการวางยาสลบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสัตว์แต่ละตัว และสำหรับแต่ละจุดประสงค์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสัตว์และผู้ใช้สัตว์ ในขณะเดียวกัน จะต้องเป็นวิธีที่ทำให้สัตว์หมดความรู้สึกถึงระดับที่เพียงพอที่จะดำเนินการต่างๆ บนตัวสัตว์ได้ตามจุดประสงค์ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการวางยาสลบสัตว์ได้แก่



### 1. ชนิด

ยาสลบส่วนใหญ่ใช้ได้กับสัตว์ทุกชนิด แต่มียาบางอย่างที่ไม่สามารถใช้กับสัตว์บางชนิดได้ เช่น มอร์ฟีน ไม่เหมาะสำหรับใช้กับแมว เนื่องจากยามีฤทธิ์กระตุ้นทำให้แมวตื่นเต้นแทนที่จะนอนหลับ

### 2. เพศ

สัตว์เพศผู้จะมีเมตาบอลิซึมสูงกว่าสัตว์เพศเมียประมาณ ร้อยละ 7 จึงอาจต้องใช้ยาสลบมากกว่าสัตว์เพศเมีย นอกจากนี้ สัตว์ที่ตั้งท้องจะมีเมตาบอลิซึมเพิ่มขึ้น จึงต้องการยาสลบมากกว่าภาวะปกติ

### 3. อายุ

สัตว์ที่เกิดใหม่และสัตว์ที่มีอายุมาก จะมีความเสี่ยงสูงในการวางยาสลบ เนื่องจากมีเมตาบอลิซึมต่ำ และมีเอนไซม์ในตับที่จำเป็นสำหรับการทำลายยาสลบน้อยกว่าปกติ จึงควรให้ยาสลบขนาดน้อยกว่าปกติ นอกจากนี้ ไม่ควรใช้ Pentobarbital กับสัตว์อ่อน ส่วนสัตว์ที่มีอายุมาก จะมีประสิทธิภาพสำรองของหัวใจ ตับ และไตน้อย จึงควรเลือกใช้ยาสลบที่มีผลน้อยหรือไม่มีผลต่อการทำงานของอวัยวะดังกล่าว แต่สามารถถูกทำลายและขับทิ้งได้ง่าย หรือเป็นยาที่มียาแก้ฤทธิ์โดยเฉพาะ

### 4. กรรมพันธุ์

สัตว์ชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน อาจมีความไวต่อยาสลบไม่เหมือนกัน เช่น หนูแรท (rat) แต่ละพันธุ์ต้องการขนาดของยา pentobarbital ไม่เท่ากัน

### 5. นิสัยและอารมณ์

สัตว์ที่ตื่นเต้นอาจต้องใช้ยาสลบเพิ่มมากขึ้นและควบคุมลำบาก จึงควรพิจารณาทำให้สัตว์สงบเสียก่อน เพื่อสะดวกต่อการให้ยาสลบต่อไป และหลีกเลี่ยงการเพิ่มขนาดของยาสลบ การพิจารณาสลบเข้าหลอดเลือดดำทำได้ง่ายในสัตว์ที่เชื่อง แต่ในสัตว์ที่ดุร้าย จำเป็นต้องใช้วิธีฉีดเข้ากล้ามเนื้อ

### 6. วัสดุอุปกรณ์และผู้ช่วย

ผู้ใช้สัตว์ทดลองจำเป็นต้องเลือกวิธีการวางยาสลบโดยใช้ยาและอุปกรณ์ที่ตนมีอยู่ การวางยาสลบโดยมีผู้ช่วยที่เพียงพอและมีความรู้ จะช่วยให้สามารถเลือกวิธีที่ต้องใช้คนควบคุมและเฝ้าระวังการสลบตลอดเวลาได้ เช่น วิธีดมยาสลบ

### 7. พันธุ์

สุนัขพันธุ์ที่มีหน้าสั้น (brachycephalic) เช่น Bulldog มีโครงสร้างของทางหายใจที่ทำให้หายใจไม่สะดวก จึงควรใช้ยาสลบที่มีฤทธิ์อยู่ไม่นานและถูกขจัดเร็ว เช่น propofol เพื่อให้สัตว์ฟื้นเร็วและสามารถควบคุมการหายใจเองได้อย่างรวดเร็ว

สุนัขพันธุ์ที่มีรูปร่างเพรียว มีไขมันและกล้ามเนื้อน้อย เช่น Greyhound และ Afghan hound หากได้รับยา barbiturate จะมียาเป็นจำนวนมากอยู่ในรูปที่ไม่ได้จับกับ โปรตีนที่ออกฤทธิ์ทำให้สลบ นอกจากนี้ สัตว์ซึ่งมีร่างกายที่มีไขมันไม่เพียงพอสำหรับรับการระบายนยา thiobarbiturate ออกจากสมองนั้น จะฟื้นช้า มีอาการฟื้นรุนแรง และอาจตายได้

#### 8. ขนาด

สัตว์เล็ก เช่น หนูเม้าส์ (Mouse) มีเมตาบอลิซึมสูงกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น แมว สุนัข จึงต้องการขนาดของยาต่อน้ำหนักตัวมากกว่า

#### 9. สุขภาพ

สัตว์ที่อ้วนหรือมีไขมันมาก จะมีเมตาบอลิซึมต่ำ จึงต้องการยาสลบน้อยกว่าสัตว์ปกติที่มีรูปร่างเพรียวหรือเป็นกล้ามเนื้อ

การวางยาสลบสัตว์ที่เป็นโรคของหัวใจ ตับ หรือไต ซึ่งเป็นอวัยวะที่สำคัญในการกำจัดยาสลบนั้น ไม่ควรใช้ยาสลบที่มีผลต่ออวัยวะดังกล่าว แต่ควรเลือกใช้ยาสลบชนิดที่ถูกทำลายหรือขับทิ้งได้ง่ายหรือมียาแก้ฤทธิ์โดยเฉพาะ

#### 10. การออกกำลัง

การออกกำลังกาย จะทำให้สัตว์มีเมตาบอลิซึมมากขึ้น และต้องให้ยาสลบในขนาดที่มากกว่าปกติ

#### 11. ประวัติการรักษา

ยาบางชนิดที่สัตว์ได้รับก่อนการวางยาสลบนั้น อาจมีส่วนเสริมฤทธิ์ยาสลบบางชนิด ทำให้มีความรุนแรงมากขึ้น

ยากลุ่ม organophosphorus, methylenedioxyphenyl, chloramphenicol, tetracycline, guanidine และ carbon tetrachloride จะขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในตับ ร่างกายจึงทำลายยา barbiturate, narcotics และ local anesthetics ได้ช้า

chloramphenicol มีผลทำให้สัตว์ที่ได้รับ pentobarbital สลบนานกว่าปกติ จึงไม่ควรใช้ pentobarbital เป็นยาสลบในสัตว์ที่ได้รับยาดังกล่าว

ยาปฏิชีวนะกลุ่ม aminoglycoside มีฤทธิ์ขัดขวางการส่งพลังงานประสาทที่รอยต่อระหว่างปลายประสาทและกล้ามเนื้อ จึงช่วยเสริมฤทธิ์ของยาห่อนกล้ามเนื้อ

#### 12. ประสบการณ์ของผู้ใช้สัตว์ทดลอง

ผู้ใช้สัตว์ทดลองควรรู้วิธีที่ตนมีประสบการณ์ การเปลี่ยนยาและวิธีการที่เคยทำหรือมีประสบการณ์ ไปใช้วิธีใหม่ซึ่งไม่คุ้นเคย เป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการวางยาสลบ

## การใช้เมนทอล (Menthol)

### วิธีการใช้เมนทอล

1. เมนทอลจะเป็นแก๊สสีขาวใส มีกลิ่นฉุน เวลาจะใช้ควรระมัดระวังต่อการสูดดมให้มาก วิธีการใช้เมนทอลในการสลบสัตว์ทดลอง กระทำได้โดยโรยเมนทอลลงในน้ำที่มีตัวอย่างอยู่ เมนทอลจะค่อยๆ ละลายอย่างช้าๆ และต้องใช้เวลาประมาณ 16-24 ชั่วโมง ตัวอย่างสัตว์จึงจะสลบได้ (พะยูน, 2530)

2. ใช้ฉีดเป็นฝอย (sprinkle) บนผิวหนังแล้วทิ้งไว้ค้างคืน จะใช้ได้ดีมากกว่าพวกที่สลบหรือชาก ใช้กับพวกสัตว์ทะเลที่เกาะนิ่งอยู่กับที่ (sessile marine animal) ในดาเรีย (Cnidaria) ไบรโอซัว บางชนิด ไฮดรอย (hydroids) และพวกพยาธิใบไม้ (flukes) จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นถ้าผสมกับ คลอโรลไฮเดรท (chloral hydrate) ในอัตราส่วน เมนทอล 45 กรัม และคลอโรลไฮเดรท 55 กรัม บดเข้าด้วยกันในโกร่งบดยา เติมน้ำเล็กน้อย แล้วหยดลง บนผิวหนังของน้ำ ถ้าทดสอบแล้วสัตว์ไม่ หดตัวตอบสนองก็ลองด้วยน้ำยา มีสัตว์ทะเลจำนวนมาก ที่ต้องทำวิธีนี้ทิ้งไว้ค้างคืนเพราะว่า ชาก หรือ สลบบาก (ศุภลักษณ์, มปป.)



### บทที่ 3

#### วิธีวิจัย อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

ระยะเวลา เริ่มดำเนินการ เดือน ตุลาคม 2552  
สิ้นสุด เดือน มกราคม 2553

สถานที่ ศึกษาข้อมูล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร  
เก็บข้อมูล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร  
เขียนรายงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร

#### แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติ	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1. ศึกษาข้อมูล	←→			
2. เสนอโครงร่าง ปัญหาพิเศษ		←→		
3. ทดสอบและเก็บ ข้อมูล		←→		
4. รวบรวมข้อมูล		←→		
5. ทำการวิเคราะห์ ผลและสรุปผล		←→		

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง หอยนางรม (ตะโกรมGRAMขาว) ขนาด 400-600 กรัม
2. ตู้กระจก จำนวน 6 ตู้
3. คีมแกะเปลือกหอย
4. มีด
5. ค้อน
6. เครื่องกระตุ้นด้วยไฟฟ้า
7. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยมสามตำแหน่ง
8. เมนทอล
9. เครื่องแก้ว

## วิธีดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design : CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 6 ชุดทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ

### 1. ความเข้มข้นของสารเมนทอล

ครั้งที่ 1 ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 100 g/l โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ

ครั้งที่ 2 ความเข้มข้นของเมนทอลในช่วงแคบ โดยสังเกตจากการเปิดปิดของเปลือกหอยในการทดลองครั้งที่ 1

ครั้งที่ 3 ความเข้มข้นของเมนทอลในช่วงแคบ โดยสังเกตจากการเปิดปิดของเปลือกหอยในการทดลองครั้งที่ 2

ครั้งที่ 4 ความเข้มข้นของเมนทอลในช่วงแคบ โดยสังเกตจากการเปิดปิดของเปลือกหอยในการทดลองครั้งที่ 3

ครั้งที่ 5 ความเข้มข้นของเมนทอลในช่วงแคบ โดยสังเกตจากการเปิดปิดของเปลือกหอยในการทดลองครั้งที่ 4

## 2. วิธีการทดลอง

- 2.1 เตรียมผู้กระจก 6 คู่ เตรียมน้ำความเค็ม 30 psu
- 2.2 ใส่เมนทอลในผู้กระจกที่เตรียมไว้ ตามความเข้มข้นที่กำหนดไว้
- 2.3 แช่หอยไว้ 30 นาที แล้วสังเกตพฤติกรรมเพื่อให้แกะเปลือกได้ บันทึกผล
- 2.4 นำหอยนางรมตัวที่สลบและไม่สลบทำการแกะเปลือก นำไปกระตุ้นด้วยไฟฟ้า เพื่อหา  
ระดับ Threshold บันทึกผล

## 3. บันทึกผล

บันทึกระดับ threshold ของหอยนางรม เมื่อผ่านการแช่ด้วยเมนทอล

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของระดับ threshold ของหอยนางรม และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธีวิเคราะห์ห่าเวียนซ์ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

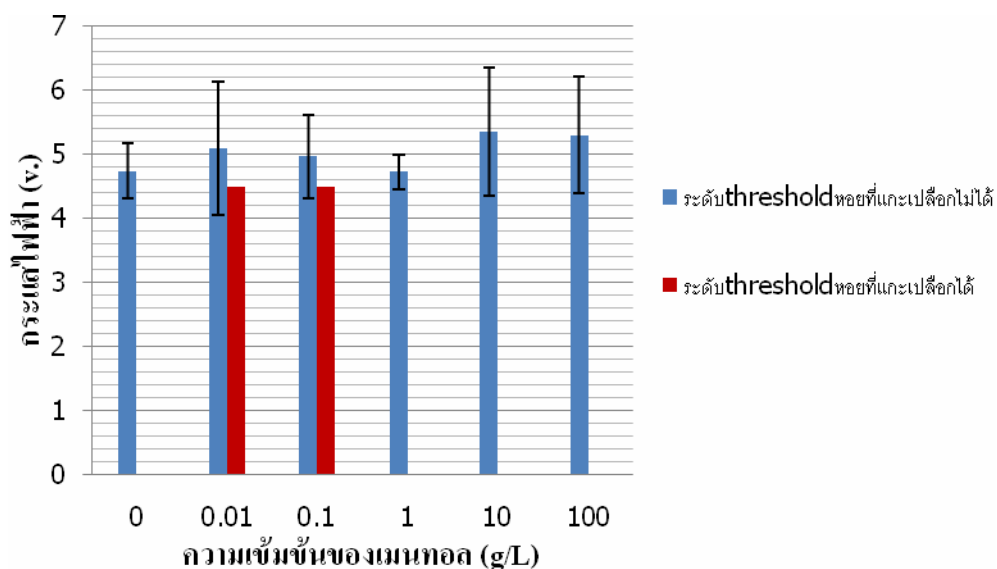


## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้

1.1 การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้ ครั้งที่ 1 มี 6 ชุด การทดลองๆละ 5 ซ้ำ โดยครั้งที่ 1 ใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.01, 0.1, 1, 10 และ 100 g/l พบว่า ระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.75 \pm 0.430$ ,  $5.10 \pm 1.040$ ,  $4.78 \pm 0.650$ ,  $4.73 \pm 0.270$ ,  $5.36 \pm 1.000$  และ  $5.30 \pm 0.910$  โวลต์ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนหอยที่สามารถเปิดเปลือกได้ ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 0.1 g/l มีหอยแกะเปลือกได้ 6.67% และ 3.33% (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 9) ความเข้มข้นของเมนทอล 0 g/l นั้นมีการเปิดปิดของเปลือกหอยตามปกติ ที่ความเข้มข้น 1 g/l มีการเปิดปิดของเปลือกหอย มีบางตัวที่ไม่มีการเปิดปิดของเปลือกหอย ที่ความเข้มข้น 10 g/l และ 100 g/l ไม่มีการเปิดปิดของเปลือกหอย จากการศึกษาของ Manush and Asim (2009) เรื่อง ผลของยูจีนอลและเมนทอลในการสลบของกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) พบว่า การใช้ยาสลบกุ้งก้ามกราม ปริมาณความเข้มข้นที่แตกต่างกันของเมนทอล และยูจีนอลผสมเมนทอล โดยปริมาณความเข้มข้นของเมนทอลที่ความเข้มข้น เท่ากับ 100, 200, 400 และ 800  $\mu\text{l.l}^{-1}$  และยูจีนอลผสมเมนทอลที่ความเข้มข้นเท่ากับ 100, 200, 400 และ 800  $\mu\text{l.l}^{-1}$  ปริมาณความเข้มข้นที่เพียงพอสำหรับการสลบกุ้งก้ามกรามที่ความเข้มข้น 200  $\mu\text{l.l}^{-1}$  ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) การฟื้นกลับสู่สภาพปกติของกุ้งก้ามกรามใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที จากการทดสอบความปลอดภัยการตกค้างของเมนทอลและยูจีนอลในกล้ามเนื้อกุ้งก้ามกราม ภายใน 24 ชั่วโมง ไม่มีสารตกค้าง เมนทอลและยูจีนอลซึ่งใช้เป็นยาสลบ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้หอยนางรมในการศึกษาทดลอง พบว่า หอยนางรมที่ความเข้มข้น 1, 10, และ 100 g/l หอยนางรมมีพฤติกรรมไม่รับสัมผัสเมนทอล จากการสังเกตภายนอก เปลือกปิดสนิท ไม่มีการเปิดปิดเปลือกเหมือนในชุดควบคุม ดังนั้น ในการทดลองครั้งที่ 2 จึงเลือกที่ความเข้มข้น 0.01-0.1 g/l ในการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแกะเปลือกหอยได้



ภาพที่ 9 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล

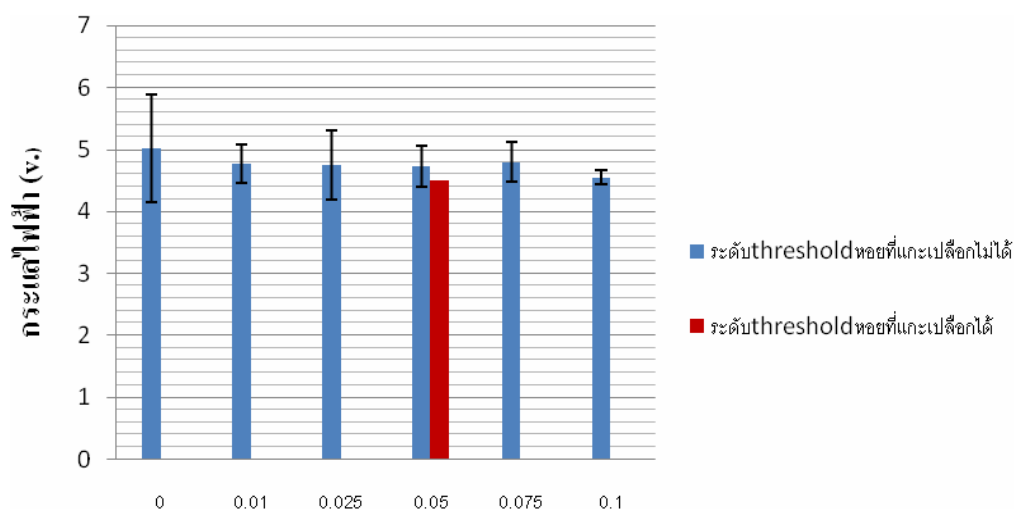
ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้แกะเปลือกหอยนางรมได้ ครั้งที่ 1

ความเข้มข้นของ เมนทอล (g/l)	ค่า threshold เฉลี่ยหอยนางรม (v.)		จำนวนหอย นางรมที่แกะ เปลือกได้ (%)	พฤติกรรม的开ปิด ของเปลือกหอยนางรม
	ที่แกะเปลือกไม่ได้	ที่แกะเปลือกได้		
0	4.75±0.430 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.01	5.10±1.040 <sup>a</sup>	4.5±0.000	6.67%	มีการเปิดปิดเปลือก
0.1	4.78±0.650 <sup>a</sup>	4.5±0.000	3.33%	มีการเปิดปิดเปลือก
1	4.73±0.270 <sup>a</sup>	-	-	เปลือกปิดสนิท
10	5.36±1.000 <sup>a</sup>	-	-	เปลือกปิดสนิท
100	5.30±0.910 <sup>a</sup>	-	-	เปลือกปิดสนิท
P-value	0.585			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
มีการเปิดปิดเปลือก หมายถึง มีการเปิดปิดของเปลือกหอยเป็นช่วงๆซึ่งจะเหมือนหอยในชุด  
ควบคุม



1.2 การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้ การทดลองครั้งที่ 2 เลือกใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075 และ 0.1 g/l พบว่าระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.02 \pm 0.870$ ,  $4.76 \pm 0.310$ ,  $4.75 \pm 0.560$ ,  $4.73 \pm 0.330$ ,  $4.8 \pm 0.330$  และ  $4.55 \pm 0.110$  โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนหอยที่สามารถเปิดเปลือกได้ ระดับ threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.50 \pm 0.00$  โวลต์ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 10) ที่ความเข้มข้น 0, 0.01, 0.025, 0.075 และ 0.1 g/l มีการเปิดปิดเปลือกปกติ ในที่ความเข้มข้น 0.05 g/l มีหอยนางรมที่แกะเปลือกได้ 13.33% จากการสังเกตพฤติกรรมของหอยนางรม ในช่วงที่ทำการทดลองในครั้งนี้ นี้เป็นผลมาจากการทำความสะอาดหอย สำหรับพักหอยไว้ 1 คืน เพราะการทำความสะอาดไม่ดี ทำให้ปรสิต โคลนเลน เพรียงที่เกาะหอยตาย และการเปลี่ยนถ่ายน้ำของหอยนางรม ทำให้น้ำที่พักหอยไว้เน่าเสีย มีกลิ่น และน้ำมีตะกอนสีดำ ทำให้มีหอยบางตัวอ่อนแอ จากการศึกษาของ John *et al.* (1996) เรื่อง การประเมินค่าการคลายกล้ามเนื้อของหอยมุก พบว่า ผลการทดลองของ menthol crystals ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 1.0 g/l มีการคลายกล้ามเนื้อของหอยมุก และ menthol liquid ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.4 ml/l มีการคลายกล้ามเนื้อของหอยมุก เนื่องจากผลของ menthol crystals ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 1.0 g/l มีการคลายกล้ามเนื้อของหอยมุก ในการทดลองครั้งที่ 3 จึงเลือกที่ความเข้มข้น 0.1-1 g/l ใช้ในการทดลองครั้งต่อไป เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแกะเปลือกหอยนางรมได้



### ความเข้มข้นของเมนทอล (g/L)

ภาพที่10 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล

ตารางที่2 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้แกะเปลือกหอยนางรมได้ ครั้งที่ 2

ความเข้มข้นของเมนทอล (g/l)	ค่า threshold เฉลี่ยหอยนางรม (v.)		จำนวนหอยนางรมที่แกะเปลือกได้ (%)	พฤติกรรม的开ปิดของเปลือกหอยนางรม
	ที่แกะเปลือกไม่ได้	ที่แกะเปลือกได้		
0	5.02±0.870 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.01	4.76±0.310 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.025	4.75±0.560 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.05	4.73±0.330 <sup>a</sup>	4.50±0.000	13.33%	มีการเปิดปิดเปลือก
0.075	4.80±0.330 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.1	4.55±0.110 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
P-value	0.772			

หมายเหตุ

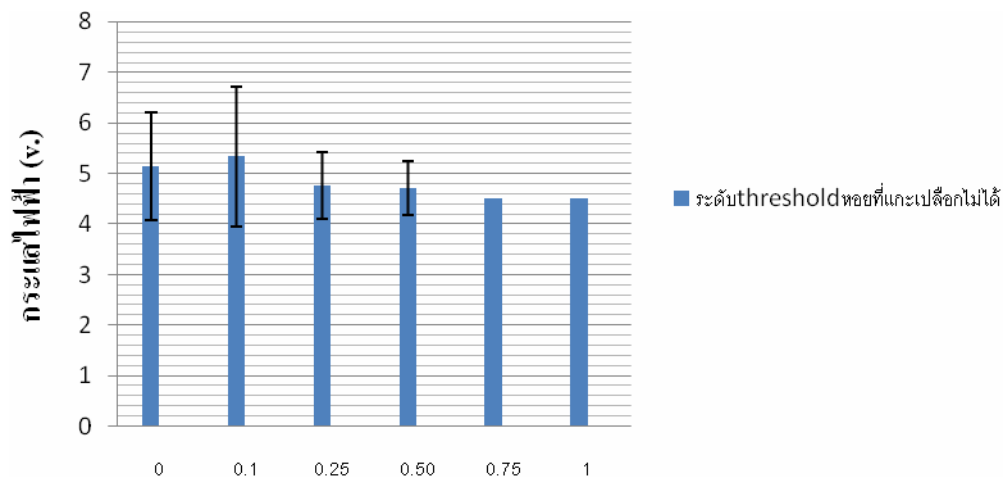
ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันหมายถึง

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

มีการเปิดปิดเปลือก หมายถึง มีการเปิดปิดของเปลือกหอยเป็นช่วงๆซึ่งจะเหมือนหอยในชุดควบคุม

1.3 การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้ ครั้งที่3 เลือกใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 g/l พบว่า ระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.14 \pm 1.070$ ,  $5.33 \pm 1.380$ ,  $4.76 \pm 0.670$ ,  $4.71 \pm 0.540$ ,  $4.50 \pm 0.000$  และ  $4.50 \pm 0.000$  โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่3และภาพที่11) ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.25 และ 0.50 g/l มีการเปิดปิดของเปลือกหอยปกติ ที่ความเข้มข้น 0.75 g/l ซึ่งพฤติกรรมในการเปิดเปลือกหอย จะมีลักษณะการเปิดเปลือกที่แคบมากและบางตัวปิดสนิท ส่วนที่ความเข้มข้น 1 g/l เปลือกปิดสนิท ในการทดลองครั้งที่ 4 จึงเลือกใช้ความเข้มข้นระหว่าง 0.1-0.26 g/l เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแกะเปลือกหอยได้ต่อไป เพราะลักษณะของการเปิดเปลือกหอยนางรม ทำให้หอยนางรมมีโอกาสได้รับสัมผัสสารเมนทอลการที่หอยนางรมมีพฤติกรรมปิดเปลือกสนิทเป็นพฤติกรรมหลีกเลี่ยงการรับสัมผัสสารหรือสิ่งแปลกปลอม (นิรนาม, 2549)





### ความเข้มข้นของเมนทอล (g/L)

ภาพที่ 11 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้แกะเปลือกหอยนางรมได้ ครั้งที่ 3

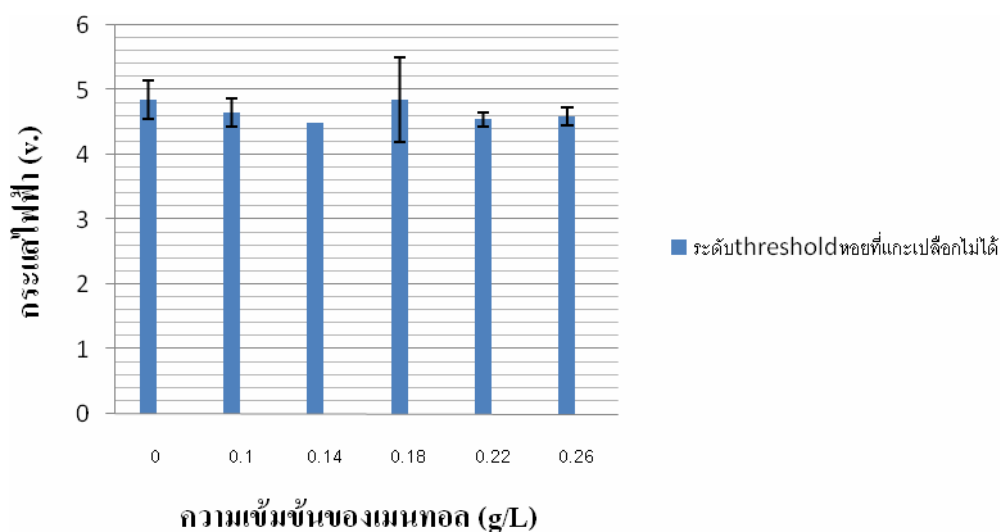
ความเข้มข้นของเมนทอล (g/l)	ค่า threshold เฉลี่ยหอยนางรม (v.)		จำนวนหอยนางรมที่แกะเปลือกได้ (%)	พฤติกรรม的开ปิดของเปลือกหอยนางรม
	ที่แกะเปลือกไม่ได้	ที่แกะเปลือกได้		
0	5.14±1.070 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.1	5.33±1.380 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.25	4.76±0.670 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.5	4.71±0.540 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.75	4.50±0.000 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
1	4.50±0.000 <sup>a</sup>	-	-	มีบางตัวปิดสนิทเปลือกปิดสนิท
P-value	0.518			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันหมายถึง

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

มีการเปิดปิดเปลือก หมายถึง มีการเปิดปิดของเปลือกหอยเป็นช่วงๆซึ่งจะเหมือนหอยในชุดควบคุม

1.4 การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้ ครั้งที่ 4 เลือกใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.10, 0.14, 0.18, 0.22 และ 0.26 g/l พบว่า ระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.85 \pm 0.290$ ,  $4.65 \pm 0.220$ ,  $4.50 \pm 0.000$ ,  $4.85 \pm 0.650$ ,  $4.55 \pm 0.110$  และ  $4.60 \pm 0.140$  โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 12) ที่ความเข้มข้น 0 g/l มีการเปิดปิดของเปลือกปกติ ที่ความเข้มข้น 0.1 g/l มีการเปิดปิดเปลือก มีบางตัวเปลือกปิดสนิท ที่ความเข้มข้น 0.14, 0.18, 0.22 และ 0.26 g/l เปลือกหอยปิดสนิท บางตัวมีการเปิดปิดเปลือก ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า พฤติกรรมการเปิดปิดของเปลือกต่างจากชุดควบคุม คือ หอยมีการเปิดปิดเปลือกน้อย แคลง และบางตัวปิดสนิท อาจเป็นเพราะว่าความเข้มข้นของสารเมนทอลในการสลับหอยนางรมยังมีความเข้มข้นสูง ซึ่งทำให้หอยไม่เปิดเปลือกสัมผัสเมนทอล หอยนางรมจึงพยายามหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับน้ำที่อาศัยอยู่ โดยการเปิดฝาเปลือกเพียงเล็กน้อย เพื่อนำน้ำเข้าสู่กระบวนการหายใจ เนื่องจากหอยนางรมดำรงชีวิต อยู่ได้โดยการดูดน้ำรอบ ๆ ตัวเข้าไปทางด้านหนึ่งและ ปล่อยทิ้งออกอีกด้านหนึ่ง อาหารและก๊าซออกซิเจนจะเข้าไปพร้อมกับน้ำ หอยสามารถรับรู้ได้ถึงสารเคมีหรือสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตราย หอยจะไม่มี การเปิดของเปลือกเพื่อรับสารเคมีหรือสิ่งแปลกปลอม (นิรนาม, 2549) เนื่องจากที่ความเข้มข้น 0.1 g/l มีการเปิดปิดเปลือกมากกว่า เพราะหอยสามารถได้รับสัมผัสกับเมนทอลได้ดีที่สุด ในการทดลองครั้งที่ 5 จึงเลือกช่วงที่ความเข้มข้น 0.1-0.14 g/l เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแกะเปลือกหอยได้ต่อไป



ภาพที่ 12 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล

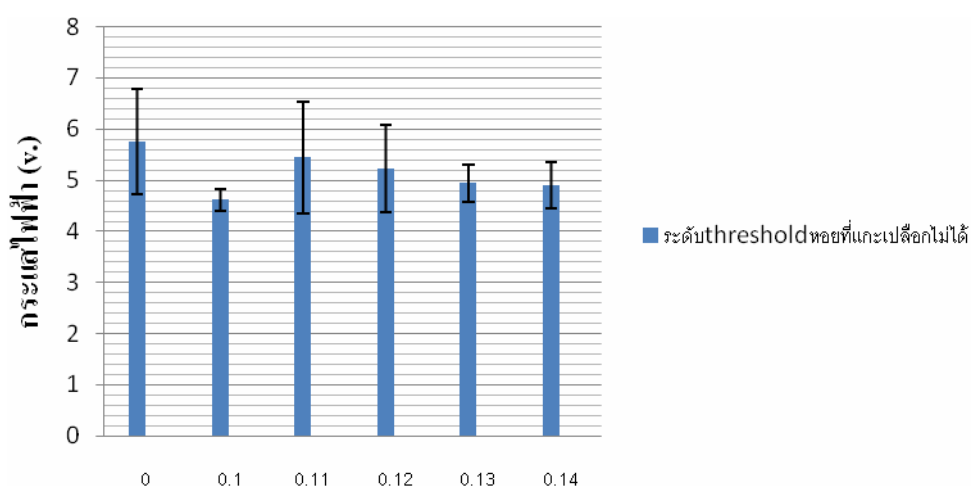
ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้แกะเปลือกหอยนางรมได้ ครั้งที่ 4

ความเข้มข้นของ เมนทอล (g/l)	ค่า threshold เฉลี่ยหอยนางรม (v.)		จำนวนหอย นางรมที่แกะ เปลือกได้ (%)	พฤติกรรม的开ปิด ของเปลือกหอยนางรม
	ที่แกะเปลือกไม่ได้	ที่แกะเปลือกได้		
0	4.85±0.290 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.10	4.65±0.220 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก มี บางตัวปิดสนิท
0.14	4.5±0.000 <sup>a</sup>	-	-	เปลือกปิดสนิท บางตัว
0.18	4.85±0.650 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก เปลือกปิดสนิท บางตัว
0.22	4.55±0.110 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก เปลือกปิดสนิท บางตัว
0.26	4.60±0.140 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก เปลือกปิดสนิท บางตัว
P-value	0.341			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันหมายถึง  
ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )  
มีการเปิดปิดเปลือก หมายถึง มีการเปิดปิดของเปลือกหอยเป็นช่วงๆซึ่งจะเหมือนหอยในชุด  
ควบคุม

1.5 การศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้หอยนางรมแกะเปลือกได้ ครั้งที่ 5 เลือกใช้ความเข้มข้นของเมนทอล 0, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13 และ 0.14 g/l พบว่า ระดับ threshold มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $5.75 \pm 1.030$ ,  $4.61 \pm 0.220$ ,  $5.44 \pm 1.100$ ,  $5.22 \pm 0.860$ ,  $4.94 \pm 0.360$  และ  $4.90 \pm 0.450$  โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 13) โดยที่ความเข้มข้น 0 g/l หอยมีการเปิดปิดเปลือกปกติ ที่ความเข้มข้น 0.10, 0.11, 0.12, 0.13 และ 0.14 g/l มีการเปิดปิดเปลือก บางตัวปิดสนิทหรือเปิดเปลือกแคบลง จากการศึกษาของ Gustaf *et al.* (2008) เรื่อง การใช้ยาสลบในหอยมุก (*pinctada maxima*) พบว่า ในยาสลบ Menthol liquid ที่ความเข้มข้น  $0.25 \text{ ml.l}^{-1}$  ไม่เป็นผล ที่ความเข้มข้น  $0.4 \text{ ml.l}^{-1}$  ทำให้หอยเกิดการคลายกล้ามเนื้อเวลาเฉลี่ยเท่ากับ  $31.3 \pm 5.2$  นาที จำนวนหอยที่การคลายกล้ามเนื้อ 63.0% และ Menthol liquid ที่เพียงพอในการคลายกล้ามเนื้อของหอย ที่ความเข้มข้น  $1.5 \text{ ml.l}^{-1}$  ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้หอยนางรมในการศึกษาทดลอง พบว่า หอยนางรมเมื่อรับสัมผัสเมนทอล ไม่สามารถแกะเปลือกได้





### ความเข้มข้นของเมนทอล (g/L)

ภาพที่ 13 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อสัมผัสเมนทอล

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาความเข้มข้นของเมนทอลที่ทำให้แกะเปลือกหอยนางรมได้ ครั้งที่ 5

ความเข้มข้นของเมนทอล (g/l)	ค่า threshold เฉลี่ยหอยนางรม (v.)		จำนวนหอยนางรมที่แกะเปลือกได้ (%)	พฤติกรรมเปิดปิดของเปลือกหอยนางรม
	ที่แกะเปลือกไม่ได้	ที่แกะเปลือกได้		
0	5.75±1.030 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.01	4.61±0.220 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก มีบางตัวปิดสนิท
0.11	5.44±1.100 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก มีบางตัวปิดสนิท
0.12	5.22±0.860 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
0.13	4.94±0.360 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก มีบางตัวปิดสนิท
0.14	4.90±0.450 <sup>a</sup>	-	-	มีการเปิดปิดเปลือก
P-value	0.156			

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) มีการเปิดปิดเปลือก หมายถึง มีการเปิดปิดของเปลือกหอยเป็นช่วงๆซึ่งจะเหมือนหอยในชุดควบคุม



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาค่า Threshold ในการกระตุ้นหอยนางรม เมื่อรับสัมผัสเมทอล แบ่งการทดลอง ออกเป็น 5 ครั้ง เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการแกะเปลือกหอย การทดลองครั้งที่ 1 ความเข้มข้นของเมทอล 0.00-100 g/l พบว่า ความเข้มข้น 0.01 และ 0.1 g/l สามารถแกะเปลือกหอยได้ ระดับ Threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.50 \pm 0.000$  โวลต์ ในการทดลองครั้งที่ 2 จึงเลือกความเข้มข้น 0.01-0.1 g/l พบว่า ความเข้มข้น 0.05 g/l สามารถแกะเปลือกหอยได้ ระดับ Threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $4.50 \pm 0.000$  โวลต์ แต่ความเข้มข้น 0.1 g/l มีการเปิดปิดเปลือกหอยปกติ ในการทดลองครั้งที่ 3 จึงเลือกความเข้มข้น 0.1-1 g/l พบว่า ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.25 และ 0.50 g/l มีการเปิดปิดของเปลือกหอยปกติ ซึ่งเป็นช่วงหอยรับสัมผัสเมทอล ระดับ Threshold เฉลี่ยเท่ากับ  $5.14 \pm 1.070$ ,  $5.33 \pm 1.380$  และ  $4.76 \pm 0.670$  โวลต์ ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 4 จึงเลือกความเข้มข้น 0.10-0.26 g/l พบว่า ความเข้มข้น 0.10 g/l มีการเปิดปิดเปลือกหอยมากที่สุดและหอยได้รับสัมผัสเมทอล ในการทดลองครั้งที่ 5 จึงเลือกความเข้มข้น 0.10-0.14 g/l พบว่า ความเข้มข้น 0.10, 0.11, 0.12, 0.13 และ 0.14 g/l มีการเปิดปิดเปลือกหอยแคบลง และหอยบางตัวเปลือกปิดสนิท เมื่อเปรียบเทียบระดับ Threshold เฉลี่ยทุกชุดการทดลอง พบว่า ระดับ Threshold เฉลี่ยของแต่ละความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

## บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. มปป. “ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตราย และเคมีภัณฑ์” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=1610>. (10 ธันวาคม 2552)

กรมประมง. 2540. “คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยตะกรมเชิงการค้า” โครงการพัฒนาการผลิตหอย

ตะกรมเชิงพาณิชย์ กรมประมง สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 57 หน้า

นิพนธ์ ศิริพันธ์. 2536. “การเลี้ยงหอย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.phanom.ru.ac.th/>

องค์ความรู้/fish/mollusca.pdf (5 มกราคม 2553)

นิรนาม. 2551. “คลาสไบวัลเลีย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://coursewares.mju.ac.th/section2/bi220/content/chap8/chap85.htm>.

(17 มกราคม 2553)

นิรนาม. 2549. “การดำรงชีวิตของหอยนางรม” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/News08/Page4.html>.

(10 ธันวาคม 2552)

พะยูน. 2543. “การสลบ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.bims.buu.ac.th/oldweb/Th/variousGist/HowToCollect.asp>.

(5 มกราคม 2553)

วันทนา อยู่สุข. ม.ป.ป. “อนุกรมวิธานของหอยนางรมที่มีความสำคัญเชิงพาณิชย์ของไทย”

[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://naffi.coolfreepages.com/Newsletter/>

News08/Page4.html (16 ธันวาคม 2552)

ศุภลักษณ์ โรมนันตพันธ์. มปป. “สารเคมีที่ทำให้สลบหรือชา” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://pirun.ku.ac.th/~fscislr/anestitize.htm> (5 มกราคม 2553)

## บรรณานุกรม(ต่อ)

Colacot T. and Platinum J. 2002. **Manthol**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Manthol> (7 มกราคม 2553)

Gustaf N. Mamangkey F., Hector Acosta-Salmon and Paul C. Southgste. 2009. **Use of anaesthetics with the silver-lip pearl oyster *Pinctada maxima***. Aquaculture. 288:280-284. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.Sciencedirect.com/science/journal/00448486>

Manush saydmohammed and Asim Kumar. 2009. **Anesthetic effect of eugenol and menthol on handling stress in *Macrobrachium rosenbergii***. Aquaculture. 298:162-167. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.Sciencedirect.com/science/journal/00448486>

John H. Norton, Mareya Dashorst, Toni M. Lansky and Robert J. Mayer. 1996. **An evaluation of some relaxants for use with pearl oysters**. Aquaculture. 144:39-52. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.Sciencedirect.com/science/journal/00448486>

Richard S. Fox. 2007. ***Crassostrea virginica* American oyster**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.webs.lander.edu/rsfox/invertebrates/crassostrea.html>. (20 มกราคม 2552)



ภาคผนวก (ก)

ตารางผนวกที่ 1 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	4.50	7.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.75±0.43	-

ตารางผนวกที่ 2 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.01 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.01	*	*	<u>4.50</u>	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
0.01	4.50	6.00	6.00	4.50	4.50	4.50	5.00	-
0.01	*	9.00	6.00	6.00	4.50	9.00	6.90	-
0.01	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.01	<u>4.50</u>	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
							5.10±1.04	4.50±0.00

หมายเหตุ ตัวที่ขีดเส้นใต้ หมายถึงระดับ Threshold ของหอยที่แกะเปลือกได้

\* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 3 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสมรรถล 0.10 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	<u>4.50</u>	4.50	6.00	4.50	4.50	4.50	4.80	4.50
0.10	*	9.00	4.50	4.50	6.00	*	6.00	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.78±0.65	4.50±0.00

หมายเหตุ ตัวที่ขีดเส้นใต้ หมายถึงระดับ Threshold ของหอยที่แกะเปลือกได้  
\* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 4 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสมรรถล 1.00 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
1.00	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	4.50	5.00	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	5.00	-
1.00	4.50	*	*	4.50	4.50	*	4.50	-
1.00	☠	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.73±0.27	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า  
☠ หมายถึงหอยตาย

ตารางผนวกที่ 5 กระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมเนทอล 10 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
10.00	6.00	7.50	4.50	12.00	6.00	6.00	7.00	-
10.00	4.50	4.50	6.00	4.50	4.50	4.50	4.75	-
10.00	*	*	6.00	6.00	4.50	6.00	5.63	-
10.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.00	-
10.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							5.36±1.00	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 6 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมเนทอล 100 (g/l)  
ครั้งที่ 1

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
100.00	7.50	9.00	6.00	6.00	4.50	4.50	6.25	-
100.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
100.00	*	7.50	9.00	*	4.50	4.50	6.38	-
100.00	9.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	5.25	-
100.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							5.30±0.91	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 7 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมนทอล 0 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	7.50	4.50	6.00	6.00	7.50	7.50	6.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	☠	5.10	-
							5.02±0.87	-

หมายเหตุ ☠ หมายถึงหอยตาย

ตารางผนวกที่ 8 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมนทอล 0.01 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.01	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	7.50	5.25	-
0.01	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.01	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.01	☠	6.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.80	-
0.01	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.76±0.31	-

หมายเหตุ ☠ หมายถึงหอยตาย



ตารางผนวกที่ 9 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 0.025 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.025	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.025	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.025	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.025	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.025	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	12.00	5.75	-
							4.75±0.56	-

ตารางผนวกที่ 10 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 0.05 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.05	<u>4.50</u>	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.80	4.50
0.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.05	<u>4.50</u>	<u>4.50</u>	<u>4.50</u>	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
0.05	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	7.50	5.25	-
0.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.73±0.33	4.50±0.00

หมายเหตุ ตัวที่ขีดเส้นใต้ หมายถึงระดับ Threshold ของหอยที่แกะเปลือกได้

ตารางผนวกที่ 11 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 0.075 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.075	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.075	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.075	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.00	-
0.075	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	6.00	5.25	-
0.075	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
							4.80±0.33	-

ตารางผนวกที่ 12 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 0.10 (g/l)  
ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	6.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.75	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	☠	4.50	-
							4.55±0.11	-

หมายเหตุ ☠ หมายถึงหอยตาย

ตารางผนวกที่ 13 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมเนทอล 0 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.00	4.50	4.50	4.50	6.00	4.50	*	4.80	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	>12	4.50	-
0.00	4.50	6.00	6.00	7.50	6.00	12.00	7.00	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							5.14±1.07	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์  
\* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 14 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมเนทอล 0.10 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	*	5.10	-
0.10	6.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.75	-
0.10	4.50	4.50	6.00	7.50	12.00	12.00	7.75	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							5.33±1.38	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 15 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.25 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.25	12.00	4.50	4.50	4.50	4.50	*	6.00	-
0.25	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.25	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.25	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.25	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.76±0.67	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 16 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.50 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.50	4.50	4.50	4.50	9.00	6.00	*	5.70	-
0.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.71±0.54	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 17 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 0.75 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.75	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.50±0.00	-

ตารางผนวกที่ 18 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสสเมทอล 1.00 (g/l)  
ครั้งที่ 3

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
1.00	*	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
1.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.50±0.00	-

หมายเหตุ \* หมายถึงหอยไม่มีการตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 19 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุนหอยนางรมรับสัมผัสเมณฑล 0 ppm  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	7.50	5.25	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	5.00	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.85±0.29	-

ตารางผนวกที่ 20 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุนหอยนางรมรับสัมผัสเมณฑล 0.10 (g/l)  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.00	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.65±0.22	-

ตารางผนวกที่ 21 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.14 (g/l)  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.50±0.00	-

ตารางผนวกที่ 22 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมเมื่อแช่ด้วยเมทอล 0.18 (g/l)  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.18	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.18	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.18	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.18	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.18	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	12.00	6.00	-
							4.85±0.65	-

ตารางผนวกที่ 23 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.22 (g/l)  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.22	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.22	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.22	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.22	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.22	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.55±0.11	-

ตารางผนวกที่ 24 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.26 (g/l)  
ครั้งที่ 4

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.26	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.26	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.26	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.26	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.26	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.60±0.14	-



ตารางผนวกที่ 25 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	12.00	12.00	7.00	-
0.00	4.50	4.50	6.00	6.00	6.00	12.00	6.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	9.00	5.75	-
0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	5.00	-
							5.75±1.03	-

ตารางผนวกที่ 26 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.10 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.10	4.50	4.50	4.50	>12	>12	>12	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	5.00	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
							4.61±0.22	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์

ตารางผนวกที่ 27 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมมทอล 0.11 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.11	6.00	7.50	9.00	>12	>12	>12	7.50	-
0.11	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	12.00	5.75	-
0.11	4.50	4.50	4.50	6.00	6.00	6.00	5.25	-
0.11	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	4.75	-
0.11	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.00	-
							5.44±1.10	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์

ตารางผนวกที่ 28 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมมทอล 0.12 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.12	4.50	6.00	9.00	>12	>12	>12	6.50	-
0.12	4.50	4.50	4.50	4.50	>12	>12	4.50	-
0.12	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.12	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	9.00	5.25	-
0.12	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	12.00	5.75	-
							5.22±0.86	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์

ตารางผนวกที่ 29 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.13 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.13	4.50	6.00	6.00	>12	>12	>12	5.50	-
0.13	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.13	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	>12	5.10	-
0.13	4.50	4.50	4.50	6.00	>12	>12	4.88	-
0.13	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	5.00	-
							4.94±0.36	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์

ตารางผนวกที่ 30 ระดับกระแสไฟฟ้า (โวลต์) ที่กระตุ้นหอยนางรมรับสัมผัสเมทอล 0.14 (g/l)  
ครั้งที่ 5

ความเข้มข้น (g/l)	จำนวนหอย (ตัว)						ค่าเฉลี่ย (v.)	
	1	2	3	4	5	6	แกะเปลือก ไม่ได้	แกะเปลือกได้
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	7.50	7.50	5.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	>12	4.50	-
0.14	4.50	4.50	4.50	7.50	>12	>12	5.25	-
0.14	4.50	4.50	4.50	4.50	6.00	>12	4.80	-
							4.90±0.45	-

หมายเหตุ >12 หมายถึงหอยยังมีชีวิต แต่ตอบสนองที่กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 โวลต์

ตารางผนวกที่ 31 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	5	4.7500	.43301	.19365	4.2123	5.2877	4.50	5.50
2.00	5	5.0800	1.04019	.46519	3.7884	6.3716	4.50	6.90
3.00	5	4.8600	.65038	.29086	4.0524	5.6676	4.50	6.00
4.00	5	4.7000	.27386	.12247	4.3600	5.0400	4.50	5.00
5.00	5	5.3760	1.00031	.44735	4.1339	6.6181	4.50	7.00
6.00	5	5.3760	.91139	.40759	4.2444	6.5076	4.50	6.38
Total	30	5.0237	.75850	.13848	4.7404	5.3069	4.50	7.00

ตารางผนวกที่ 32 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.289	5	.458	.763	.585
Within Groups	14.395	24	.600		
Total	16.684	29			

ตารางผนวกที่ 33 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 1

Duncan

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05
		1
4.00	5	4.7000
1.00	5	4.7500
3.00	5	4.8600
2.00	5	5.0800
5.00	5	5.3760
6.00	5	5.3760
Sig.		.235

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 34 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	5	5.0200	.86718	.38781	3.9433	6.0967	4.50	6.50
2.00	5	4.7600	.30700	.13730	4.3788	5.1412	4.50	5.25
3.00	5	4.7500	.55902	.25000	4.0559	5.4441	4.50	5.75
4.00	5	4.7100	.32863	.14697	4.3019	5.1181	4.50	5.25
5.00	5	4.8000	.32596	.14577	4.3953	5.2047	4.50	5.25
6.00	5	4.5500	.11180	.05000	4.4112	4.6888	4.50	4.75
Total	30	4.7650	.45941	.08388	4.5935	4.9365	4.50	6.50

ตารางผนวกที่ 35 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.579	5	.116	.501	.772
Within Groups	5.542	24	.231		
Total	6.121	29			

ตารางผนวกที่ 36 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 2

Duncan

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	
6.00	5	4.5500	
4.00	5	4.7100	
3.00	5	4.7500	
2.00	5	4.7600	
5.00	5	4.8000	
1.00	5	5.0200	
Sig.		.184	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 37 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	5	5.1100	1.06560	.47655	3.7869	6.4331	4.50	7.00
2.00	5	5.3200	1.38049	.61737	3.6059	7.0341	4.50	7.75
3.00	5	4.8000	.67082	.30000	3.9671	5.6329	4.50	6.00
4.00	5	4.7400	.53666	.24000	4.0737	5.4063	4.50	5.70
5.00	5	4.5000	.00000	.00000	4.5000	4.5000	4.50	4.50
6.00	5	4.5000	.00000	.00000	4.5000	4.5000	4.50	4.50
Total	30	4.8283	.78440	.14321	4.5354	5.1212	4.50	7.75

ตารางผนวกที่ 38 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.726	5	.545	.866	.518
Within Groups	15.117	24	.630		
Total	17.843	29			

ตารางผนวกที่ 39 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 3

Duncan

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	
5.00	5	4.5000	
6.00	5	4.5000	
4.00	5	4.7400	
3.00	5	4.8000	
1.00	5	5.1100	
2.00	5	5.3200	
Sig.			.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 40 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	5	4.8500	.28504	.12748	4.4961	5.2039	4.50	5.25
2.00	5	4.6000	.22361	.10000	4.3224	4.8776	4.50	5.00
3.00	5	4.5000	.00000	.00000	4.5000	4.5000	4.50	4.50
4.00	5	4.8500	.65192	.29155	4.0405	5.6595	4.50	6.00
5.00	5	4.5500	.11180	.05000	4.4112	4.6888	4.50	4.75
6.00	5	4.6000	.13693	.06124	4.4300	4.7700	4.50	4.75
Total	30	4.6583	.31815	.05809	4.5395	4.7771	4.50	6.00



ตารางผนวกที่ 41 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.585	5	.117	1.196	.341
Within Groups	2.350	24	.098		
Total	2.935	29			

ตารางผนวกที่ 42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 4

Duncan

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	
3.00	5	4.5000	
5.00	5	4.5500	
2.00	5	4.6000	
6.00	5	4.6000	
1.00	5	4.8500	
4.00	5	4.8500	
Sig.		.131	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางผนวกที่ 43 Oneway Descriptives ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	5	5.7500	1.03078	.46098	4.4701	7.0299	4.50	7.00
2.00	5	4.6000	.22361	.10000	4.3224	4.8776	4.50	5.00
3.00	5	5.6500	1.09829	.49117	4.2863	7.0137	4.75	7.50
4.00	5	5.3000	.85513	.38243	4.2382	6.3618	4.50	6.50
5.00	5	4.9950	.36246	.16210	4.5450	5.4450	4.50	5.50
6.00	5	4.9100	.45056	.20149	4.3506	5.4694	4.50	5.50
Total	30	5.2008	.79964	.14599	4.9022	5.4994	4.50	7.50

ตารางผนวกที่ 44 ANOVA ระดับ threshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลบโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.006	5	1.001	1.775	.156
Within Groups	13.537	24	.564		
Total	18.543	29			

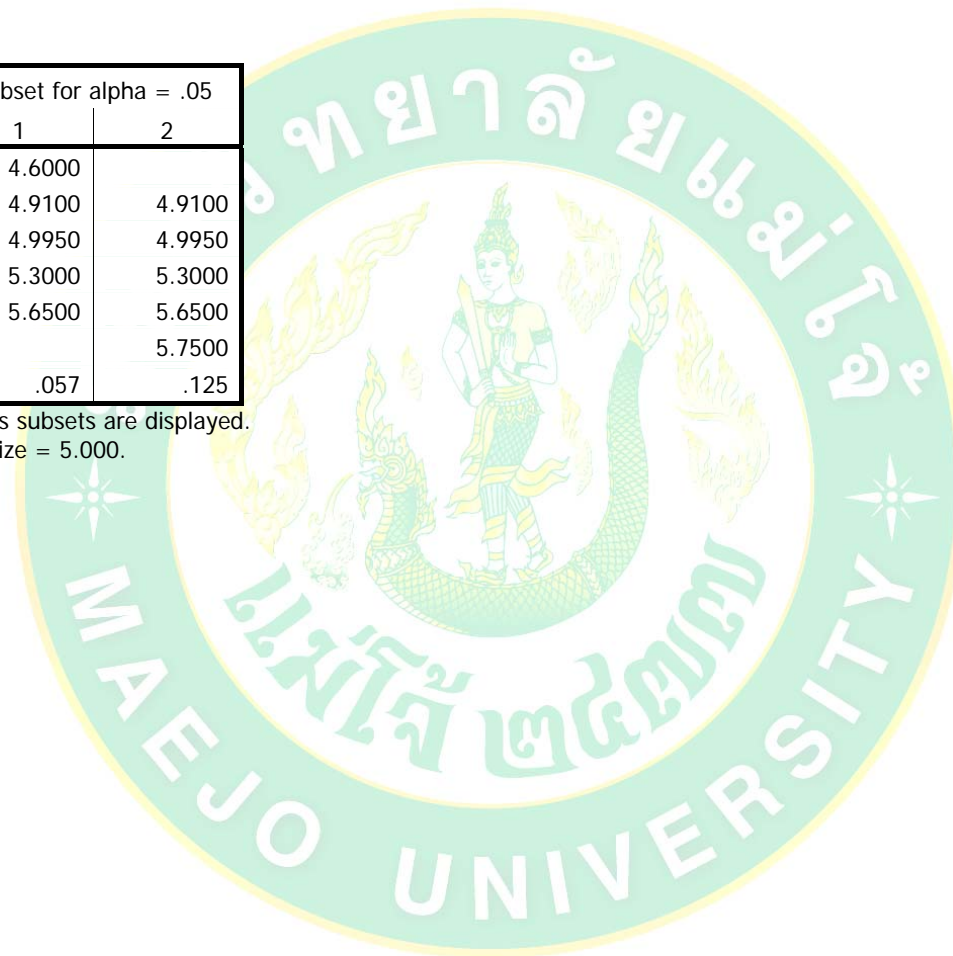
ตารางผนวกที่ 45 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับthreshold (โวลต์) ของหอยนางรมที่ทำการสลับโดยใช้เมนทอลครั้งที่ 5

Duncan

TREATMEN	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2.00	5	4.6000	
6.00	5	4.9100	4.9100
5.00	5	4.9950	4.9950
4.00	5	5.3000	5.3000
3.00	5	5.6500	5.6500
1.00	5		5.7500
Sig.		.057	.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.






ภาคผนวก (ข)

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายนิวัฒน์ ไตรภูธร  
 เกิดเมื่อ : วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2530  
 ประวัติการศึกษา : วทบ. สาขาวิชาการประมง พ.ศ. 2552  
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร  
 ประวัติการทำงาน : -



**VITA**

**NAME** : MR. NIWAT TRAIPUTRON  
**DATH OF BIRTH** : 24 February 1967  
**EDUCATION** : BACHELOR OF SCIENCE AQUACULTURE OF FISHERIES, 2009 MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON  
**WORK EXPERIENCE** : -